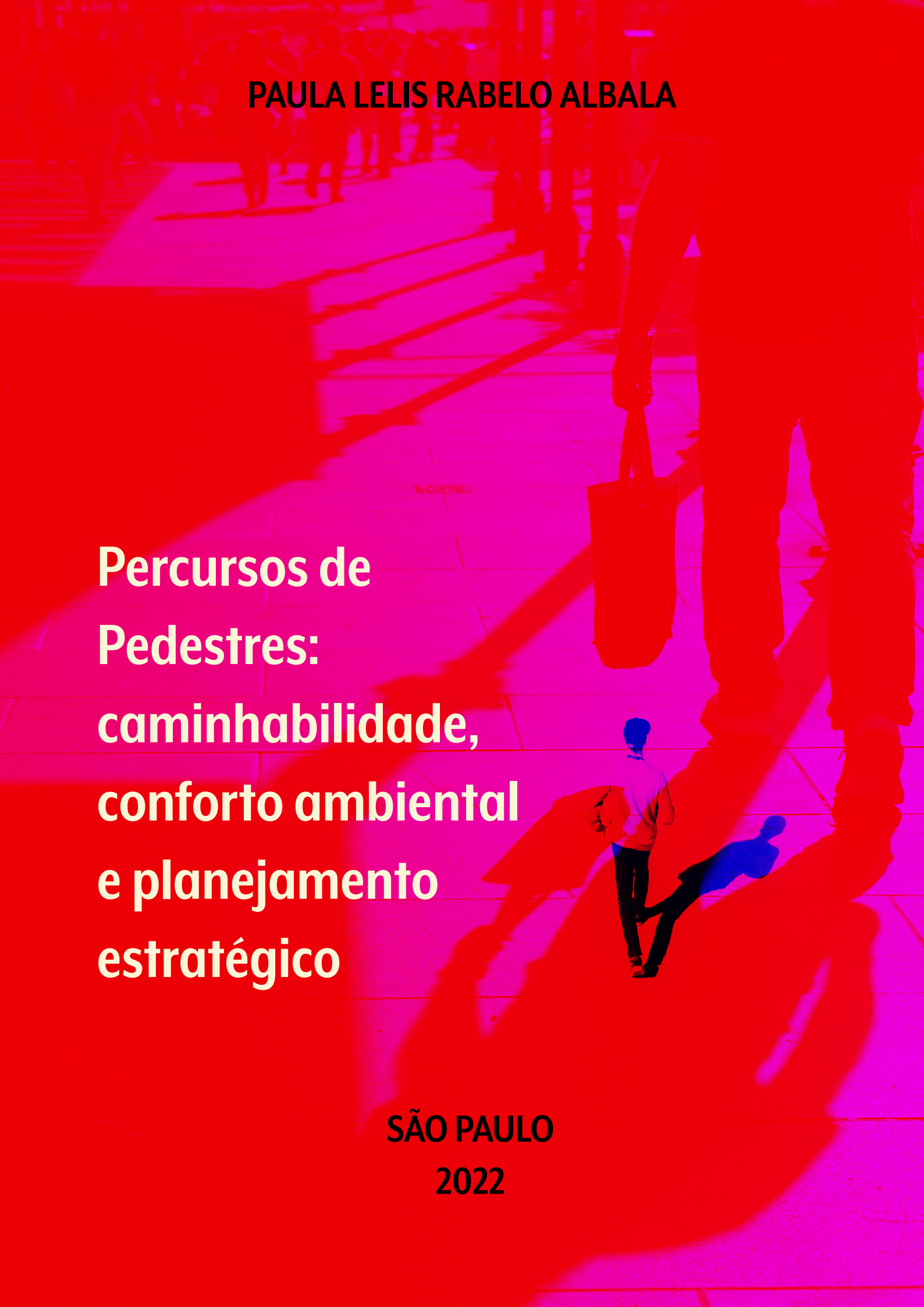
PAULA LELIS RABELO ALBALA

Percursos de Pedestres: caminhabilidade, conforto ambiental e planejamento estratégico



SÃO PAULO
2022

PAULA LELIS RABELO ALBALA

Percursos de Pedestres: caminhabilidade, conforto ambiental e planejamento estratégico

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura

Linha de pesquisa: Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Ergonomia.

Orientadora: Prof. Drª. Roberta Consentino Kronka Mülfarth
Co-Orientador: Prof. Dr. Leonardo Marques Monteiro

SÃO PAULO
2022

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL, SOB RESPONSABILIDADE DA AUTORA E ANUÊNCIA DA ORIENTADORA.
A versão original, em formato digital, ficará arquivada na Biblioteca da Faculdade.
São Paulo, 13 de fevereiro de 2023.

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

E-mail: paula.lelis@gmail.com

Catalogação na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Albala, Paula Lelis Rabelo
Percursos de Pedestres: caminhabilidade, conforto ambiental e planejamento estratégico / Paula Lelis Rabelo Albala; orientadora Roberta Consentino Kronka Mülfarth. coorientador Leonardo Marques Monteiro – São Paulo, 2022.
323 p.

Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura.

1. Caminhabilidade. 2. Conforto Ambiental. 3. Pedestre. 4. Planejamento Estratégico. I. Mülfarth, Roberta Consentino Kronka, orient. II. Monteiro, Leonardo Marques, coorient.III. Título.

Elaborada eletronicamente através do formulário disponível em:
<http://www.fau.usp.br/fichacatalografica/>

Albala, Paula Lelis Rabelo. Percursos de Pedestres: caminhabilidade, conforto ambiental e planejamento estratégico. 2022. 323 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2022.

APROVADO EM:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

A todos os pedestres. A todos que acreditam na mobilidade a pé e almejam cidades mais caminháveis!

E, principalmente, ao meu parceiro de vida, Adrián, e a meus filhos, Lina e Martin. Vocês são a minha base.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha querida orientadora, professora Dra. Roberta Kronka Mülfarth. Não apenas pela orientação e ensinamentos, mas também pela parceria, amizade e por todo o incondicional apoio durante a pesquisa. Nossa história se iniciou em 2006, e sou muito feliz de encerrar mais esse ciclo com você. Obrigada por tanto!

Agradeço também ao meu coorientador, professor Dr. Leonardo Monteiro, pelas contribuições valiosas ao longo da pesquisa.

Agradeço à banca de qualificação de passagem de nível (de mestrado a doutorado direto), e à banca de qualificação de doutorado, pelas sugestões para o aprimoramento e desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço a todos os professores do LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAUUSP, local em que sempre fui acolhida e incentivada: Dra. Alessandra Prata, Dra. Denise Duarte, Dr. Paulo Scarazzato e Dra. Ranny Michalski. Em especial, agradeço às professoras Alessandra e Ranny pelos importantes aportes e sugestões ao longo da tese.

Agradeço a professora Dra. Joana Gonçalves, que, mesmo de longe, trouxe debates pertinentes ao desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço ao Dr. Anderson Targino Ferreira, que me introduziu ao universo do Sistema de Informações Geográficas (SIG), sempre solícito e atencioso com as minhas dúvidas. Também agradeço à Seção de Produção de Bases Digitais para Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP - CESAD, que me disponibilizou material de apoio para o QGIS, esclarecendo meus questionamentos.

Agradeço ao Michael Klein, por sua presteza e gentileza incondicionais ao me auxiliar com o CadnaA e acompanhar de perto o desenvolvimento das simulações acústicas.

Agradeço ao Dr. Frederico Bertholini, pelo auxílio com o desenvolvimento de *scripts* em R e excel.

Agradeço à Fundação Norman Foster, local em que pude debater a mobilidade a pé nas cidades e sua inserção no desafio das cidades contemporâneas.

Agradeço à Comissão Técnica de Mobilidade a Pé e Acessibilidade da ANTP – Associação Nacional dos Transportes Públicos, da qual pude fazer parte durante o desenvolvimento da tese, por me colocar frente ao debate de questões sensíveis ao pedestre no âmbito público.

Agradeço ao GEOSAMPA, por prestar todas as informações necessárias ao desenvolvimento da tese, e, em especial, por facilitar o acesso às imagens processadas do levantamento Lidar3D do município de São Paulo.

Agradeço a *Weathershift* por me conceder acesso gratuito à plataforma de criação de arquivos climáticos futuros, para fins desta pesquisa.

Agradeço ao meu amigo e companheiro de caminhabilidade, André Sato, pela parceria ao longo desses anos. Levo você para a vida. Obrigada também por deixar meu trabalho mais bonito, realizando a diagramação da tese.

Agradeço a todos os amigos do LABAUT e da pós-graduação da FAUUSP que conheci ao longo desses anos: Aparecida Ghosn, Carolina Leme, Clara Meurer, Claudia Carunchio, Cristiane Sato, Eduardo Gasparelo, Eduardo Pizarro, Juliana Pellegrini, Larissa Luiz, Luciana Schwandner, Mariana Proença, Mônica Dolce, Nathália Lorenzetti, Paula Noia, Paula Shinzato, Pedro Portela, Priscila Stark, Taícia Marques.

Agradeço a todos os funcionários do Departamento de Tecnologia da FAUUSP, em especial à Viviane Delmondes e Eliane Penha.

Agradeço às minhas amigas da vida, Glauce, Maria Elisa, Milena, Olívia e Taís, que, direta ou indiretamente, trouxeram leveza nesse processo.

Agradeço aos meus pais, João e Deolinda, e a meu irmão, Rafa. Sem o apoio incondicional de vocês, esse sonho seria impossível. Um agradecimento extra para a minha mãe que dedicou seu tempo a mim, incondicionalmente, na etapa da escrita. Agradeço aos meus avós, Luiz (*in memorian*) e Iracilda, que, como segundos pais, sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida. Agradeço também ao Juan Carlos e Margarita, pelo incentivo nesta jornada, mesmo de longe.

E, por último, um agradecimento especial ao Adrián, companheiro de vida, que me auxiliou em todos os detalhes desta pesquisa. Obrigada por cuidar tão bem da Lina e do Martin para que eu pudesse me sentar com tranquilidade e escrever. Pelas palavras certas, acalmando meu coração nos momentos mais difíceis. Pela compreensão, parceria, broncas, risadas, enfim, por ser rede de apoio e por vibrar comigo, sempre, em cada conquista.

RESUMO

Este trabalho é sobre caminhabilidade, conforto ambiental do pedestre e planejamento estratégico. O objetivo principal consiste em aferir como a caminhabilidade se inter-relaciona com aspectos de conforto ambiental nos percursos de pedestres, trazendo uma proposta de inclusão destas temáticas de forma mais sistematizada no planejamento estratégico das cidades. Demonstra-se como a caminhabilidade é um conceito em construção, ressaltando-se o grande número de indicadores criados para aferi-la. Na sequência, abordam-se as dimensões do conforto ambiental do pedestre, e a inserção da caminhabilidade no âmbito do planejamento urbano. Enfatiza-se a importância de se avaliar a caminhabilidade sob a ótica do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), com base na teoria dos 5D's. No desenvolvimento dos trabalhos, adotou-se uma metodologia de pesquisa composta de duas fases (*two-phase research design*), aliando o método dedutivo simulacional (preditivo) ao método propositivo. Desenvolveu-se uma metodologia para seleção dos casos de estudo, baseada em uma análise da caminhabilidade em macroescala e do índice de deslocamentos a pé das regiões analisadas. Propõe-se também a construção de um índice para aferição da caminhabilidade e conforto ambiental do pedestre. Este índice, por sua vez, é composto por três índices parciais, relacionados a aspectos térmicos, acústicos e ergonômicos dos percursos de pedestres. Demonstra-se como a análise e espacialização dos resultados pode ser sistematizada e replicada, por meio de ferramentas de visualização de ruas e o auxílio de ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica). Por fim, os índices criados são aplicados em tipologias urbanas e realiza-se um ensaio propositivo, no qual são apresentados dois possíveis cenários. A partir destas discussões, são estabelecidas estratégias de planejamento estratégico baseadas nas inter-relações entre caminhabilidade e conforto do pedestre. A pesquisa conclui que existe uma retroalimentação entre estes dois aspectos: por um lado, a caminhabilidade e aspectos de conforto ambiental podem fornecer subsídios ao planejamento estratégico. E o planejamento estratégico, por sua vez, tem o potencial de afetar diretamente a caminhabilidade e o conforto ambiental.

Palavras-chave: caminhabilidade, conforto ambiental, planejamento estratégico, pedestres, mobilidade a pé

ABSTRACT

This research is about walkability, pedestrian environmental comfort, and strategic planning. The main objective is to assess how walkability is interrelated with aspects of environmental comfort in pedestrian routes, proposing the inclusion of these themes in a more systematic way in the strategic planning of cities. The work demonstrates how walkability is a concept under construction, emphasizing the considerable number of existing indicators to measure it. Then, the research addresses the dimensions of the pedestrian's environmental comfort and the inclusion of walkability in the context of urban planning. It is also debated the importance of evaluating walkability from the perspective of Transit-oriented Development for Sustainability (TODS), based on the 5 D's theory. The research methodology is based on the two-phase research design, combining a deductive simulation method (predictive) with a design proposal. A new methodology was developed for the selection of case studies, based on an analysis of walkability on a macroscale and the index of displacements on foot in the analyzed regions. Also, the thesis proposes the construction of an index to measure pedestrian walkability and environmental comfort. This index, in turn, is composed of three partial indices, related to thermal, acoustic, and ergonomic aspects of pedestrian routes. The research demonstrates how the analysis and spatialization of the results can be systematized and replicated, through street visualization tools and the use of GIS (Geographic Information System) tools. Finally, the indexes created were applied to urban typologies and two scenarios' essays were carried out. From these discussions, strategic planning strategies were established based on the interrelations between walkability and pedestrian comfort. The research concludes that there is bidirectional relationship between these two aspects: on the one hand, walkability and aspects of environmental comfort can provide subsidies for strategic planning. And strategic planning, in turn, has the potential to directly affect walkability and environmental comfort.

Keywords: walkability, environmental comfort, strategic planning, pedestrians, walking mobility

LISTA DE FIGURAS

Figura 0.1. Petróglifo descoberto em Bedolina, Itália, datado entre 1200 e 700 a.C: representa lotes, edifícios e percursos de pedestres.

Figura 0.2. Análise e projeção da população em áreas urbanas no Brasil (1950 – 2050).

Figura 0.3. Configuração das cidades compactas.

Figura 0.4. Distribuição percentual das viagens por modo de transporte, 2018.

Figura 0.5. Resultado da análise das larguras das calçadas em Nova York e São Paulo e sua adequação aos critérios de distanciamento social impostos pela pandemia de COVID-19.

Figura 1.1. Níveis de Serviço de Pedestres A a F em um percurso de pedestres.

Figura 1.2. Efeito da densidade urbana e uso do solo nas viagens a pé e em bicicleta, em estudo com 45000 residências nos Estados Unidos.

Figura 1.3. A calçada como um quarto.

Figura 1.4. Estrutura que vincula as definições de caminhabilidade e suas linhas de abordagem.

Figura 1.5. Sistematização das variáveis ambientais analisadas pela ferramenta SPACES.

Figura 1.6. Mapas de caminhabilidade para Londres.

Figura 1.7. Pirâmide de Hierarquia de Necessidades da Caminhabilidade.

Figura 1.8. Exemplo de avaliação de caminhabilidade dinâmica nos solstícios de inverno e verão, em dois horários do dia.

Figura 2.1. Zonas de estresse térmico do UTCI.

Figura 2.2. Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período do dia.

Figura 2.3. Esquema geral da abordagem da ação ergonômica.

Figura 2.4. 5D's do ambiente construído.

Figura 2.5. Princípios do DOTS.

Figura 2.6. Densidade Urbana versus viagens individuais de automóvel (1995).

Figura 2.7. Diversidade de Uso do solo em diversos níveis.

Figura 2.8. Três malhas urbanas de mesma escala.

Figura 2.9. Composição conceitual de paisagem da rua.

Figura 2.10. Exemplo de paisagem da rua com qualidade ambiental: calçadas largas, fachadas ativas, arborização e pedestres.

Figura 2.11. Acessibilidade aos destinos.

Figura 2.12. Exemplo de análise de distância ao transporte do tipo BRT, na metodologia de avaliação TOD do ITDP.

Figura 2.13. Antes e depois da Times Square, em Nova Iorque. Intervenções temporárias tornaram-se permanentes.

Figura 2.14. Aumento temporário de zonas destinadas a pedestres, durante a pandemia de COVID-19, em Montreal.

Figura 2.15. Início da intervenção de urbanismo tático em Santana, São Paulo.

Figura 2.16. Intervenção de urbanismo tático em Santana, concluída, São Paulo.

Figura 2.17. Rua Otoní Façanha de Sá, em Fortaleza: rua compartilhada.

Figura 2.18. Onze princípios para a criação de lugares comunitários ótimos.

Figura 2.19. Diagrama do Lugar (*Place Diagram*, termo em inglês).

Figura 2.20. *Umbrella Sky Project* em Águeda, Portugal.

Figura 2.21. *Umbrella Sky Project*, em Paris, França.

Figura 3.1. Município de São Paulo e sua inserção geográfica.

Figura 3.2. Climograma de São Paulo.

Figura 3.3. Rosa dos Ventos para o município de São Paulo (2007-2021), plotada a partir de arquivo climático de São Paulo.

Figura 3.4. Mapa da temperatura aparente da superfície no município de São Paulo, na data de 03/09/1999, às 9:57h.

Figura 3.5. Expansão da mancha urbana no período entre 1881 e 2002.

Figura 3.6. Imagem aérea do Complexo Complexo Viário Heróis de 1932, popularmente conhecido como "Cebolão".

Figura 3.7. Distribuição modal das viagens nos anos de 2007 e 2017.

Figura 3.8. Evolução das viagens diárias por modo na RMSP, entre 1977 e 2017.

Figura 3.9. Fluxograma da etapa de seleção de caso.

Figura 3.10. Viagens produzidas por modo principal – pesquisa OD 2017 vs Deslocamentos totais a pé.

Figura 3.11. À esquerda: Viagens produzidas com modo principal "a pé", por zona OD, de acordo à pesquisa OD 2017.

Figura 3.12. Análise das zonas OD do município São Paulo, quantos aos "D's" da macroescala: densidade, diversidade e distância ao transporte.

Figura 3.13. Índice de Caminhabilidade na Macro Escala (ICMacro) e Índice de Deslocamentos a Pé, calculados para o município de São Paulo.

Figura 3.14. Nível de Caminhabilidade vs Nível de Deslocamentos a Pé – tipologias das zonas OD no município de São Paulo.

Figura 3.15. Fluxograma – Avaliação de Conforto Térmico do Pedestre.

Figura 3.16. Exemplo de imagens DEM (à esquerda), DEM (ao centro) e CDSM (à direita) da zona OD Barra Funda, adotados como bases para a simulação no UMEP.

Figura 3.17. Mapa de SVF - Fator de Visão de Céu (à direita) e Mapa de Altura/Forma das Edificações (à esquerda) para a zona OD República.

Figura 3.18. Malha de pontos criada para a simulação da zona OD República.

Figura 3.19. Fluxograma da simulação computacional de conforto térmico.

Figura 3.20. Exemplo de mapa de ICTP produzido – zona OD república – escala calibrada de sensação térmica.

Figura 3.21. Fluxograma – Avaliação de Conforto Acústico do Pedestre.

Figura 3.22. Acima: Curvas de Nível da Zona OD República disponível no Geosampa. Ao centro: Imagem Raster do MDT (Modelo Digital de Terreno) da zona OD República. Abaixo: curvas de nível extraídas do MDT.

Figura 3.23. Exemplo de mapa de ICAP – zona OD República.

Figura 3.24. Fluxograma – Avaliação de Conforto Ergonômico do Pedestre.

Figura 3.25. Relação entre segurança dos pedestres e a velocidade de impacto de veículos.

Figura 3.26. Exemplo de mapa de ICEP – zona OD República.

Figura 3.27. Esquema gráfico de composição do Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre.

Figura 3.28. Exemplo de mapa de ICEP – zona OD República.

Figura 4.1. Localização das zonas OD analisadas.

Figura 4.2. Número de viagens atraídas e produzidas por Zona OD.

Figura 4.3. Síntese de dados das zonas OD analisadas.

Figura 4.4. Viagens a pé por razão da escolha do modo.

Figura 4.5. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD República, com praça da República em destaque.

Figura 4.6. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD República, parte 1.

Figura 4.7. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD República, parte 2.

Figura 4.8. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD Barra Funda.

Figura 4.9. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Barra Funda, parte 1.

Figura 4.10. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Barra Funda, parte 2.

Figura 4.11. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD Vila Anglo Brasileira.

Figura 4.12. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Anglo Brasileira, parte 1.

Figura 4.13. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Anglo Brasileira, parte 2.

Figura 4.14. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD Vila Anglo Brasileira.

Figura 4.15. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Jardim Presidente, parte 1.

Figura 4.16. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Jardim Presidente, parte 2.

Figura 4.17. Escalas de avaliação do índice ICTP.

Figura 4.18. ICTP – Zona OD República, solstício de verão, 15h.

Figura 4.19. ICTP – Zona OD República, solstício de inverno, 8h.

Figura 4.20. ICTP – Zona OD Barra Funda, solstício de verão, 15h.

Figura 4.21. ICTP – Zona OD Barra Funda, solstício de inverno, 8h.

Figura 4.22. ICTP – Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de verão, 15h.

Figura 4.23. ICTP – Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de inverno, 8h.

Figura 4.24. ICTP – Zona OD Jardim Presidente, solstício de verão, 15h.

Figura 4.25. ICTP – Zona OD Jardim Presidente, solstício de inverno, 8h.

Figura 4.26. Desempenho do índice ICTP para as quatro tipologias, solstício de verão.

Figura 4.27. Desempenho do ICTP para as quatro tipologias, solstício de inverno.

Figura 4.28. Escalas de avaliação do índice ICAP.

Figura 4.29. ICAP – Zona OD República.

Figura 4.30. ICAP – Zona OD Barra Funda (área completa).
Figura 4.31. ICAP – Zona OD Barra Funda (percursos de pedestres).
Figura 4.32. ICAP – Zona OD Vila Anglo Brasileira.
Figura 4.33. ICAP – Zona OD Jardim Presidente.
Figura 4.34. Desempenho do índice ICAP para as quatro tipologias.
Figura 4.35. Escalas de avaliação do índice ICEP.
Figura 4.36. Desempenho do índice ICEP para as quatro tipologias.
Figura 4.37. ICEP – Zona OD República.
Figura 4.38. ICEP – Zona OD Barra Funda.
Figura 4.39. ICEP – Zona OD Vila Anglo Brasileira.
Figura 4.40. ICEP – Zona OD Jardim Presidente.
Figura 4.41. Escalas de avaliação do Índice ICCP.
Figura 4.42. Pior nota no índice ICCP: marginal Tietê, pontuação 0.04: "zona de caminhabilidade baixa e desconforto extremo".
Figura 4.43. Melhor nota no índice ICCP: praça Dom José Gaspar, na República, pontuação 0.76: "zona de caminhabilidade alta e desconforto muito leve".
Figura 4.44. ICCP – Zona OD República, solstício de verão, 15h.
Figura 4.45. ICCP – Zona OD República, solstício de inverno, 8h.
Figura 4.46. ICCP – Zona OD Barra Funda, solstício de verão, 15h.
Figura 4.47. ICCP – Zona OD Barra Funda, solstício de inverno, 8h.
Figura 4.48. ICCP – Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de verão, 15h.
Figura 4.49. ICCP – Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de inverno, 8h.
Figura 4.50. ICCP – Zona OD Jardim Presidente, solstício de verão, 15h.
Figura 4.51. ICCP – Zona OD Barra Funda, solstício de inverno, 8h.
Figura 4.52. Desempenho do índice ICCP para as quatro tipologias.
Figura 4.53. Desempenho do ICTP na zona OD Barra Funda: 2035, 2050 e 2065.
Figura 4.54. ICTP – Zona OD Barra Funda (atual), identificando situações extremas.
Figura 4.55. ICTP – Zona OD Barra Funda (2050), identificando situações extremas.
Figura 4.56. O cenário de cidades compactas eletrificadas.
Figura 4.57. Síntese das intervenções propostas.
Figura 4.58. ICAP – Zona OD Barra Funda – cenário desejável.
Figura 4.59. Desempenho do ICAP na Zona OD Barra Funda – situação atual e cenário proposto.
Figura 4.60. ICAP – Zona OD Barra Funda (atual), identificando situações extremas.
Figura 4.61. ICAP – Zona OD Barra Funda (cenário), identificando situações extremas.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1. Síntese de aspectos abordados em diferentes conceitos de caminhabilidade.
Quadro 1.2. As escalas da caminhabilidade.
Quadro 1.3. Pontuação do Walk Score.
Quadro 1.4. Índices de Caminhabilidade vs. Escalas da Caminhabilidade.
Quadro 2.1. Densidade vs. Número de Viagens vs. VKT – Curitiba e Brasília.
Quadro 2.2. Atributos mais amplamente usado na análise dos "5D's" do ambiente urbano.
Quadro 3.1. Cinco maiores aglomerações urbanas do mundo, no ano de 2020.
Quadro 3.2. Categorias de uso do solo adotadas no cálculo de entropia.
Quadro 3.3. Caminhabilidade na macro escala avaliada sob a ótica da teoria dos D's.
Quadro 3.4. Tipologias das zonas OD do município de São Paulo.
Quadro 3.5. Estudos de Caso selecionados.
Quadro 3.6. Resumo dos Dados de Entrada e parâmetros – Cálculo do UTCI.
Quadro 3.7. Calibração do UTCI para o município de São Paulo.
Quadro 3.8. Escalas do Índice de Conforto Térmico do Pedestre - ICTP.
Quadro 3.9. Dados de entrada gerais do sistema viário, para simulação acústica no CadnaA.
Quadro 3.10. Exemplo de dados de entrada referentes à zona OD República.
Quadro 3.11. Escalas do Índice de Conforto Acústico do Pedestre - ICAP.
Quadro 3.12 Síntese dos indicadores analisados na Categoria 1 – Segurança Viária.
Quadro 3.13. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 2 – Segurança Pública.
Quadro 3.14. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 3 – Qualidade do Percurso.
Quadro 3.15. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 4 – Atratividade e Diversidade.
Quadro 3.16. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 5 – Mobilidade e Acessibilidade.
Quadro 3.17. Escalas do Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre – ICEP.
Quadro 3.18. Escalas do Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP
Quadro 4.1. Zonas OD analisadas.
Quadro 4.2. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD República.
Quadro 4.3. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD Barra Funda.
Quadro 4.4. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD Vila Anglo Brasileira.
Quadro 4.5. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD Jardim Presidente.
Quadro 4.6. Caminhabilidade e conforto ambiental – subsídios ao planejamento estratégico.

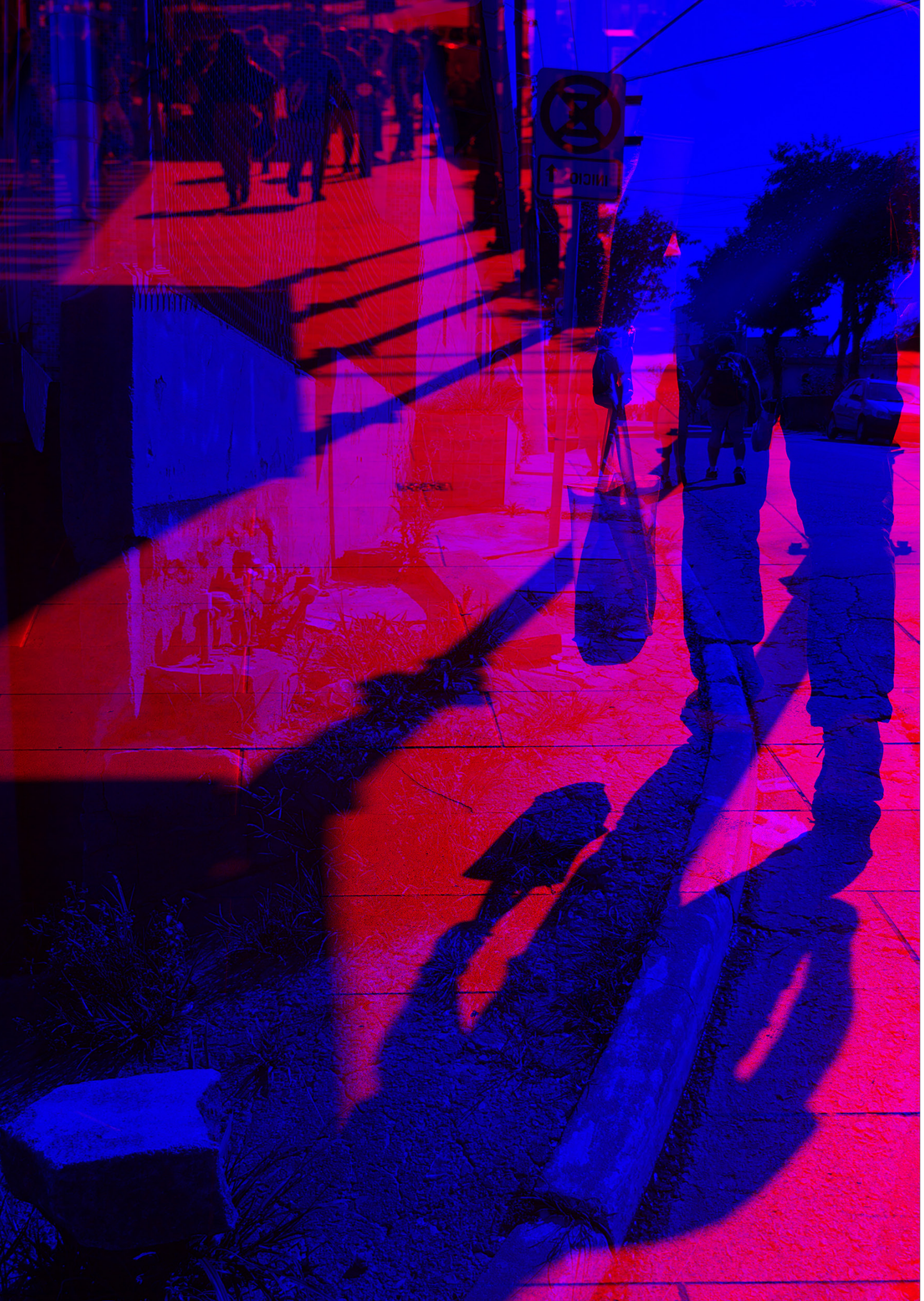
LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. UTCI diário nas quatro zonas analisadas.
Gráfico 4.2. UTCI diário, Zona OD República, solstício de verão.
Gráfico 4.3. UTCI diário, Zona OD República, solstício de inverno.
Gráfico 4.4. UTCI diário, Zona OD Barra Funda, solstício de verão.
Gráfico 4.5. UTCI diário, Zona OD Barra Funda, solstício de inverno.
Gráfico 4.6. UTCI diário, Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de verão.
Gráfico 4.7. UTCI diário, Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de inverno.
Gráfico 4.8. UTCI diário, Zona OD Jardim Presidente, solstício de verão.
Gráfico 4.9. UTCI diário, zona OD Jardim Presidente, solstício de inverno.
Gráfico 4.10. UTCI diário para 4 situações: 2020 (atual), 2035, 2050 e 2065 (projetadas), horário de 15h.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTP	Associação Nacional dos Transporte Públicos
BHM	Building Height Model
CadnaA	*Computer Aided Noise Abatement*
CDC	*Center for Disease Control*
CDSM	*Canopy Digital Surface Model*
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego do Município de São Paulo
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
Cwa	Clima subtropical úmido
DEM	*Digital Elevation Model*
DOT	Desenvolvimento Orientado ao Transporte
DOTS	Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável
DSM	*Digital Surface Model*
DTM	*Digital Terrain Model*
EPW	*EnergyPlus Weather Format*
GDCI	*Global Designing Cities Initiative*
GEE	Gases do Efeito Estufa
GEOSAMPA	Sistema de Consulta ao Mapa Digital da Cidade de São Paulo
GWI	*Global Walkability Index*
IAG-USP	Instituto de Astronomia e Geofísica da Universidade de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
iCAM	Índice de Caminhabilidade
ICAP	Índice de Conforto Acústico do Pedestre
ICCP	Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre
ICEP	Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre
ICMacro	Índice de Caminhabilidade da Macroescala
ICMME	Índice de Caminhabilidade de Macro e Microescala
ICR	Índice de Caminhabilidade de Ruas
ICTP	Índice de Conforto Térmico do Pedestre
ICU	Ilha de Calor Urbana
IEE-USP	Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas das Nações Unidas
IRPH	Instituto Rio Patrimônio da Humanidade
ISSO	Organização Internacional de Padronização
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
L_{Aeq}	Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A
LOS	*Level of Service*
LQC	*Lighter-Quicker-Cheaper*
MDS	Modelo Digital de Superfície
MDT	Modelo Digital de Terreno
METRO	Companhia do Metropolitano de São Paulo
NEWS	*Neighborhood Environment Walkability Scale*

NQLS	*Neighborhood Quality of Life Study*
NRDC	*Natural Resources Defense Council*
NZTA	*New Zealand Transport Agency*
OECD	Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
ONU-HABITAT	Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos no Brasil
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PE	Planejamento Estratégico
PEDS	*Pedestrian Environmental Data Scan*
PGV	Pólos Geradores de Viagens
PLACES	*Physical Activity in Localities and community Environments*
PlanMob	Plano de Mobilidade
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
PPS	*Project foi Public Spaces*
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SDI	*Street Design Index*
Semob	Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SOLWEIG	*Solar and Longwave Environmental Irradiance Geometry Model*
SPACES	*Systematic Pedestrian and Cycling Environmental Scan*
SVF	*Sky View Factor* (fator de visão de céu)
T_{mrt}	Temperatura radiante média
TMY	*Typical Meteorological Year*
UMEP	*Urban Multi-Scale Environmental Predictor*
UTCI	*Universal Thermal Comfort Index* (índice termoclimático universal)
VHM	*Vegetation Height Model*
VKT	Viagens de Trânsito em Quilômetros
VTR	Via de trânsito rápido
WAR	*Wall Aspect Ratio*
WHR	*Wall Height Ratio*
WRI	*World Ross Institute*
ZONA OD	Zona Origem Destino



“O caminhar condiciona a vista
e a vista condiciona o caminhar
a tal ponto que parece que
apenas os pés podem ver.”

Robert Smithson

SUMÁRIO

Introdução ... 32
Contextualização e descrição do problema ... 34
Objeto e objetivos ... 42
Pergunta de pesquisa e hipótese ... 43
Estrutura da tese ... 43

PARTE I. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Capítulo 1 – Caminhabilidade: rumo a um consenso? ... 48
1.1. A caminhabilidade na linha do tempo ... 50
1.1.1. Quais variáveis afetam o caminhar? ... 53
1.1.2. A caminhabilidade - conceito ... 57
1.2. As escalas da caminhabilidade ... 66
1.3. A aferição da caminhabilidade ... 69
1.3.1. Bradshaw, 1993 ... 70
1.3.2. Saelens et al., 2006 ... 70
1.3.3. Pikora, 2006 ... 70
1.3.4. Krambeck, 2006 ... 71
1.3.5. Frank, 2006 ... 71
1.3.6. Clifton et al., 2007 ... 72
1.3.7. Leslie et al., 2007 ... 72
1.3.8. Park, 2008 ... 73
1.3.9. Evans, 2009 ... 73
1.3.10. Gebel, 2009 ... 74
1.3.11. Carr, et al., 2011 ... 74
1.3.12. Abley e Turner, 2011 ... 75
1.3.13. Cambra, 2012 ... 75
1.3.14. Adkins et al., 2012 ... 76
1.3.15. Hino et al., 2012 ... 76
1.3.16. Rodrigues et al., 2014 ... 76
1.3.17. Stockton et al., 2016 ... 77
1.3.18. Paiva e Sutti, 2017 ... 77
1.3.19. Silva et al., 2018 ... 78
1.3.20. Carvalho, 2018 ... 78
1.3.21. Pires, 2018 ... 79
1.3.22. ITDP Brasil, 2018 ... 79
1.3.23. ITDP Global, 2018 ... 79
1.3.24. Al Shammas e Escobar, 2019 ... 80
1.3.25. Discussão ... 81
1.4. Considerações do Capítulo 1 ... 85

Capítulo 2 – As dimensões do conforto e planejamento na caminhabilidade: o pedestre em foco ... 88
2.1. As dimensões do conforto na caminhabilidade: uma abordagem integrada ... 90
2.1.1. Clima, microclima e mudanças climáticas: o conforto térmico do pedestre ... 95
2.1.2. Os grandes centros urbanos e a sociedade do automóvel: o conforto acústico do pedestre ... 98
2.1.3. O desenho e configuração das cidades voltados à escala humana: o conforto ergonômico do pedestre ... 102
2.2. As dimensões do planejamento urbano na caminhabilidade ... 105
2.2.1. Marcos legais do andar a pé no contexto brasileiro ... 107
2.2.2. Planejamento urbano e o andar a pé: teoria dos d's ... 109
2.2.2.1. Densidade ... 114
2.2.2.2. Diversidade ... 114
2.2.2.3. Desenho urbano (design) ... 115
2.2.2.4. Destinos acessíveis (acessibilidade aos destinos) ... 117
2.2.2.5. Distância ao transporte público ... 118
2.2.3. Novas práticas de transformação urbana na escala do pedestre ... 120
2.2.4. O planejamento estratégico na caminhabilidade: uma visão de futuro ... 128
2.3. Discussão ... 131
2.4. Considerações do Capítulo 2 ... 134

PARTE II. AVALIAÇÃO DOS PERCURSOS DE PEDESTRES

Capítulo 3 – Materiais e Métodos ... 138
3.1. Universo de análise: município de São Paulo ... 142
3.1.1. Caracterização geográfica, ambiental e climática ... 143
3.1.2. O andar a pé em São Paulo: números ... 145
3.2. Seleção de caso – uma análise na macro escala ... 148
3.2.1. Análise dos deslocamentos a pé nas Zonas OD – correção dos dados ... 149
3.2.2. Análise da caminhabilidade nas Zonas OD ... 151
3.2.3. Deslocamentos a pé vs. caminhabilidade nas Zonas OD ... 156
3.3. Avaliação dos estudos de caso – uma análise na meso e microescalas ... 159
3.3.1. Avaliação do conforto térmico ... 159
3.3.2. Avaliação do conforto acústico ... 167
3.3.3. Avaliação do conforto ergonômico ... 175
3.3.4. Avaliação do conforto na caminhabilidade do pedestre ... 189
Capítulo 4 – Análise dos Resultados ... 194
4.1. Caracterização físico-espacial das zonas ... 200
4.1.1. Tipologia Alto/ Alto - Zona OD República ... 200
4.1.2. Tipologia Alto/ Baixo - Zona OD Barra Funda ... 204
4.1.3. Tipologia Baixo/ Baixo - Zona OD Vila Anglo Brasileira ... 208
4.1.4. Tipologia Baixo/ Alto - Zona OD Jardim Presidente ... 211
4.2. Conforto Térmico do Pedestre – ICTP ... 214
4.3. Conforto Acústico do Pedestre – ICAP ... 226
4.4. Conforto Ergonômico do Pedestre – ICEP ... 231
4.5. Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP: uma análise comparada ... 237
4.6. Cenários possíveis: planejamento estratégico e a cidade que queremos ... 244
4.6.1. Um cenário de tendência: conforto do pedestre no aquecimento global ... 244
4.6.2. Um cenário desejável: conforto do pedestre na mobilidade de baixo carbono ... 248
4.7.Subsídios ao planejamento estratégico: por cidades mais caminháveis ... 254

Conclusões ... 258

Referências bibliográficas **266**

Anexos **284**

Anexo 1. Quadro Síntese – Seleção de estudos relacionados a pedestres e caminhabilidade ao longo do tempo (1960-2020) **286**

Anexo 2. Zonas OD do município de São Paulo enquadradas nas quatro tipologias da seleção de caso **294**

Anexo 3. Índice de Conforto Térmico do Pedestre (ICTP) – escala de acordo às categorias de estresse térmico do UTCI **296**

Anexo 4. Classificação das Delegacias Policiais do município de São Paulo quanto ao número de ocorrências policiais..... **297**

Anexo 5. Planilhas de Avaliação – Exemplo da Zona OD Barra Funda **298**

Anexo 6. Mapas extras produzidos por tipologia analisada..... **306**

sumário

INTRODUÇÃO

"O caminhar, mesmo não sendo a construção física de um espaço, implica uma transformação do lugar e dos seus significados. A presença física do homem num espaço não mapeado – e o variar das percepções que daí ele recebe ao atravessá-lo – é uma forma de transformação da paisagem que, embora não deixe sinais tangíveis, modifica culturalmente o significado do espaço, e consequentemente, o espaço em si, transformando-o em lugar. O caminhar produz lugares."

Francesco Carreri

Esta pesquisa explora a caminhabilidade nos percursos de pedestres e suas inter-relações com aspectos de conforto ambiental, com uma proposta de inclusão destas temáticas de forma mais sistematizada no planejamento estratégico das cidades. A discussão e análises se organizam em torno de estudos de tipologias urbanas, elegidas por critérios de caminhabilidade e número de deslocamentos a pé em cada uma delas.

Apresenta-se, assim, nesta breve introdução: i. o ponto de partida deste trabalho, por meio de uma contextualização do tema e descrição do problema; ii. o objeto e objetivos de pesquisa; iii. a pergunta de pesquisa e hipótese; e, por fim, iv. a estrutura da tese.

Contextualização e Descrição do Problema

Ao se tratar de caminhabilidade[1] e conforto ambiental do pedestre, é imprescindível compreender, de antemão, a importância do andar a pé na construção e configuração das cidades, e sua contribuição à sustentabilidade urbana.

Desde sempre, o ser humano se desloca a pé na paisagem (Figura 0.1). Esta necessidade de circular está relacionada ao seu desejo e necessidade de realizar atividades sociais, culturais, políticas e econômicas (VASCONCELOS, 2001).

Quando se percorre um território a pé, há, intrinsecamente, uma inter-relação com os demais elementos do entorno, fazendo com que o caminhar exerça o papel de eixo estruturador primário da paisagem (CARERI, 2013).

Na cidade pré-automóvel, o andar a pé era a forma mais natural de realizar as atividades nas cidades. No entanto, essa situação transformou-se profundamente no século XX, com o advento do automóvel e a expansão urbana (CALLIARI, 2019). Os espaços urbanos foram reconfigurados de forma a criar modelos de cidade intransponíveis ao pedestre, ajustados à escala do automóvel, e não do caminhar. Nesse contexto, a rua é lugar de passagem, o caminho que leva à execução das atividades cotidianas no meio urbano (FERREIRA DOS SANTOS e VOGEL, 1985).

Com as cidades brasileiras não foi diferente, e estas se desenvolveram com parâmetros

[1]Vide discussão sobre a conceituação do tema no capítulo 1. Neste trabalho, caminhabilidade é definida como o "grau em que o ambiente construído, em determinado momento, suporta e incentiva o caminhar, com conforto e segurança, conectando pessoas com destinos variáveis dentro de um razoável espaço de tempo e esforço, oferecendo interesse visual ao longo da rede."

Figura 0.1. Petróglifo descoberto em Bedolina, Itália, datado entre 1200 e 700 a.C: representa lotes, edifícios e percursos de pedestres. Fonte: Suárez et al. (2014).

de planejamento urbano que marginalizaram questões de mobilidade urbana eficiente e acessível, caracterizando-se por sua dispersão territorial e dependência do uso do automóvel. Esta situação se agrava ao se analisar o adensamento populacional dos nossos centros urbanos: a população urbana brasileira superou a rural nos anos 60, representando atualmente 86,6% do total (Figura 0.2). Além disso, nota-se aqui uma elevada concentração urbana, ou seja, 70% dos brasileiros se concentram em apenas 10% do território (MCIDADES, 2004). Esse modelo de cidade acentua, ainda, as desigualdades socioespaciais, contribuindo à sua manutenção. Um acesso democrático e coeso à rede de transportes facilita o acesso a oportunidades de emprego, atividades, bens e serviços.

Jane Jacobs, no início dos anos 60, começou a criticar esse modelo de planejamento que não incentivava o caminhar. Defendia, ademais, a necessidade da presença de diversidade, vitalidade e concentrações de uso nas cidades, para que estas fossem mais atrativas aos pedestres (JACOBS, 1961). Nos anos 70, Gehl, na mesma vertente, começa a analisar a importância da vida entre os edifícios e o uso do espaço público, e identifica a necessidade de se planejar espaços para caminhar (GEHL, 1971).

Em linhas gerais, são diversos os aspectos que devem ser avaliados para o incentivo do

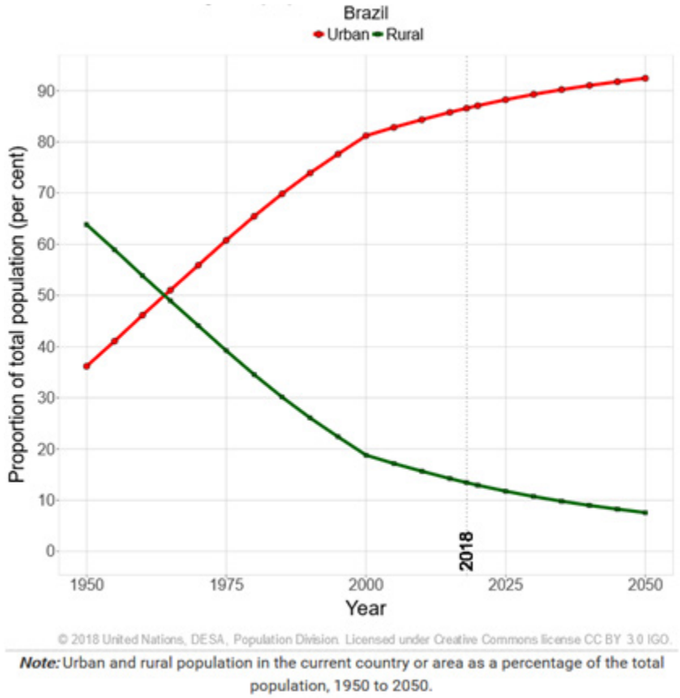


Figura 0.2. Projeção da população em áreas urbanas no Brasil (1950 – 2050). Fonte: ONU (2018).

caminhar. Estruturas espaciais com padrão mais compacto possibilitam um uso mais eficiente da terra, menor custo de infraestrutura e maior equidade no acesso ao transporte (ROGERS, 1997). Cidades mais compactas, adensadas e com oferta de transporte coletivo são, por sua vez, cidades mais caminháveis, visto que se diminuem as distâncias a serem percorridas (Figura 0.3).

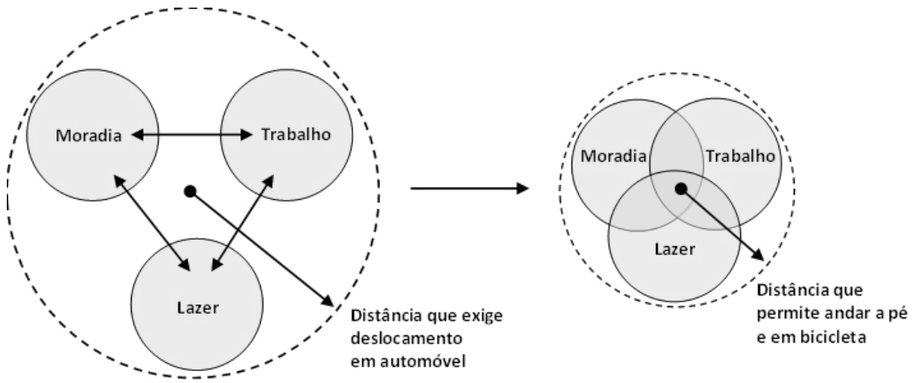


Figura 0.3. Configuração das cidades compactas. Fonte: Adaptado de Rogers (1997).

No entanto, apesar do atual cenário desfavorável ao pedestre nas metrópoles contemporâneas, o andar a pé figura-se ainda como um dos principais meios de deslocamento. Os pedestres caminham diariamente pela cidade, seja para chegar diretamente a algum destino específico, seja para se conectar com algum meio de transporte, ou até mesmo para simples fruição da cidade. E pedestre pode ser definido aqui como todos os cidadãos que se locomovem a pé no meio urbano, em pelo menos parte de sua jornada diária, em suas mais variadas condições e limitações físicas: crianças, adultos, idosos, homens e mulheres, pessoas em cadeira de rodas, transportando carrinho de bebês, portadores de necessidades especiais etc.

No caso brasileiro em particular, a Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP – publicou uma análise sobre a divisão modal de viagens nos municípios. Segundo a associação, 39% da população se desloca a pé até os seus destinos (ANTP, 2018), o que denota a importância do tema. Supera, inclusive, a parcela que utiliza o transporte coletivo, que detém 28% do total (Figura 0.4).

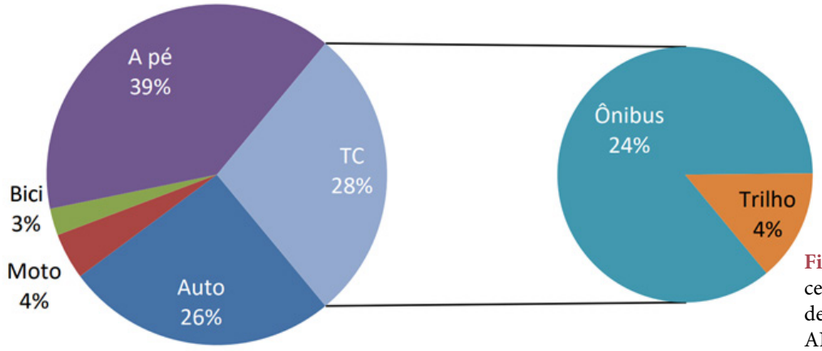


Figura 0.4. Distribuição percentual das viagens por modo de transporte, 2018. Fonte: ANTP (2018).

Os dados desse cenário são, portanto, muito claros: é de fundamental importância resgatar a escala do pedestre nos deslocamentos das cidades, que é, na realidade, a escala humana. Ainda, é preciso avaliar os percursos nos quais se dão esses deslocamentos, aferindo a sua qualidade e capacidade de conferir conforto aos pedestres.

Considerando tais premissas, nota-se que os percursos de pedestres são fundamentais para garantia da microacessibilidade e mobilidade no meio urbano. O termo "percursos" de pedestres é abordado na tese com a intenção de expandir a análise de caminhabilidade para além das calçadas. Assim, inclui todos os espaços abertos do meio urbano em que o pedestre

pode eventualmente utilizar em seu deslocamento: calçadas, calçadões, vias, passarelas, escadas, parques, entre outros.

Fazendo um pequeno parêntesis, é importante pontuar aqui, rapidamente, a diferença entre mobilidade e acessibilidade dos espaços urbanos. A visão tradicional de mobilidade é restrita, sendo simplesmente definida como a habilidade de movimentar-se, em decorrência das condições físicas e econômicas. Assim, pessoas com limitações físicas, por exemplo, não têm o mesmo poder de locomover-se no meio urbano. Quando se aborda o assunto desta forma, aumentar a mobilidade é apenas fornecer mais meios de transporte. No entanto, o número de deslocamentos não representa a qualidade das condições de vida dos cidadãos em seus trajetos. Por essa razão, é importante associar à mobilidade o conceito de acessibilidade, entendida aqui como a mobilidade para satisfazer às necessidades, permitindo, assim, a qualquer indivíduo, a chegada a seus destinos (VASCONCELOS, 2001).

Estes questionamentos iniciais deram início à elaboração desta tese. Em quais condições de conforto ambiental o pedestre está submetido ao caminhar pelas cidades? Ou ainda: como realizar a inclusão de aspectos de conforto ambiental nos deslocamentos a pé, do ponto de vista das políticas públicas e do planejamento urbano, a fim de garantir melhores condições de caminhabilidade aos pedestres?

Este tema vem sendo abordado de maneira crescente e sistemática nas pesquisas relacionadas às cidades, avaliando não só os benefícios aos pedestres em si, como também o impacto do andar a pé no desenho urbano e sustentabilidade das cidades.

Em termos de saúde pública, a título de exemplo, pesquisas recentes estimam que um incremento de 24,1% do deslocamento ativo[2] no município de São Paulo seria capaz de reduzir em quase 5% a emissão de poluentes proveniente de veículos, e, consequentemente, contribuiria a uma redução direta nos casos de doenças cardiovasculares e de diabetes tipo 2 no município (Stevenson et al., 2016). Saldiva (2018) aponta que o estímulo à mobilidade ativa[2] – juntamente com outros fatores, como, por exemplo, a modificação de hábitos

[2]A mobilidade ativa é composta pelos meios de transporte não motorizados, em que o deslocamento é feito com o próprio esforço humano. Pode contar com o auxílio de alguma ferramenta, como, por exemplo, bicicleta, cadeira de rodas, patinete, entre outros. Se estabelece em um sistema existente de calçadas, calçadões, passarelas, ciclovias, entre outros (SEMOB, 2007). Dentro deste âmbito, é comum o uso das expressões "deslocamento ativo", "transporte ativo", dentre outros.

alimentares – pode contribuir à recuperação da saúde de nossas cidades. Portanto, um padrão de deslocamento mais ativo é essencial para se lograr melhores cidades.

Adicionalmente, é preciso ressaltar que os benefícios do andar a pé vão para além dos impactos na saúde dos pedestres. Um estudo recente (ARUP, 2016) aponta cinquenta benefícios ligados ao caminhar, classificados em quatro categorias (benefícios sociais, econômicos, ambientais e políticos).

Com relação ao desenho urbano, por sua vez, Emmanuel (2005) afirma que explorar sua qualidade, com foco no pedestre, resulta em cidades com maior consciência ambiental: minimiza-se a dependência ao transporte mecanizado e, consequentemente, ao uso de combustível.

Já em termos de sustentabilidade urbana, pode-se dizer que o impacto da mobilidade a pé no cenário das mudanças climáticas é evidente: o corpo humano é o elemento central do deslocamento, não havendo emissão de gases poluentes, sendo, pois, o deslocamento mais sustentável (MALATESTA, 2007). Assim, ao se priorizar modos não motorizados de transporte, há diminuição direta das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e menor poluição atmosférica.

Com relação ao conforto ambiental das cidades, Steemers e Steane (2004) empregam o conceito de "diversidade ambiental" para o ato de se repensar as abordagens para o desenho do ambiente construído. Segundo os autores, o desenho das cidades deve considerar as diferentes condições ambientais - térmicas, visuais e auditivas etc. - que possam melhorar a experiência de arquitetura e do urbanismo.

Jeff Speck (2012), por sua vez, afirma que dentre os critérios necessários para se lograr a caminhabilidade de um espaço, incluem-se alguns aspectos de conforto ambiental. Primeiramente, afirma que a cidade precisa oferecer aspectos formais que deem condições aos pedestres para prospectar e se refugiar: zonas de sombras e abrigos e zonas expostas à luz do sol. Em segundo, afirma que a vitalidade da forma urbana é um dos elementos que afeta diretamente nosso conforto nas cidades. Também acrescenta, por fim, que não só os fatores climáticos impactam no conforto do pedestre no meio urbano, mas o precário desenho das nossas vias.

Reconhecendo a importância do tema, a Organização das Nações Unidas estabeleceu diretrizes internacionais para o planejamento urbano e territorial, nas quais aparecem diversas recomendações com ênfase no andar a pé e no conforto provido aos pedestres (ONU-HABITAT, 2015).

Em termos de aplicação destes conceitos - que inclui a dimensão do conforto ambiental ao caminhar no meio urbano - alguns estudos já foram realizados, havendo a criação de métodos e ferramentas que auxiliam na avaliação destes quesitos (REINHART, 2013; TALAVERA-GARCIA et al., 2013; AL-SHAMAS e ESCOBAR, 2019). No entanto, quando comparados à quantidade de estudos voltados ao ambiente interno, nota-se que ainda são em menor quantidade. Há uma lacuna de pesquisa a ser preenchida.

Do ponto de vista da legislação urbana voltada às pautas da caminhabilidade, há muito ainda por ser trilhado. No contexto brasileiro, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), que institui diretrizes de mobilidade aos municípios, é um dos marcos principais (BRASIL, 2012). A PNMU caracteriza os sistemas não motorizados de mobilidade urbana[3], e prevê a dotação de espaço exclusivo nas vias públicas para este tipo de transporte. Porém, o modo a pé não é tratado como um item prioritário, e não apresenta nenhuma exigência qualitativa ou de conforto ambiental em suas diretrizes de implementação. Por esta razão, inserir esse debate no planejamento estratégico das cidades é primordial.

Finalmente, não se pode desconsiderar a importância da caminhabilidade durante a eclosão da pandemia do novo coronavírus, mostrando-se como alternativa segura e viável de deslocamento nas cidades (LIU et al., 2020). Mapas colaborativos foram elaborados durante o pico da pandemia, verificando que grande parte das calçadas não suporta o distanciamento físico requerido para garantir a circulação dos pedestres com segurança e saúde. Em Nova Iorque, por exemplo, 54,6% das calçadas não possuem largura suficiente para garantir o distanciamento social; em São Paulo, este número é ainda mais elevado, na ordem de 72% (Figura 0.5).

[3] Modos de transporte não motorizado são aqueles que se utilizam do esforço humano ou tração animal (BRASIL, 2012).

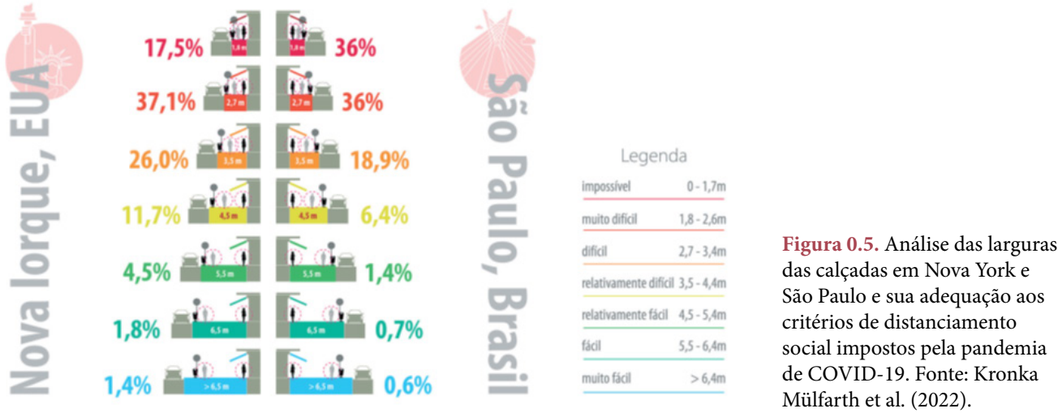


Figura 0.5. Análise das larguras das calçadas em Nova York e São Paulo e sua adequação aos critérios de distanciamento social impostos pela pandemia de COVID-19. Fonte: Kronka Mülfarth et al. (2022).

É essencial, assim, repensar o cenário dos deslocamentos a pé, oferecendo condições físicas para que os cidadãos possam transitar com saúde, conforto e segurança. A mobilidade urbana urge por mudanças rápidas, e, talvez, permanentes.

Tendo em vista o exposto anteriormente, é notável a necessidade do surgimento de novos modelos de cidade centrados na escala do pedestre, humana. Modelos que verifiquem as relações entre caminhabilidade e conforto do pedestre, seja em nível de desenho urbano na microescala, seja em nível de diretrizes urbanas, em macroescala. Modelos que contribuam ao debate de cidades mais sustentáveis, resilientes, saudáveis e livres de carbono.

A implementação de propostas centradas na escala do ser humano e do caminhar depende da atuação de governos e autoridades locais, e de se levar a cabo estratégias de planejamento urbano voltadas à sustentabilidade. Nota-se um avanço neste sentido, como por exemplo, a instituição da PNMU, no Brasil, e a inserção de questões do pedestre nas diretrizes internacionais de planejamento urbano da ONU. No entanto, este é apenas um início, denotando o potencial do tema.

Deste modo, avaliar a caminhabilidade e o conforto ambiental do pedestre na mobilidade urbana, aferindo as ferramentas disponíveis para atingir este objetivo, e incluindo estes quesitos em diretrizes de planejamento urbano mostram-se relevantes e coerentes com as pesquisas nacionais e internacionais atuais sobre o tema.

Objeto e Objetivos

Considerando o exposto, o objeto de estudo deste trabalho é **a caminhabilidade e suas inter-relações com conforto ambiental nos percursos de pedestres.** A pesquisa se centra em análises de quatro tipologias urbanas no município de São Paulo.

Assim, o objetivo geral da tese consiste em **aferir como a caminhabilidade se interrelaciona com o conforto ambiental, fornecendo subsídios para o planejamento estratégico**. Como objetivos específicos desta pesquisa, têm-se:

- conceituar "caminhabilidade", a partir do levantamento do estado da arte deste termo;
- refletir sobre o espaço físico no qual os percursos de pedestres ocorrem;
- definir "conforto ambiental" no âmbito da caminhabilidade, avaliando sua dimensão quando aplicado aos percursos de pedestres;
- elencar e avaliar ferramentas e métodos existentes para a aferição do desempenho global dos percursos de pedestres, em termos de caminhabilidade e conforto ambiental;
- identificar e analisar parâmetros de conforto ambiental - ergonômico, térmico e acústico - nos percursos de pedestres em espaços urbanos abertos;
- conceituar planejamento estratégico e outras ferramentas de intervenção no meio urbano relacionadas à temática da pesquisa;
- avaliar, empiricamente, o desempenho global dos percursos de pedestres, em termos de caminhabilidade e conforto ambiental;
- agregar a dimensão de conforto ambiental do pedestre de maneira mais sistematizada às avaliações de caminhabilidade;
- criar uma metodologia sistematizada e replicável, por meio de um índice, para avaliar a caminhabilidade e o conforto ambiental nos percursos de pedestres de maneira integrada;
- analisar possibilidades de inserção destes conceitos no planejamento estratégico urbano;

Alcançando tais objetivos, o trabalho almeja contribuir significativamente para estudos de caminhabilidade e conforto ambiental nos percursos de pedestres, considerando que, apesar de presentes, ainda são recentes os estudos nesse campo de estudo.

Pergunta de pesquisa e Hipótese

Diante do exposto anteriormente, a questão principal que se apresenta nesta pesquisa é como se dão as inter-relações entre caminhabilidade e conforto ambiental em percursos de pedestres. Assim, a pesquisa parte da hipótese de que, sob as configurações urbanas e condições climáticas de um determinado local, diretrizes de planejamento estratégico podem ser estabelecidas com base em inter-relações entre caminhabilidade e conforto ambiental.

Estrutura da Tese

O trabalho foi desenvolvido em duas partes e quatro capítulos. A primeira parte tem por objetivo compilar todos os elementos necessários ao embasamento teórico e conceitual da tese. Assim, apresenta o estado da arte do assunto, por meio de uma discussão crítica dos conceitos relacionados ao tema e a exposição de eventuais lacunas de pesquisa.

Já a segunda parte consiste no desenvolvimento das atividades de ordem mais prática: explanação detalhada da metodologia de seleção e avaliação dos casos de estudo, apresentação dos resultados das simulações e análises, demonstração da hipótese e conclusões.

O primeiro capítulo apresenta a importância do caminhar e as variáveis que afetam a experiência do pedestre nos seus percursos. Após essa contextualização inicial, é apresentada uma discussão teórica do conceito de "caminhabilidade", e como este termo recente vem sendo utilizado nas pesquisas em diversas áreas do conhecimento. Na sequência, discorre-se sobre as variáveis que afetam o caminhar, e as escalas da caminhabilidade (macro, meso e microescalas). Por último, é apresentada uma extensa revisão crítica de índices de caminhabilidade, realizando uma discussão sobre estes. Demonstra-se como a caminhabilidade é um conceito em construção, ressaltando-se o grande número de indicadores criados para aferi-la.

O segundo capítulo apresenta as dimensões do conforto ambiental do pedestre, e aborda a inserção da caminhabilidade no âmbito do planejamento urbano. Primeiramente, é feita uma conceituação de conforto do pedestre, destacando seu caráter holístico. Em seguida, realiza-se um aprofundamento sobre aspectos relacionados ao conforto ambiental do pedestre, com ênfase nos aspectos térmicos, acústicos e ergonômicos. Já na segunda parte do capítulo abarcam-se as relações entre planejamento urbano e sustentabilidade, seguidas

de uma breve exposição dos marcos legais relacionados à caminhabilidade no contexto brasileiro. Na sequência, traz à tona a vertente do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), apresentando os atributos da forma urbana relacionados ao caminhar, com base na teoria dos 5D's. Logo depois, são elucidadas novas práticas de intervenção urbana em percursos de pedestres, como o urbanismo tático, acupuntura urbana e *placemaking*. Por último, discorre-se sobre o conceito de planejamento estratégico. O capítulo é concluído por meio de uma discussão entre estas duas dimensões, tendo a caminhabilidade como foco.

O terceiro capítulo abarca os materiais e métodos da pesquisa. Dedica-se, portanto, a apresentar o universo de análise - o município de São Paulo, seguido de uma caracterização geográfica, ambiental e climática da região. Na sequência, apresenta-se o passo-a-passo da metodologia desenvolvida para seleção dos casos de estudo, baseada em uma análise detalhada da caminhabilidade e índice de deslocamentos a pé das zonas OD do município, levando em consideração a teoria dos 5 D's. Por último, expõe a metodologia criada para aferição do conforto ambiental do pedestre, por meio de três índices parciais– relacionados a aspectos térmicos, acústicos e ergonômicos – que culminam, por sua vez, na construção do índice ICCP - Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre. Demonstra-se, ainda, como a análise e espacialização dos resultados pode ser sistematizada e replicada, por meio de ferramentas de visualização de ruas, como o *Google Street View* e o auxílio de ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica), como o QGIS.

O quarto e último capítulo apresenta e discute os resultados obtidos nas quatro tipologias analisadas: Zonas OD Barra Funda, República, Vila Anglo Brasileira e Jardim Presidente. Apresenta-se também um ensaio propositivo, no qual são apresentados dois possíveis cenários – de tendência e desejável - para a zona OD Barra Funda. A partir destas discussões, são estabelecidas estratégias de planejamento estratégico - de forma a confirmar a hipótese da tese – baseada nas inter-relações entre caminhabilidade e conforto do pedestre. Os resultados obtidos nas avaliações das quatro tipologias, somados ao ensaio propositivo demonstram, por fim, a importância de abordar a caminhabilidade e conforto ambiental na esfera do planejamento estratégico.

Na finalização do trabalho, são apresentadas as conclusões acerca da hipótese inicialmente formulada, com um quadro síntese de estratégias de planejamento estratégico com ênfase na caminhabilidade e conforto ambiental do pedestre. Faz-se, ainda, um balanço da tese quanto ao atendimento dos objetivos gerais e específicos da pesquisa. Apresentam-se, em seguida, as conclusões gerais sobre todo o trabalho desenvolvido e ferramentas adotadas na metodologia. Por fim, discutem-se os possíveis desenvolvimentos futuros a partir da tese elaborada.

parte 1

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1

CAMINHABILIDADE: RUMO A UM CONSENSO?

"Consideration for pedestrians in the cities is inseparable from consideration for city diversity, vitality and concentration of use. In the absence of city diversity, people in large settlements are probably better off in cars than on foot."

(Considerar os pedestres nas cidades é inseparável de considerar a diversidade, a vitalidade e a concentração de uso da cidade. Na ausência de diversidade na cidade, as pessoas em grandes assentamentos provavelmente se sentem melhor de carro do que a pé.)

Jane Jacobs

Nesta tese, faz-se primordial a definição do termo "caminhabilidade", dado que é o objeto central desta pesquisa. A fim de entender o surgimento e evolução deste conceito, este capítulo se dedica a compreender profundamente este tema. Assim, realiza-se um debate conceitual do termo "caminhabilidade", e como este termo recente vem sendo utilizado por alguns pesquisadores em diversas áreas do conhecimento. Também se apresentam as três escalas da caminhabilidade (macro, meso e microescalas), e a aplicação, alcances e limites de cada uma dessas esferas nas pesquisas. Por último, é exposta uma extensa revisão de índices de caminhabilidade, realizando uma discussão destes.

1.1. A CAMINHABILIDADE NA LINHA DO TEMPO

Como mencionado previamente, no início dos anos 60, surgem críticas ao planejamento urbano centrado no automóvel, baseado em modelos que não incentivavam o caminhar, defendendo-se a necessidade da presença de diversidade, vitalidade e concentrações de uso nas cidades, para que estas fossem mais atrativas aos pedestres (JACOBS, 1961). Outros conceitos que valorizam a escala humana na cidade surgem concomitantemente a esta discussão, como por exemplo, a discussão acerca da "imaginabilidade" da cidade ou "*townscape*" (paisagem urbana) (LYNCH, 1960; CULLEN, 1961). A imaginabilidade, segundo Kevin Lynch, pode ser definida como a "característica, num objeto físico, que lhe confere uma alta probabilidade de evocar uma imagem forte em qualquer observador dado". A imaginabilidade do meio urbano está intrinsecamente relacionada à sua identificação e estruturação visual. As vias e redes de deslocamento são, segundo Kevin, o meio principal para ordenar o todo, o que leva à "hierarquia visual das ruas e dos caminhos". Já Gordon Cullen (1961) define a paisagem urbana como "a arte de dar coerência visual e organização ao conjunto de edifícios, ruas e espaços que compõem o meio urbano." Ainda, ressalta a importância da "visão serial" no meio urbano, sendo definida como uma "sucessão de surpresas ou revelações súbitas". Esta vertente teórica de planejamento urbano, com ênfase no pedestre, é considerada seminal para a discussão da caminhabilidade advinda nas décadas subsequentes (CAMBRA, 2012).

Nos anos 70, Gehl analisa a importância da vida entre os edifícios e o uso do espaço público, identificando a necessidade de se planejar espaços para caminhar (GEHL, 1971). Nessa discussão aponta a importância dos seguintes aspectos para o adequado desenho urbano das cidades: dimensionamento das ruas, acessibilidade, pavimentação, distâncias caminháveis (física e percebida), rotas caminháveis, espaços favoráveis ao caminhar, sequência espacial, e diferenças em nível. Tem-se um entendimento, então, de que a rua é um elemento crítico no desenho urbano (WHYTE, 1980), e que os espaços da cidade devem "funcionar" para as pessoas. Na mesma linha, Donald Appleyard enumera aspectos da "rua ideal", para que estas atinjam a vitalidade urbana. Segundo Donald, a "rua ideal" pode desempenhar distintas funções na cidade, podendo ser considerada sob distintas óticas - como um "santuário", local vital, local saudável, local da comunidade, território da vizinhança, local de jogar e aprender, local verde e agradável, ou local histórico único (APPLEYARD, 1980).

Nesta conjuntura, iniciaram-se estudos sobre o comportamento dos pedestres, especialmente sob a ótica da Engenharia de Tráfego, baseados no conceito de "nível de serviço". De acordo à definição contida no *Highway Capacity Manual 2000* (HCM 2000), Nível de Serviço (*Level of Service* - LOS, em inglês) é uma medida de qualidade, que descreve condições operacionais de um fluxo de tráfego, normalmente em função de medidas de serviço como velocidade e tempo de viagem, conforto e conveniência, dentre outros (HCM, 2010). Vale ressaltar que o HCM200 foi o primeiro documento a apresentar esta definição, no início dos anos 50, e é, até hoje, um dos principais documentos de apoio na área de engenharia de tráfego (MALATESTA, 2007). John Fruin (1971) foi o primeiro a aplicar o conceito de "nível de serviço" a percursos de pedestres, com o objetivo de avaliar e dimensionar calçadas, escadas e estações de metrô. De acordo a Fruin, há seis classificações possíveis de nível de serviço para espaços destinados a pedestres, que variam de A a F, em função da relação "pedestres/minuto/metro". O HCM2000 adotou e adaptou as premissas de Fruin conforme imagens a seguir (Figura 1.1):

Figura 1.1. Níveis de Serviço de Pedestres A a F em um percurso de pedestres. Fonte: HCM 2000.

LOS A

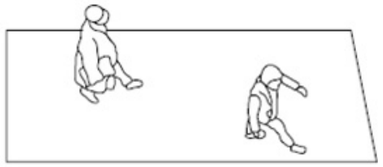
Pedestrian Space > 5.6 m^2/p *Flow Rate* ≤ 16 p/min/m

At a walkway LOS A, pedestrians move in desired paths without altering their movements in response to other pedestrians. Walking speeds are freely selected, and conflicts between pedestrians are unlikely.

LOS B

Pedestrian Space > 3.7–5.6 m^2/p *Flow Rate* > 16–23 p/min/m

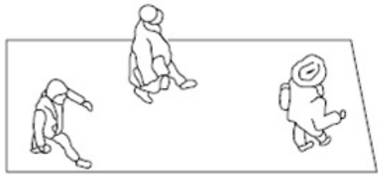
At LOS B, there is sufficient area for pedestrians to select walking speeds freely, to bypass other pedestrians, and to avoid crossing conflicts. At this level, pedestrians begin to be aware of other pedestrians, and to respond to their presence when selecting a walking path.



LOS C

Pedestrian Space > 2.2–3.7 m^2/p *Flow Rate* > 23–33 p/min/m

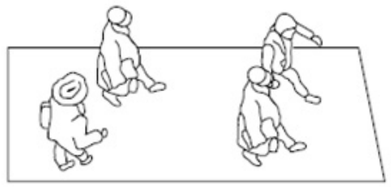
At LOS C, space is sufficient for normal walking speeds, and for bypassing other pedestrians in primarily unidirectional streams. Reverse-direction or crossing movements can cause minor conflicts, and speeds and flow rate are somewhat lower.



LOS D

Pedestrian Space > 1.4–2.2 m^2/p *Flow Rate* > 33–49 p/min/m

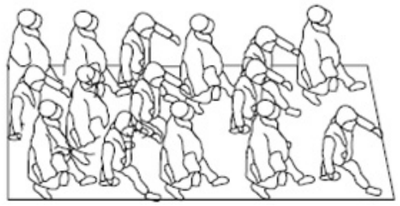
At LOS D, freedom to select individual walking speed and to bypass other pedestrians is restricted. Crossing or reverse-flow movements face a high probability of conflict, requiring frequent changes in speed and position. The LOS provides reasonably fluid flow, but friction and interaction between pedestrians is likely.



LOS E

Pedestrian Space > 0.75–1.4 m^2/p *Flow Rate* > 49–75 p/min/m

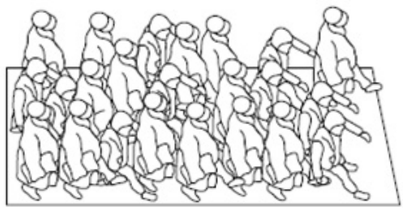
At LOS E, virtually all pedestrians restrict their normal walking speed, frequently adjusting their gait. At the lower range, forward movement is possible only by shuffling. Space is not sufficient for passing slower pedestrians. Cross- or reverse-flow movements are possible only with extreme difficulties. Design volumes approach the limit of walkway capacity, with stoppages and interruptions to flow.



LOS F

Pedestrian Space ≤ 0.75 m^2/p *Flow Rate* varies p/min/m

At LOS F, all walking speeds are severely restricted, and forward progress is made only by shuffling. There is frequent, unavoidable contact with other pedestrians. Cross- and reverse-flow movements are virtually impossible. Flow is sporadic and unstable. Space is more characteristic of queued pedestrians than of moving pedestrian streams.



1.1.1. Quais variáveis afetam o caminhar?

Neste sentido, é importante considerar que outros fatores do contexto urbano afetam os percursos pedonais urbanos, como por exemplo forma urbana, uso do solo, conectividade das ruas, presença de amenidades locais, e vitalidade urbana (LO, 2009). De fato, as pesquisas na área demonstram um esforço em identificar estes fatores.

Por um lado, é notável a contínua discussão teórica acerca da dimensão da percepção do usuário no meio urbano (LYNCH, 1960; RAPOPORT, 1978; HANDY, 1996; GIFFORD, 1997; SCHMID, 2004; GEBEL et al., 2009; EWING e CLEMENTE, 2013), o que reafirma o crescente protagonismo do pedestre no planejamento urbano. Neste contexto, destaca-se a contribuição do arquiteto Amos Rapoport, um dos fundadores dos estudos de Comportamento Ambiental (*Environment-Behavior Studies* - EBS, em inglês). Seu trabalho contribuiu para a discussão especialmente no que diz respeito a aspectos culturais do ser humano, suas percepções, e a importância destes no desenho da forma urbana (RAPOPORT, 1976; RAPOPORT, 1978). Em 1987, Rapoport afirma haver diferenças de percepção do espaço físico entre o pedestre e o motorista, e elenca as variáveis que influenciam o uso da calçada por pedestres: tecnologia, segurança (segurança percebida), variáveis ambientais, clima e tempo, topografia, distância a um local, e disponibilidade e presença de serviços (RAPOPORT, 1987).

Susan Handy, na mesma linha, afirma que, "como os pedestres veem, escutam, sentem cheiros, e sentem muito do seu entorno, a forma urbana provavelmente desempenha um papel determinante na escolha pelo caminhar." (HANDY, 1996). Assim, propõe um modelo para avaliar escolhas individuais nas viagens a pé baseadas na percepção do usuário. Handy contrasta aspectos da forma urbana com comportamento das viagens a pé, com questionários que abordam questões de conforto ambiental.

Em outra vertente, surgem estudos que enfatizam a importância do desenho amigável ao pedestre (EWING, 1996). Ewing, por exemplo, apresenta um manual simplificado com recomendações de desenho urbano, baseadas em evidências de trabalhos realizados em cada um dos 23 aspectos abordados por ele, dos quais 10 são classificados como itens "essenciais", 8 como itens "muito desejáveis", e 5 como itens "interessantes". Como fatores essenciais, elenca: densidade, uso misto do solo, comprimento da quadra, rotas de trânsito, número

de vias por rua, continuidade e largura das calçadas, cruzamentos seguros, elementos de retenção do trânsito, e a presença de locais seguros e confortáveis para esperar.

Em 1997, Anne Vernez-Moudon confirma que o desenho urbano afeta o volume de pedestres, demonstrando que apenas renda, densidade e uso do solo eram insuficientes para determinar o volume de pedestres (MOUDON et al., 1997). Partindo deste estudo, Hess também demonstra que o desenho urbano também afeta o volume de pedestres (HESS, et al., 1999), elencando a importância do tamanho da quadra, sistema viário, calçadas, distâncias a centros de comércio, e distâncias percorridas.

Neste contexto, surge a teoria dos 3D's, que afirma que as três dimensões do ambiente construído - densidade, diversidade de atividades e desenho urbano (design) leva um maior número de viagens, incluindo deslocamentos a pé (CERVERO e KOCKELMAN, 1997). Posteriormente, adicionaram-se mais dois D's a essa teoria - distância ao transporte e destinos acessíveis, chegando-se ao que se conhece atualmente por 5D's (Figura 1.2) (EWING e CERVERO, 2010). Uma discussão mais detalhada sobre esta vertente se apresenta no capítulo 2.

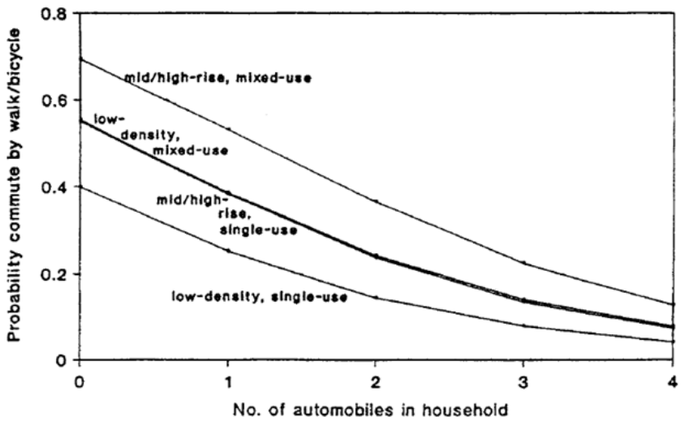


Figura 1.2. Efeito da densidade urbana e uso do solo nas viagens a pé e em bicicleta, em estudo com 45000 residências nos Estados Unidos. Fonte: Ewing e Cervero (2010).

Além da diversidade do uso do solo, Cervero aponta a necessidade de se considerar os fatores econômicos na análise do comportamento de viagens a pé (CERVERO, 2002). Apesar de este trabalho não abordar especificamente viagens a pé, suas análises servem de subsídio para pesquisas posteriores, que concluem especificamente que a diversidade do uso do solo afeta o caminhar (CERVERO e DUNCAN, 2003). Christopher Zegras também

verifica a relação entre uso do solo, forma urbana e comportamento das viagens (usos comerciais atraem viagens, vazios urbanos diminuem viagens). Segundo ele, a densidade na origem não apresentou impacto no comportamento das viagens (ZEGRAS, 2004).

Ainda com relação à forma urbana, destacam-se estudos que elencam as características que esta deve possuir para atrair viagens e se atingir a sustentabilidade urbana em uma cidade (Figura 1.3) (KENWORTHY, 2006; GEHL, 2013; WASHBURN, 2013).

Figura 1.3. A calçada como um quarto. Fonte: Washburn (2013).

De acordo a esses estudos, preferencialmente, a cidade mais sustentável deve: i. ser compacta e de uso misto; ii. com centros bem definidos de alta densidade, iii. orientada para o homem, com prioridade para o desenvolvimento de sistemas de transporte público melhores e condições para modos não motorizados, iv. possuir aumento mínimo de capacidade viária, v. proteger as áreas naturais da cidade e vi. aumentar a capacidade de produção de alimentos (KENWORTHY, 2006). Washburn, nesta linha, afirma que a caminhabilidade leva à sustentabilidade, defendendo a adoção da metodologia TOD no planejamento urbano (Transport Oriented Development).

Outros estudos que buscam compreender a relação entre o ambiente construído e a dinâmica urbana se valem do Método da Sintaxe Espacial (VAUGHAN, 2001). Esta metodologia, desenvolvida nos anos 70, tem sido adotada em alguns estudos de transporte até os dias de hoje, e tem por base conhecer o uso lógico dos espaços e suas interações físico-sociais (CARMO et al., 2012). O método expandiu a possibilidade de análises das ruas, e,

graças a ele, foi possível aferir que uma maior integração e conectividade da rede viária leva a uma maior atratividade de pedestres em caminhos mais curtos (HILLIER, 1996; PEPONIS e WINEMAN, 2002 apud KANG, 2018).

Em 2006, Anne Vernez-Moudon apresenta a teoria da vizinhança caminhável, medindo objetivamente e individualmente as variáveis na microescala por meio do método BME (Modelo Comportamental do Ambiente, ou *Behavioral Model of Environment*, em inglês) (MOUDON et al., 2006; LEE e MOUDON, 2006). Neste estudo, aponta os benefícios das ferramentas em Sistema de Informação Geográfica - SIG (ou *Geographic Information System* - GIS, em inglês), como instrumento válido para quantificar aspectos do ambiente construído. Ewing também apresenta alguns estudos com o objetivo de se medir aspectos qualitativos do desenho urbano e sua relação com caminhabilidade (EWING et al., 2006; EWING e HANDY, 2009; EWING e CLEMENTE, 2013).

Nota-se, portanto, um esforço contínuo da comunidade acadêmica, ao longo dos anos, em compreender os fatores determinantes no comportamento das viagens em geral, e, recentemente, em viagens a pé. Isso se deve à complexidade das nossas cidades quanto à sua estrutura e forma urbanas, e a multiplicidade de variáveis relacionadas a ela - físicas, sociais, econômicas, culturais e individuais. Os estudos de caminhabilidade surgiram em meio a essa necessidade, como alternativa para responder a todas essas variáveis nos deslocamentos a pé.

Com relação à caminhabilidade propriamente dita, é possível classificar, assim, os estudos em três linhas de investigação: a primeira, e que alberga um maior número de pesquisas, tem por objetivo identificar as variáveis que afetam a caminhabilidade, sejam estas intrínsecas ao usuário ou ao meio ambiente (MOUDON et al., 1997; CERVERO e DUNCAN, 2003; PIKORA et al., 2006; LEE e MOUDON et al., 2006; EWING e HANDY, 2009; KANG, 2018). A segunda, de cunho conceitual, tem por objetivo definir o termo "caminhabilidade", havendo algumas variações na literatura (BRADSHAW, 1993; POZUETA, 2000; SOUTHWORTH, 2005; SPECK, 2010; EWING e CLEMENTE, 2013). Por último, constata-se um esforço da comunidade acadêmica na criação de ferramentas e métodos para aferição da caminhabilidade, sejam estas quantitativas ou qualitativas (FERREIRA E SANCHES, 2001; SAELENS et al., 2003; FRANK et al., 2006; LESLIE et al., 2007; PARK, 2008; ABLEY e TURNER, 2011; PAIVA e SUTTI, 2017; ITDP, 2018a). Em muitos estudos, há avanços em mais de uma destas linhas, concomitantemente (FRANK et al., 2006; LESLIE et al., 2007; GEBEL et al., 2009; WANG e YANG, 2019).

De fato, esta ampla gama de estudos leva a uma falta de consenso sobre o conceito de caminhabilidade, bem como a diversidade de modelos para aferi-la, e a dificuldade de se levantar todas as variáveis - seja por fontes primárias ou in loco, seja por fontes secundárias, sendo pontos frequentemente criticados pelos pesquisadores (KRAMBECK, 2006; ABLEY e TURNER, 2011). Adicionalmente, relata-se a dificuldade ou limitação dos estudos com respeito à validação das variáveis, às formas de agregá-las, e ao peso que se deve atribuir às mesmas (LEE e MOUDON, 2003; MAGHELAL e CAPP, 2011; ITDP, 2018a).

Verifica-se que, além de estudos relacionados à área de engenharia de transporte, há também grande interesse e avanços nos estudos na área da saúde pública, que buscam correlacionar, em distintos níveis, atividade física, caminhabilidade e saúde (SAELENS et. al 2003; SALLIS et. al, 2004; HANDY, 2005; FRANK et al., 2006), ou atividade do pedestre com a forma ou desenho urbano (HANDY, 1996; EWING, 1996; MOUDON et al., 1997; HESS, 1999; CERVERO, 2002; CERVERO e DUNCAN, 2003; ZEGRAS, 2004; KENWORTHY, 2006; EWING et al., 2006; PIKORA et al., 2006, EWING e HANDY, 2009; RODRIGUES et al., 2014). De fato, revisões sistemáticas sobre o tema têm sido realizadas, confirmando esta diversidade de estudos e a interdisciplinaridade do tema (WANG e YANG, 2019).

Assim, este capítulo faz uma tentativa de abarcar estas três linhas: Primeiramente, nesta parte, tratou-se de demonstrar sucintamente a evolução dos estudos urbanos com foco no pedestre e caminhabilidade. A segunda parte trata de definir o conceito de "caminhabilidade" propriamente dito e suas nuances; a terceira, apresenta e discute ferramentas e métodos de aferição da caminhabilidade em meio urbano.

1.1.2. A Caminhabilidade - conceito

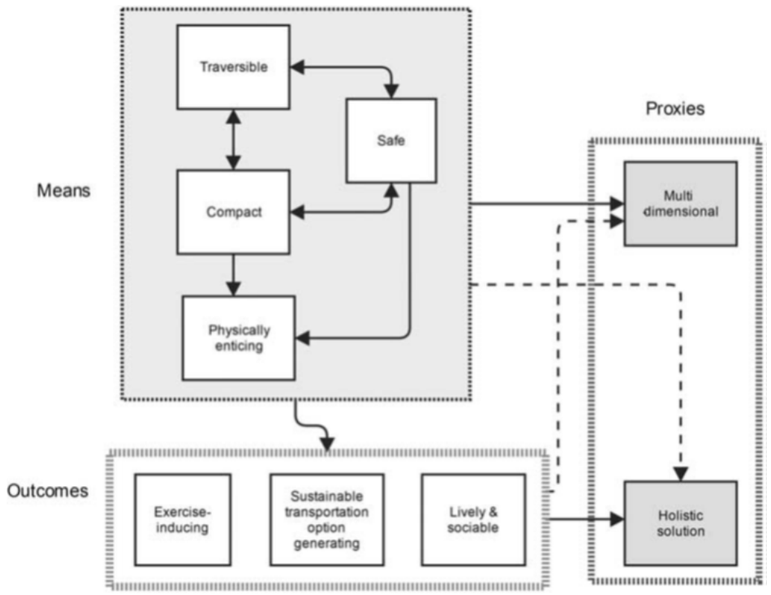
Diante do exposto anteriormente, faz-se fundamental prosseguir a discussão, com um debate acerca do conceito de caminhabilidade em si. "Caminhabilidade" e "caminhável" são termos que possuem campos em comum na engenharia de transportes, planejamento urbano e saúde, dado que os benefícios do caminhar são amplamente reconhecidos para o bem-estar social, econômico e a saúde pública de uma sociedade (ABLEY e TURNER,

2011). Mas, afinal, o que exatamente significa caminhabilidade?

Primeiramente, para compreender caminhabilidade é preciso, antes, definir o que é pedestre. Ria Lo demonstra a inúmera gama de definições possíveis, que incluem entre outros aspectos, a pessoa que se desloca a pé na cidade, a pessoa que se desloca a pé como meio de transporte, as pessoas que andam a pé ou com cadeira de rodas, entre outros. Se há variações na definição de "pedestres", há, consequentemente, variações no termo "caminhabilidade" (LO, 2009). Como já colocado na introdução, define-se pedestre nesta tese como todos os cidadãos que se locomovem a pé no meio urbano, em pelo menos parte de sua jornada diária, em suas mais variadas condições e limitações físicas: crianças, adultos, idosos, homens e mulheres, pessoas em cadeira de rodas, transportando carrinho de bebês, portadoras de necessidades especiais, etc.

Dito isso, observa-se, na literatura internacional, um esforço de diversos autores em discutir o tema da caminhabilidade e em identificar as diferentes definições para o termo (KRAMBECK, 2006; LO, 2009; MAGHELAL e CAPP, 2011; FORSYTH, 2015). Forsyth aponta, de antemão, que o termo é usado para retratar fenômenos distintos, e destaca três linhas principais de pesquisa: i. ênfase em características ou meios de se criar ambientes mais caminháveis; ii. ênfase em melhorar a vitalidade urbana e o transporte público sustentável; e iii. adotar a caminhabilidade como um "*proxy*" de melhor desenho urbano, com visão e abordagem holísticas (FORSYTH, 2015). Diante desta amplitude, Forsyth compila as diferentes abordagens em nove categorias, demonstrando a complexidade do tema (Figura 1.4).

Figura 1.4. Estrutura que vincula as definições de caminhabilidade e suas linhas de abordagem.
Fonte: Forsyth (2015).



Como bem ponderado por Lo (2009), a forma com que definimos o termo "caminhabilidade" implica diretamente no entendimento e desenho urbano dos espaços públicos e redes de transporte.

Assim, o objetivo deste item não reside em realizar uma análise exaustiva de conceitos, mas sim de enunciar as principais linhas de pensamento concernentes ao tema, considerando as áreas do conhecimento que mais apresentam trabalhos na área - planejamento urbano, saúde e engenharia de transportes (WANG e YANG, 2019). Assim, objetiva-se entender a construção deste conceito e a verificação de um possível consenso, bem como possíveis coincidências ou discordâncias com relação à caminhabilidade, a fim de adotar o conceito que mais se adeque aos objetivos deste trabalho.

Em 1993, surge, por primeira vez, o conceito de "caminhabilidade", apresentado por Christian Bradshaw no contexto da *14th International Pedestrian Conference* (BRADSHAW, 1993). Christian definiu caminhabilidade como a "qualidade do lugar", afirmando que o ambiente caminhável se caracteriza por quatro elementos essenciais: i. possui um microambiente físico amigável à caminhada; ii. possui ampla gama de destinos ativos e úteis localizados a distâncias percorríveis a pé; iii. possui um entorno capaz de moderar os extremos climáticos, com níveis aceitáveis de ruído, poluição do ar, sujeira, e ruído de motores; iv. possui uma cultura local social e diversa, aumentando a interação entre as pessoas.

Desta forma, Bradshaw propõe pioneiramente a criação de um índice composto por dez indicadores para mensurá-la: densidade, número de estacionamentos fora da rua por agregado familiar, número de lugares para sentar por domicílio, chances de encontrar alguém que se conhece enquanto caminha, idade em que uma criança pode andar sozinha, segurança do bairro do ponto de vista das mulheres, capacidade de resposta do serviço de trânsito, "lugares de significância" da vizinhança, parques, e, por fim, presença de calçadas (BRADSHAW, 1993). O índice, composto por cada um destes indicadores, possui pontuação final que varia de 0.45 a 2.00. Segundo sua publicação, infere-se que o índice foi desenvolvido com base em sua observação e experiência pessoais. Assim, ressalva-se o fato de que o índice não possui um método científico de construção de seus indicadores. No entanto, sua importância reside no pioneirismo, sendo amplamente referido na literatura como o primeiro autor a levantar esta temática de forma direta (MALATESTA, 2007; GHIDINI, 2011; CAMBRA, 2012).

Desde então, diversos autores vêm definindo o termo, com algumas nuances com relação à definição inicial. O arquiteto e urbanista Michael Southworth critica o fato de se outorgar, ao termo "caminhabilidade", a noção de qualidade, sem atribuir a esta última uma definição clara. Segundo Southworth, para se alcançar cidades mais caminháveis é necessária uma definição mais precisa, de forma a torná-la operacional com critérios de desempenho (SOUTHWORTH, 2005). Assim, define:

> *(...) "Caminhabilidade é o grau em que o ambiente construído suporta e incentiva o caminhar, com conforto e segurança, conectando pessoas com destinos variáveis dentro de um razoável espaço de tempo e esforço, oferecendo interesse visual ao longo da rede."*
>
> *Southworth, 2005, pp. 247-248*

Segundo Southworth, um ambiente "altamente caminhável" é aquele que convida a caminhar em uma rede de percursos conectada, que possibilita acessar locais do cotidiano das pessoas. Com relação ao conforto e segurança, enfatiza a facilidade de se cruzar as vias, para todos os pedestres, incluindo-se todas as idades e graus de mobilidade individual. Valoriza a presença de vegetação e tratamento paisagístico, e a conexão a outros meios de transporte coletivos, a fim de se minimizar o uso do automóvel. Por fim, dá ênfase à experiência visual do pedestre, e defende que uma alta caminhabilidade também suporte viagens a pé com fins utilitários, sejam estes com fins de trabalho, ócio, prazer ou saúde (SOUTHWORTH, 2005).

Adicionalmente, estabelece seis atributos para se lograr uma rede caminhável: i. conectividade da rede, na escala local e global; ii. conexão com outros modais de transporte; iii. diversidade no uso do solo; iv. segurança no trânsito e quanto à criminalidade; v. qualidade do percurso (pavimentação, paisagem, sinalização, iluminação); vi. contexto do percurso (desenho da rua, interesse visual, transparência, definição espacial, paisagem, e explorabilidade geral).

Outra vertente de estudos em caminhabilidade, ligados à área da saúde, definem caminhabilidade de maneira ligeiramente distinta. Nesta vertente, há estudos em que a caminhabilidade é definida como a capacidade de um bairro em suportar um estilo de vida com atividade física (CARR et al, 2011). Em outras linhas, relacionam atividade física

e transporte ativo, e indicam que a caminhabilidade é definida pela densidade residencial, uso misto do solo e conectividade das ruas, medida a partir de um índice (FRANK et al., 2006, SAELENS et al., 2003, SAELENS e HANDY, 2008). Leslie et.al. (2007), por sua vez, também define caminhabilidade por meio do ambiente construído e uso do solo. A seguir, algumas destas definições:

> *"(...) índice de caminhabilidade como medida composta do ambiente construído, computando, por meio de z scores, densidade residencial neta, densidade de intersecções, uso diversificado do solo e superfície de locais comerciais"* *(FRANK et.al., 2006, pp.77)*
>
> *"(..) a medida em que as características do ambiente construído e do uso do solo podem ou não ser propícias para a caminhada de residentes, seja para fins de lazer, exercício ou recreação, para acessar serviços ou para viajar a trabalho."*
>
> *(LESLIE et.al., 2007, pp.113)*

Mais recentemente, o ITDP (Institute for Transportation and Development Policy) abordou a caminhabilidade de maneira muito semelhante à de Leslie, definindo-a como "a medida em que as características do ambiente urbano favorecem a sua utilização para deslocamentos a pé" (ITDP, 2018a). De acordo ao ITDP, a caminhabilidade abrange não apenas aspectos físicos do ambiente construído, mas inclui atributos do uso do solo, política e gestão urbana, e saúde.

Há outras definições mais simplificadas, como a proposta por Abley e Turner (2011), que a definem como o grau em que o ambiente construído é amigável à caminhada. Uma conceituação mais recente, presente em uma revisão bibliométrica do tema, mescla estes dois conceitos, e define caminhabilidade como "o grau em que o ambiente construído é amigável para as pessoas que andam, o que beneficia a saúde dos residentes e a vitalidade das cidades" (WANG e YANG, 2019).

Ghidini, como Bradshaw, afirma que "a caminhabilidade é uma qualidade do lugar; o caminho que permite ao pedestre uma boa acessibilidade às diferentes partes da cidade, garantido às crianças, aos idosos, às pessoas com dificuldades de locomoção e a todos" (GHIDINI, 2011). Ghidini argumenta que quando há caminhabilidade, há indução

ao caminhar como forma de deslocamento efetiva. Para tanto, reforça a necessidade de se comprometer recursos para reestruturar física e socialmente as cidades.

Já para o urbanista Jeff Speck (2012), a caminhabilidade é o que funciona melhor nas cidades, sendo "um fim e um meio", e também uma "medida", principalmente da vitalidade urbana. O autor não define claramente o termo, mas aborda o assunto a partir do que chama de "Teoria Geral da Caminhabilidade", estabelecendo "dez passos" para garanti-la:

> *"A Teoria Geral da Caminhabilidade explica que, para ser favorecida, a caminhada deve satisfazer quatro condições principais: deve ser útil, segura, confortável e interessante. Cada uma dessas qualidades é essencial e nenhuma sozinha é suficiente. (...)"*
>
> *(SPECK, 2012, pp. 11-12)*

Na perspectiva de Speck, útil se refere a uma localização próxima dos destinos do cotidiano; a segurança se refere à segurança no trânsito e à segurança percebida; confortável significa que as ruas urbanas sejam configuradas como "salas de estar ao ar livre"; e, por fim, "interessante" significa que as calçadas devem possuir edifícios com fachadas amigáveis.

Pozueta, apesar de não fazer referência exata ao termo "caminhabilidade", define o conceito de "cidade caminhável", que vale enquadrar nesta discussão teórica:

> *"(...) A forma de aumentar os deslocamentos a pé consiste em desenhar as cidades, bem como cada uma de suas áreas, de forma que o andar a pé seja viável para a maioria dos deslocamentos urbanos necessários. Em outras palavras, desenhar cidades "caminháveis" significa situar a distâncias praticáveis a pé os pontos de origem e destino da maioria das viagens urbanas (residências, comércio, escola, trabalho, áreas esportivas, ócio, etc.), algo que ainda se encontra em cidades históricas com mais de 100.000 habitantes (...) Fazer uma cidade "caminhável", portanto, implica regular as condições de localização relativa das distintas atividades urbanas e oportunidades imobiliárias, bem como considerar as densidades edificadas, mediante as quais as distâncias se mantém dentro dos limites do deslocamento de pedestres. (...)*
>
> *(POZUETA, 2000, pp. 63)*

Por fim, Pozueta afirma que os percursos de pedestres devem ser: i. funcionais (conectar zonas de origem e destino sem esperas desnecessárias); ii. seguros (no trânsito e social); iii. confortáveis (pavimentação e inclinação da via, pouco ruidosa, com zonas de sombra, proteção da chuva, com equipamentos urbanos); e iv. atrativos (zonas com atividades, com vistas, ritmo, monumentos etc.).

Convém mencionar que há, ainda, estudos que contrapõem medidas objetivas do ambiente construído com medidas percebidas (GEHL, 1971; RAPOPORT, 1987; MOUDON et al., 2006), ideia que foi incorporada por alguns estudos de caminhabilidade, resultando no termo "caminhabilidade percebida" (GEBEL et al., 2009; EWING e CLEMENTE, 2013). Geralmente, o termo é adotado em contraposição à "caminhabilidade objetiva", ou seja, medida a partir das condições do ambiente construído. Gebel et al. sugerem que possa haver uma dimensão subjacente às percepções das pessoas sobre os atributos do ambiente construído, e que, sendo assim, seu índice de caminhabilidade deve ser revisado, incluindo-se medidas compostas de percepções. Reid Ewing e Otto Clemente, por sua vez, desenvolveram uma metodologia para aferição da caminhabilidade percebida, de acordo a aspectos subjetivos elencados em definições de autores clássicos de planejamento urbano, como, por exemplo o conceito de imaginabilidade de Lynch (EWING e CLEMENTE, 2013).

Por fim, vale apresentar uma recente, porém relevante conotação do termo para esta tese: o conceito de caminhabilidade "dinâmica" (AL SHAMMAS e ESCOBAR, 2019). Segundo estes, a caminhabilidade é dinâmica e pode ser computada a qualquer horário do dia e do ano, sendo uma forma de abordar o tema compatível com estudos em conforto ambiental urbano.

Diante do exposto anteriormente, confirma-se a amplitude de definições e alcances do conceito de caminhabilidade, conforme já constatado em estudos prévios (LO, 2009; FORSYTH, 2015). Verifica-se, de forma geral, que o conceito de caminhabilidade evoluiu desde sua primeira aparição, em 1993. No entanto, todas as definições do tema guardam a importância dos aspectos qualitativos do ambiente, ainda que em maior ou menor grau de ênfase. Verifica-se também a importância atribuída ao meio físico em todos os trabalhos.

Ainda, com relação à literatura internacional, nota-se um consenso de que fatores relacionados ao uso do solo e à paisagem da rua (*streetscape*) influenciam a qualidade do

ambiente pedonal e a quantidade de pedestres utilizando determinado espaço (LO, 2009).

Verificam-se trabalhos que enfatizam aspectos do percurso urbano em si, na escala da rua ou bairro (SOUTHWORTH, 2005; POZUETA, 2000; SPECK, 2012); enquanto outros abarcam a caminhabilidade de um ponto de vista mais abrangente, adotando medidas urbanas de maior escala - densidade, por exemplo, para aferir locais com caminhabilidade (FRANK et. Al, 2006; LESLIE et al., 2007). Há também a dimensão individual da caminhabilidade, seja em termos de esforço físico ao caminhar, condições de locomoção ou percepção do meio (BRADSHAW, 1993, GHIDINI, 2011; GEBEL et al., 2009; EWING e CLEMENTE, 2013). Estudos recentes enfocam no dinamismo da caminhabilidade (AL SHAMMAS e ESCOBAR, 2019), podendo esta ser uma ferramenta útil de acordo ao objeto da pesquisa. De fato, Abley e Turner (2011) já concluíram essa necessidade de se abordar a caminhabilidade desde uma perspectiva "não-estática", em seus estudos. Por fim, mas não menos importante, é a dimensão do conceito em termos de políticas públicas e governança (ITDP, 2018a), como por exemplo, ao considerar segurança no trânsito, segurança pública, e a contribuição da caminhabilidade para a vitalidade urbana (WANG e YANG, 2019). A seguir, apresenta-se um quadro-síntese (Quadro 1.1) das definições de caminhabilidade, por autor[1]:

[1] É importante ressaltar que o quadro-síntese aqui apresentado não analisa os aspectos que cada um dos estudos enumera como relevantes nos estudos de caminhabilidade. A análise, aqui, restringe-se única e exclusivamente à definição do termo "caminhabilidade", tal como apresentado pelos autores em seus trabalhos. A título de exemplo, Bradshaw define o termo apenas como "a qualidade do lugar", mas, posteriormente, e ao criar um índice, discorre sobre vários elementos contidos no quadro, como, por exemplo, segurança, conforto etc.

Quadro 1.1. Síntese de aspectos abordados em diferentes conceitos de caminhabilidade.

Definição do Conceito de Caminhabilidade/ Autores	Qualidade do Lugar	Aspectos Visuais	Aspectos do ambiente físico	Conforto Ambiental/ Clima	Densidade urbana	Uso do solo diverso	Distância ao transporte	Presença de destinos/ Atratividade	Conectividade	Tempo de deslocamento	Esforço físico	Percepção	Saúde/ atividade física	Aspectos Culturais e Sociais	Segurança no trânsito	Segurança Pública	Política/ Governança	Vitalidade Urbana	Dinâmica
Bradshaw, 1993	x		x																
Southworth, 2005		x	x	x				x	x	x	x				x	x			
Pozueta, 2000			x		x	x	x	x											
Frank et. al, 2006			x		x	x		x	x				x						
Leslie et. al, 2007			x			x		x											
Gebel et. al, 2009			x									x							
Carr et al., 2011			x										x						
Ghidini, 2011	x							x	x										
Abley e Turner, 2011			x																
Speck, 2012		x	x	x											x	x			
Ewing e Clemente 2013		x	x									x							
Wang e Yang, 2019			x															x	
ITDP, 2018a			x			x							x				x		
Al Shammas e Escobar, 2019				x															x

Fonte: Elaboração própria.

Em termos de definição conceitual, o conceito trazido por Southworth é o mais completo, pois abarca, em maior ou menor grau, a maioria das dimensões da caminhabilidade. É ainda, a definição mais proeminente entre pesquisadores ligados ao desenho urbano (FORSYTH, 2015).

Por esta razão, é o conceito adotado neste trabalho, com adaptações. Em função dos objetivos desta tese, que pretende abarcar as relações da caminhabilidade e conforto ambiental, considerou-se pertinente adicionar a noção de que a caminhabilidade não é um retrato estático de um ambiente, sofrendo variações ao longo do dia, em função das condições construídas e naturais do meio:

"Caminhabilidade é o grau em que o ambiente construído, em determinado momento, suporta e incentiva o caminhar, com conforto e segurança, conectando pessoas com destinos variáveis dentro de um razoável espaço de tempo e esforço, oferecendo interesse visual ao longo da rede."

Definição da autora, adaptado de Southworth (2005).

Em suma, pode-se afirmar que: i. a caminhabilidade é um termo multidisciplinar; ii. que o termo evoluiu ao longo dos anos, de acordo a diferentes objetivos de pesquisa e áreas do conhecimento; iii. que é um termo ainda em construção, dado que multiplicidade de variáveis no meio urbano que afetam a caminhabilidade não estão validadas por completo; iv. que possui uma dimensão dinâmica, podendo variar ao longo do tempo; v. não possui um consenso, apesar de possuir alguns consensos quanto às suas condicionantes.

1.2. AS ESCALAS DA CAMINHABILIDADE

A fim de acrescentar mais um ponto de discussão neste capítulo teórico, considera-se necessário distinguir as escalas da caminhabilidade, de acordo aos objetos e objetivos dos estudos sobre o tema.

Como visto nos itens anteriores, vários estudos indicam a dificuldade de se levantar as variáveis ou indicadores que afetam a caminhabilidade, sejam estas obtidas por fontes primárias - medidas *in loco*, por exemplo - ou obtidas a partir de dados secundários, como dados censitários. Este levantamento, por vezes, demanda tempo, além de recursos humanos e econômicos (CAMBRA, 2012; ITDP, 2018b). De forma simplificada, pode-se afirmar que, para ser o mais precisa possível, uma ferramenta altamente complexa é necessária. Para ser utilizada num contexto de tomada rápida de decisões, uma ferramenta simplificada é preferível (ITDP, 2018b).

Para isso, a análise da caminhabilidade deve contemplar tipos de análises efetivas em custo e tempo, que possibilite se trabalhar com dados previamente disponíveis (estatísticos e geográficos), e, ao mesmo tempo, possibilitar análises mais detalhadas, em que há disponibilidade de tempo e recursos para realizar intervenções (CAMBRA, 2012).

Baseado nesta premissa, o ITDP Global lançou uma ferramenta de aferição de caminhabilidade intitulada *Pedestrians First*, que classifica a caminhabilidade em três escalas: metropolitana, de bairro, e de rua (ITDP, 2018b). A ferramenta considera que cada uma das métricas contidas nestas escalas possa ser medida e avaliada independentemente, a fim de guiar intervenções em contextos específicos.

Cambra (2012), por sua vez, propõe quatro níveis: global (nível da cidade ou metrópole), macroescala (nível do bairro), mesoescala (trajetos em que há deslocamento a amenidades) e microescala (nível da rua). Cada escala propicia um nível de entendimento, sendo a macroescala mais adequada à caracterização das condições dos pedestres no nível do bairro, e a microescala (nível da rua), mais adequada à identificação da qualidade destas condições (CAMBRA, 2012).

Outros índices, por sua vez, dão ênfase a apenas uma destas escalas. Exemplo disso é a ferramenta "*Global Walkability Index*", desenvolvida pelo Banco Mundial, e que também corresponde ao índice de caminhabilidade adotado em Portland e Kansas (KRAMBECK, 2006; LO, 2009). A ferramenta serve de comparação, quanto à caminhabilidade, entre diversas cidades do mundo. Assim, dá ênfase à macroescala, e tem como foco os aspectos da caminhabilidade que podem ser resolvidos a curto e médio prazos. Assim, elenca variáveis "universalmente aplicáveis", tais como segurança nos cruzamentos, segurança percebida, e acessibilidade (LO, 2009). Outras, por exemplo, dão ênfase à escala da rua em si, como o iCAM, também desenvolvido pelo ITDP (2018a). Mais detalhes sobre cada um destes indicadores podem ser consultados mais adiante, neste capítulo.

Como este trabalho tem por premissa verificar as relações entre caminhabilidade e conforto ambiental como subsídio a estratégias de planejamento estratégico urbano, faz-se essencial lidar com estas distintas escalas. Desta forma, buscou-se sintetizar estas escalas de acordo à seguinte classificação (Quadro 1.2):

Quadro 1.2. As escalas da caminhabilidade.

AS ESCALAS DA CAMINHABILIDADE			
	MACROESCALA	**MESOESCALA**	**MICROESCALA**
Objeto	Cidades ou regiões metropolitanas	Unidade de Vizinhança (bairro)	Segmento de rua ou a Paisagem da Rua (*Streetscape*)
Objetivo	Auxiliar na tomada de decisões de políticas públicas; Comparar municípios ou regiões metropolitanas. Em megalópoles, comparar subprefeituras ou outro agrupamento territorial de bairros (zonas OD, por exemplo)	Auxiliar na tomada de decisões de políticas públicas; estratégias de desenho urbano; Comparar bairros ou conjunto de quadras	Auxílio na tomada de decisões de políticas públicas; estratégias de desenho urbano; comparar ruas;
Variáveis	devem ser simples, fáceis de medir	dados mais precisos que a macroescala, pode requerer mais recursos humanos e de tempo	dados mais precisos que a mesoescala, requer mais recursos humanos e de tempo
Levantamento de Variáveis	dados de entrada previamente disponíveis ou de fácil manipulação (estatísticos ou geográficos)	dados de entrada previamente disponíveis ou de fácil manipulação (estatísticos ou geográficos), associados a dados primários na escala do bairro;	dados de entrada previamente disponíveis ou de fácil manipulação (estatísticos ou geográficos), associados a dados primários na escala da “streetscape”
Tipo de Indicador	Quantitativo	Quantitativo e/ou Qualitativo	Quantitativo e/ou Qualitativo

Fonte: Elaboração Própria.

1.3. A AFERIÇÃO DA CAMINHABILIDADE

A literatura acadêmica concernente à caminhabilidade não possui, ainda, uma definição consensual sobre o tema, conforme explanado previamente. Consequentemente, as métricas e ferramentas de aferição da caminhabilidade e de seu desempenho também variam substancialmente, de acordo ao objeto e objetivos da pesquisa. Assim, o objetivo deste item é apresentar algumas destas métricas e discuti-las.

Desta forma, são debatidos os principais índices ou auditorias de caminhabilidade existentes, a nível nacional e internacional. Não se pretende abordar o assunto de forma exaustiva, mas sim elucidar, cronologicamente, as ferramentas mais citadas na literatura, as diferentes formas de abordagem do tema, e as diferentes metodologias utilizadas (HANDY, 2005; KRAMBECK, 2006; MAGHELAL e CAPP, 2011; CAMBRA, 2012; CARVALHO, 2018). Foram analisadas 24 ferramentas, expostas sucintamente em ordem cronológica. Na sequência, apresenta-se uma discussão comparada entre os achados desta etapa da fundamentação teórica.

Por fim, considera-se importante mencionar aqui que existem, ainda, outros indicadores que abarcam temas correlatos, relacionando forma e meio ambiente urbano com viagens a pé. Com o intuito de mencionar alguns, existem indicadores que avaliam condições de calçadas (FERREIRA e SANCHES, 2001); calculam volumes de pedestres (FRUIN, 1971; HCM2000, 2010; TALAVERA-GARCIA et al., 2013), calculam índices de atratividade (CRUZ et al., 2015), aferem a microacessibilidade do meio urbano (KRONKA e MONTEIRO, 2014), medem o bem-estar urbano (RIBEIRO e RIBEIRO, 2013), dentre outros. A pesquisa pautou-se por priorizar a análise nas ferramentas diretamente relacionadas à caminhabilidade. Não cabe aqui, portanto, fazer uma extensa análise destes outros indicadores, mas é importante salientar que também são fontes úteis de consulta, já que tocam questões que dialogam diretamente com a caminhabilidade. No anexo 1, apresenta-se um quadro síntese de todos os trabalhos avaliados com índices relacionados a percursos de pedestres, e que são, direta ou indiretamente, relacionados à caminhabilidade.

1.3.1. BRADSHAW, 1993

Conforme mencionado anteriormente, Christian Bradshaw foi o primeiro a definir caminhabilidade, propondo a criação de um índice composto por dez indicadores. Cada indicador recebe pontuação que varia entre 1 e 4. A pontuação final dividida por 20 produz um índice entre 0.45 e 20. O cálculo considera também levantamentos in loco e entrevistas com pedestres. Dentre os parâmetros avaliados, considera parâmetros de distintas escalas, como por exemplo, a densidade, as chances de encontrar alguém que se conhece enquanto caminha, a segurança do bairro do ponto de vista das mulheres, a capacidade de resposta do serviço de trânsito, dentre outros.

1.3.2. SAELENS et. al, 2003

Desenvolvido em 2002, o índice NEWS - *Neighborhood Environment Walkability Scale* (SAELENS et al., 2003) tem por objetivo avaliar a percepção dos residentes quanto a características do desenho urbano relacionadas à atividade física, tendo sido validada em diversos países e aprimorada ao longo dos anos. Cada parâmetro avaliado é considerado como uma subescala com classificações que variam de 1 a 4 (com exceção da diversidade do uso do solo (que varia de 1 a 5) e a densidade residencial (varia de 177-473). Valores mais altos nesta classificação indicam que o ambiente é mais favorável à caminhabilidade. Considera como prioritários a densidade residencial, o uso misto do solo, o acesso a serviços, a conectividade da rua, a presença de locais para andar a pé ou de bicicleta, estética do entorno, segurança do pedestre e do trânsito, segurança (crime), e a satisfação da vizinhança. O NEWS alia métodos estatísticos a entrevistas e monitoramento de atividade física por meio de acelerômetros.

1.3.3. PIKORA et al., 2006

SPACES - *Systematic Pedestrian and Cycling Environmental Scan* - é uma ferramenta de auditoria criada em 2000, na Austrália, para medir atributos relevantes do ambiente local que influenciam o andar a pé e em bicicleta (PIKORA et al., 2006). O instrumento é utilizado em conjunto com ferramentas adicionais baseadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG) e adota métodos estatísticos e levantamento de campo. As características avaliadas são agrupadas em quatro categorias: funcionais, de segurança, estéticas e com relação ao destino das viagens (Figura 1.5). A aplicação da ferramenta em diversos estudos conclui que os fatores urbanos que influenciam o caminhar dependem do motivo da viagem.

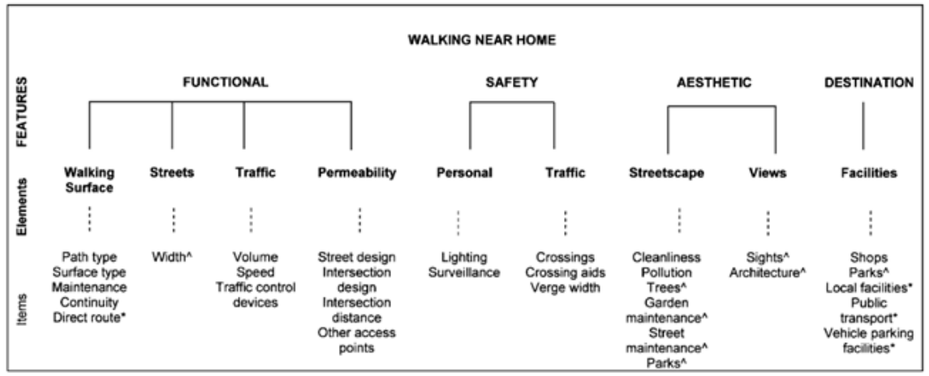


Figura 1.5. Sistematização das variáveis ambientais analisadas pela ferramenta SPACES. Fonte: Pikora et al. (2006).

1.3.4. KRAMBECK, 2006

Conforme apresentado previamente, a ferramenta GWI - *Global Walkability Index*, foi desenvolvida internamente pelo Banco Mundial (KRAMBECK, 2006; LO, 2009). A ferramenta serve de comparação, quanto à caminhabilidade, entre diversas cidades do mundo, e tem como foco os aspectos da caminhabilidade que podem ser resolvidos a curto e médio prazos. A aplicação do método se dá por meio de estatística, questionários e levantamento *in loco*. Assim, elenca quatorze variáveis "universalmente aplicáveis", tais como segurança nos cruzamentos, segurança percebida, e acessibilidade, agrupadas em 3 componentes (segurança e seguridade, conveniência, e atratividade e suporte público). Ao trabalhar com muitos indicadores, o próprio índice relata a dificuldade de se levantar todas as variáveis em campo, o que torna sua aplicação mais difícil e subjetiva.

1.3.5. FRANK et al., 2006

Frank et. al (2006) apresentam um estudo que busca correlacionar o ambiente construído urbano e atividade física. É um índice amplamente adotado em outros estudos, diretamente ou de forma adaptada. Como os demais índices, as análises se dão por meio de estatísticas e levantamento *in loco*, seguidos de uma espacialização dos resultados em GIS. O índice de caminhabilidade proposto, denominado NQLS (*Neighborhood Quality of Life Study*,

em inglês) comporta quatro componentes: densidade residencial neta; proporção, em área, de comércio no local; conectividade viária (densidade de intersecções) e uso do solo (a partir de um cálculo de entropia, considerando cinco tipos de uso do solo). Os quatro componentes são normalizados por meio de um "z score", e compõem a seguinte expressão:

"Caminhabilidade= [(2z conectividade) +(z2 densidade residencial neta) + (z área de comércio) + (z uso do solo)]"

Segundo os autores, a conectividade tem maior peso devido a estudos prévios que confirmam sua importância na caminhabilidade. Os estudos que aplicaram esta metodologia verificam a existência de uma forte relação entre caminhabilidade e saúde. Apesar de ser pensado inicialmente para fins de saúde, é atualmente um dos índices mais difundidos, em diversas áreas, por sua fácil aplicação na macroescala.

1.3.6. CLIFTON et al., 2007

Clifton e colegas da Universidade de Maryland desenvolveram uma auditoria de caminhabilidade intitulada PEDS (*Pedestrian Environmental Data Scan*, em inglês) (CLIFTON et al., 2007). A ferramenta tem por objetivo capturar uma série de elementos do ambiente construído e natural, criado a partir da análise de sete outros índices desenvolvidos por universidades ao redor do mundo. Baseado no índice de Pikora et al. (SPACES) a auditoria consiste em um *checklist* com 83 itens, que contempla uma análise visual do ambiente, incluindo os seguintes parâmetros: análise subjetiva do segmento de rua (percepção), aspectos ambientais, instalações voltadas a pedestres, atributos viários, e aferição do ambiente para a caminhada e uso da bicicleta. A auditorias considera dados extraídos de levantamentos *in loco* e a aplicação de questionários. A espacialização dos resultados se dá em SIG. É necessário realizar um treinamento para aplicá-lo.

1.3.7. LESLIE et al., 2007

O índice de caminhabilidade proposto por Leslie et al. (2007) é uma ferramenta australiana adaptada do índice de Frank et al., explanado anteriormente. O índice se insere no contexto do projeto PLACES (*Physical Activity in Localities and community Environments*), que tem por objetivo correlacionar caminhabilidade e saúde. A relevância do índice se insere

na ênfase dada à possibilidade de se explorar as potencialidades do Sistema de Informação Geográfica - SIG, denotando seu elevado potencial para analisar, construir e espacializar índices de caminhabilidade, a partir das medidas de forma urbana mais adotadas nas áreas de transporte, desenho urbano e planejamento urbano. As variáveis analisadas são as mesmas propostas pelo índice de Frank et al. A ferramenta permite uma análise na macroescala e mesoescala, mas não aborda aspectos da microescala, como acessibilidade, por exemplo.

1.3.8. PARK, 2008

O índice de caminhabilidade *Path Walkability* (PARK, 2008) resulta de uma tese de doutorado da Universidade de Berkeley. O índice é composto de 42 indicadores, agrupados em oito categorias: características do meio-fio, cruzamentos de pedestres, zonas de buffer (controle), calçada, instalações das calçadas, escala e envoltória, edifícios vizinhos e propriedades. O índice parte da importância das medições *in loco*, ou seja, com foco na microescala. O método se utiliza do que se conhece na estatística por "análise fatorial", como forma de abordar a multiplicidade de variáveis relacionadas à caminhabilidade em meio urbano, com o intuito de reduzir as chances de multicolinearidade das variáveis.

1.3.9. EVANS, 2009

Graeme Evans criou o índice SDI - *Street Design Index* (EVANS, 2009), com indicadores pensados para promover a acessibilidade, incluindo aspectos de percepção de segurança e criminalidade nas viagens. Os indicadores variam desde a macroescala ("macro elementos da auditoria de desenho urbano"), à microescala (elementos de desenho urbano para auditoria da rua). Evans considera no seu índice o uso do solo, a presença de janelas e fachadas ativas, paredes e barreiras, rotas baseadas no medo, dentre outros. Afirma, ainda, que o desenho urbano é melhor analisado quando se trabalham nas dimensões 2D e 3D. Há uma grande ênfase em adotar ferramentas em SIG, como Leslie et al. Neste aspecto, nota-se um esforço em traduzir aspectos do ambiente urbano a variáveis aplicáveis à ferramenta.

1.3.10. GEBEL et al., 2009

O trabalho de Gebel et al. (2009) consiste na aferição de possíveis correlações entre caminhabilidade percebida e caminhabilidade objetiva. Desta forma, cria um método misto no qual avalia parâmetros de caminhabilidade a partir de métodos estatísticos, ferramentas em SIG e pesquisas por e-mail. Os autores aliam dados do projeto PLACES combinadas com a metodologia do índice NEWS, ambos explanados anteriormente. Assim, cada indicador avaliado (densidade, conectividade, uso misto do solo e densidade de comércio) é medido duas vezes, sendo a primeira medição a partir de métricas objetivas, e a segunda, a partir da percepção do usuário. Ao fazer esta contraposição, Gebel et al. concluem que a percepção da caminhabilidade está mais fortemente atrelada a antecedentes cognitivos e comportamentais do que a medidas objetivas do meio urbano.

1.3.11. CARR, et al., 2011

Criada pelo mercado imobiliário em 2007, *Walkscore* é uma ferramenta *on line* amplamente difundida, tanto em nível acadêmico, como em nível prático, por sua extrema facilidade de aplicação (CARR et al., 2011). Permite, por meio de um endereço eletrônico, que se avalie a caminhabilidade a partir de qualquer endereço do globo, considerando a análise das rotas caminháveis a treze tipos de amenidades locais, atribuindo pontuações ao endereço. Quando um endereço possui amenidades presentes a menos de 5 minutos a pé (400 metros), atribui-se a ele a máxima pontuação. Por outro lado, quando a distância a ser percorrida ultrapassa 30 minutos de caminhada, atribui-se zero pontos ao local. A ferramenta coleta dados de páginas públicas como *Google*, *Education.com*, *Open Street Map*, *The U.S. Census*, *Localize*, e locais adicionados pela comunidade de usuários *Walkscore*. A classificação de determinado endereço se dá da seguinte forma (Quadro 1.3):

Quadro 1.3. Pontuação do *Walkscore*

PONTOS	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
90–100	Walker's Paradise	Pedestres não necessitam carro.
70-89	Very Walkable	Muitos destinos podem ser acessíveis a pé.
50-69	Somewhat Walkable	Alguns destinos podem ser acessíveis a pé.
25-49	Car-Dependent	A maioria dos destinos é acessado por automóveis.
0-24	Car-Dependent	Quase todos os destinos são acessados por automóveis

Fonte: Página web do *Walkscore*[2].

[2] Disponível em: <http://walkscore.com>. Acesso em: 02 dez. 2022.

Apesar de ser empregada mundialmente e de fácil aplicação, oferece uma visão restrita de caminhabilidade, ao classificá-la em um determinado local apenas com base em um único indicador.

1.3.12. ABLEY e TURNER, 2011

Abley e Turner aplicam em seu trabalho a combinação de dois métodos de cálculo relacionados à caminhabilidade (ABLEY e TURNER, 2011). O primeiro, consiste em coletar percepções das pessoas no ambiente construído, utilizando a metodologia do guia NZTA (*New Zealand Transport Agency*) com a metodologia de coleta sistemática de variáveis físicas e operacionais anteriormente proposta por Abley. Assim, sua metodologia consiste na aplicação de distintas fórmulas, de acordo ao que se queira avaliar no percurso de pedestres. Os estudos concluem dois aspectos interessantes com relação à caminhabilidade: primeiramente, relata-se as dificuldades de se medir a caminhabilidade ao longo do dia (visão estática da caminhabilidade); e, em segundo, ressalta a necessidade de abranger pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida nos modelos.

1.3.13. CAMBRA, 2012

Cambra (2012) propõe um índice de caminhabilidade adaptado a partir do índice de Frank (2005), com foco na espacialização dos resultados na ferramenta SIG. Como já explanado anteriormente, propõe quatro níveis de análise da caminhabilidade: global (nível da cidade ou metrópole), macroescala (nível do bairro), mesoescala (trajetos em que há deslocamento a amenidades) e microescala (nível da rua). Cada escala propicia um nível de entendimento, sendo a macroescala mais adequada à caracterização das condições dos pedestres no nível do bairro, e a microescala (nível da rua), mais adequada à identificação da qualidade destas condições. Na microescala, a análise é qualitativa e considera o clima e iluminação como um dos elementos na análise de conforto. O índice já foi replicado em outros estudos (CAMBRA, 2015; CAMBRA, 2017).

1.3.14. ADKINS et al., 2012

A auditoria de caminhabilidade proposta por Adkins e colegas combina duas ferramentas: auditorias ambientais e mapeamento a partir de respostas de usuários (ADKINS et al., 2012). Com isso, testam a influência das características do ambiente construído na microescala (segmento de rua). Conclui quais são as componentes do ambiente construído que afetam as percepções de atratividade para caminhar: ruas verdes, separação de tráfego de veículos, conectividade da rede de pedestres, parques e "abertura limitada". A auditoria de caminhabilidade possui 50 itens de avaliação e é baseada em outros estudos, como o PEDS, proposto por Clifton. No caso dos mapas baseados nas respostas dos usuários (*survey-based respondent mapping tool*), mediu-se a atratividade como variável dependente. O trabalho consistiu em pedir aos respondentes marcarem no mapa os locais em que gostavam de caminhar, e um "x" onde não gostavam de caminhar. O estudo sugere aplicação em outros contextos para validação da metodologia.

1.3.15. HINO et al., 2012

O índice de caminhabilidade do projeto ESPAÇOS de Curitiba se insere no marco do projeto internacional IPEN-Study, que tem por objetivo avaliar os efeitos do ambiente construído e renda sobre a atividade física (HINO et al., 2012). Esta aferição é feita a partir de um índice de caminhabilidade, composto pelos mesmos indicadores de Frank et al. (2006): densidade residencial, conectividade das ruas, uso diversificado do solo e densidade comercial. Utilizou-se a plataforma SIG, entrevistas com participantes e uso de acelerômetros para medição do nível de atividade física.

1.3.16. RODRIGUES et al., 2014

Este índice de caminhabilidade é proposto a partir da Teoria dos Grafos (RODRIGUES et al., 2014). A Teoria dos Grafos 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), na qual o movimento de pessoas, mercadorias e informações podem ser modelados. Assim, reúne vários indicadores que estudam a eficiência de uma rede no geral e, em particular, a rede de caminhos. A ênfase do índice está na escolha dos indicadores mais adequados para representar o desenho urbano. Ainda, tem por objetivo investigar a influência da rede de caminhos na propensão a andar a pé. Sugerem uma escala exploratória de indicadores de fácil obtenção, que possa servir para intervenções focadas em PGV - Pólos Geradores de Viagens de pedestres. Classifica o desenho em nós (densidade de intersecções), ligações (número de ruas sem saída e densidade de ruas) e ciclos (densidade de quarteirões).

1.3.17. STOCKTON et al., 2016

Stockton e colegas desenvolveram um índice de caminhabilidade para Londres, com aplicação do mesmo em uma região da cidade, com foco na relação entre caminhabilidade, saúde e atividade física. Relata que a maioria dos índices validados são de origem norte-americana ou australiana, e que os indicadores de caminhabilidade mais comuns - conectividade das ruas, densidade residencial e uso misto do solo - são diferentes nas cidades europeias. Assim, criam um índice para Londres, com base nos mesmos indicadores, mas com valores de referência distintos. Testam os indicadores em três escalas administrativas, testando três agrupamentos de usos do solo distintos. Utilizam a plataforma SIG para espacializar os resultados (Figura 1.6). Os achados dos estudos identificam forte correlação entre alta caminhabilidade e caminhar.

Figura 1.6. Mapas de caminhabilidade para Londres. Fonte: Stockton et. al (2016).

1.3.18. PAIVA e SUTTI, 2017

A fim de elucidar alguns trabalhos desenvolvidos no contexto brasileiro, foram levantados também alguns índices criados em âmbito nacional. Um deles é o ICR - Índice de Caminhabilidade de Ruas, proposto por Paiva e Sutti (2017) a partir de uma aplicação no município de Jundiaí-SP. Este índice tem por premissa somar, num único indicador, três categorias de avaliações: técnica, de percepção cidadã e o *Walkscore* (este último já apresentado

anteriormente). É um indicador em que cada avaliador pode atribuir maior ou menor peso a cada um dos componentes, a depender do caso e dos resultados obtidos em cada uma das avaliações. O trabalho inclui a participação cidadã, com oficinas e mapas afetivos, por exemplo, dando ênfase à percepção do pedestre. Por fim, como conclusões do trabalho, ressalta o potencial de se explorar a caminhabilidade desde a perspectiva do conforto térmico e acústico. Assim como a grande maioria dos índices propostos, não se observou validação científica do método, mas logrou-se aplicar os resultados da aplicação piloto em intervenções urbanas concretas, gerando melhorias no desenho urbano local. Como resultado, também foram elaborados mapas de potencialidades das regiões analisadas.

1.3.19. SILVA et al., 2018

Silva e colegas criaram uma auditoria de caminhabilidade para aferição da caminhabilidade de pessoas idosas (SILVA et al., 2018). Para tanto, adotaram a métrica proposta por Nanya (2016) para áreas escolares, adaptando-a. A auditoria consiste na avaliação de doze indicadores, sendo onze deles ligados ao segmento de calçada, e um deles referente à segurança na travessia. A análise se centra na microescala.

1.3.20. CARVALHO, 2018

Carvalho (2018) propõe um índice de Caminhabilidade para o município de Belo Horizonte, com base em 27 indicadores, agrupados em oito categorias (acessibilidade, atratividade, conectividade, conforto, segurança pública, segurança viária, uso do solo e travessia). Em termos de conforto, o índice considera a presença de bancos, de proteção contra intempéries, e de infraestrutura pluvial. O foco do índice é sua aplicação na microescala, analisando o segmento de calçada e não a rua como um todo. O cálculo final se dá por meio da ponderação de notas atribuídas a cada um dos indicadores. Devido ao grande número de indicadores selecionados, pode haver alguma redundância na análise gerada pela sobreposição destes.

1.3.21. PIRES, 2018

Pires (2018) propõe um Índice de Caminhabilidade de Macro e Microescala (ICMME), aplicando-o no município de Uberlândia, composto de 42 indicadores, agrupados em quatro temas: pontos de ônibus, estrutura urbana, calçada e intersecções. O objetivo do indicador é avaliar o entorno de polos geradores de viagem (PGV) na macro e microescalas, e considerando a percepção da população, de técnicos e gestores, por meio de pesquisa de opinião. A ponderação do peso de cada indicador foi realizada a partir de uma média aritmética entre o peso atribuído a cada um deles por pesquisadores e pela população. A pesquisa sugere que os indicadores de macroescala sejam ampliados (indicadores de estrutura urbana). Aborda algumas temáticas inerentes à conforto, relacionadas sobretudo à ergonomia, mobiliário urbano e manutenção.

1.3.22. ITDP Brasil, 2018

O "Índice de Caminhabilidade - iCAM" (ITDP, 2018a) é fruto de uma parceria entre ITDP Brasil (Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento) e o Instituto Rio Patrimônio da Humanidade (IRPH), com a colaboração da Publica Arquitetos. O índice, lançado em 2016 e revisado em 2018, é voltado à aferição na microescala (segmento de calçada), sendo composto por 21 indicadores agrupados em cinco diferentes categorias: calçadas, atração, segurança viária, segurança viária e ambiente. Cada uma delas, segundo o índice, incorpora uma dimensão da experiência do caminhar. A avaliação final de um segmento de calçada, por meio da ferramenta, consiste em uma média aritmética destas seis categorias, variando de 0 a 3 pontos, divididos em quatro intervalos de caminhabilidade (ótimo, bom, aceitável e insuficiente). A avaliação se dá por meio da soma de aspectos qualitativos e quantitativos, e muitos dependem de observação pessoal do responsável pelos levantamentos, o que confere certo grau de subjetividade à análise.

1.3.23. ITDP GLOBAL, 2018

O ITDP Global lançou em 2018 uma ferramenta de aferição de caminhabilidade intitulada *Pedestrians First*, que classifica a caminhabilidade em três escalas: metropolitana, de bairro, e de rua (ITDP, 2018b). A ferramenta considera que cada uma das métricas contidas

nestas escalas possa ser medida e avaliada independentemente, a fim de guiar intervenções em contextos específicos. Segundo a metodologia, a caminhabilidade possui uma hierarquia de necessidades, e cada uma das escalas abrange um ou mais itens da pirâmide (Figura 1.7). Na macroescala, avalia apenas a densidade de quadras, mas aponta a necessidade de se avaliar métricas globais para infraestrutura (distância ao transporte), atividades (densidade residencial ponderada e uso misto do solo) e prioridade (diminuição do uso do automóvel). No nível da rua, propõem um "*Street-Level Walkability Design Checklist*", criado a partir de um amálgama de fontes, incluindo várias medidas utilizadas pelo próprio ITDP, Banco Mundial, *Center for Disease Control* (CDC), *Natural Resources Defense Council* (NRDC), *Global Designing Cities Initiative* (GDCI), e *Walk Score*. Na microescala, a análise é qualitativa, podendo ser feita a partir do *Google Street View*.

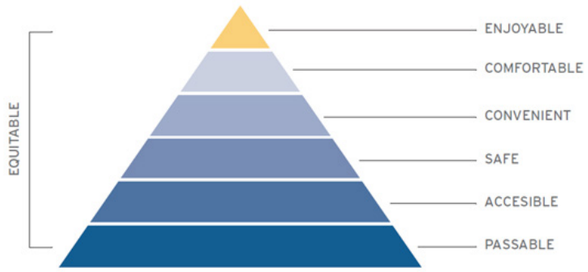


Figura 1.7. Pirâmide de Hierarquia de Necessidades da Caminhabilidade.
Fonte: ITDP (2018).

1.3.24. AL SHAMMAS e ESCOBAR, 2019

Al Shammas e Escobar (2019) abordam o conceito de índice de caminhabilidade "dinâmica" para Madrid. Segundo os autores, a caminhabilidade pode ser computada a qualquer horário do dia e do ano, sendo uma forma de abordar o tema de forma compatível com estudos em conforto ambiental urbano (Figura 1.8). Seu trabalho agrega indicadores tradicionais - densidade populacional, conectividade e atividades com indicadores de conforto - especificamente o ruído urbano e condições de sol e sombra nos percursos.

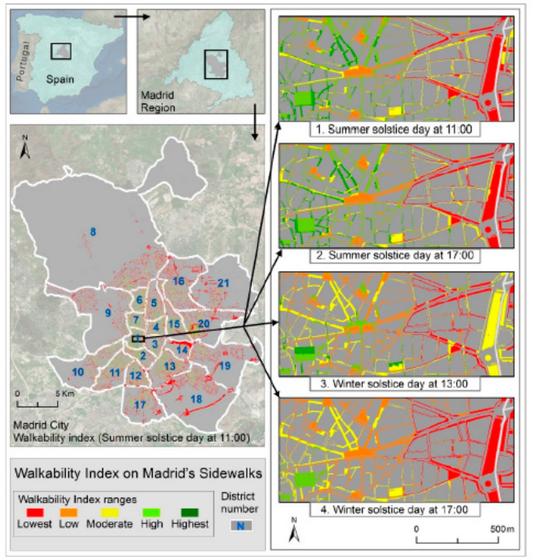


Figura 1.8. Exemplo de avaliação de caminhabilidade dinâmica nos solstícios de inverno e verão, em dois horários do dia. Fonte: Al Shammas e Escobar (2019).

1.3.25. Discussão

A literatura acadêmica concernente à caminhabilidade não possui, ainda, uma definição consensual sobre o tema, conforme explanado previamente. Consequentemente, as métricas e ferramentas de aferição da caminhabilidade também variam substancialmente, de acordo ao objeto e objetivos da pesquisa. No entanto, é possível notar alguns pontos de convergência e divergência entre as ferramentas disponíveis, bem como os consensos existentes.

Primeiramente, com relação à abordagem da caminhabilidade em distintas escalas, nota-se que há índices que abordam apenas aspectos da macroescala - densidades, uso do solo, entre outros (FRANK et al., 2006; LESLIE et al., 2007; HINO et al., 2012), ao passo que outros abordam apenas aspectos da meso e microescala, com um elevado número de indicadores (BRADSHAW, 1993; PARK, 2008; ABLEY e TURNER, 2011). Há, também, alguns índices que abordam todas as escalas (KRAMBECK, 2006; CAMBRA, 2012; ITDP, 2018b) (Quadro 1.4.).

Quadro 1.4. Índices de Caminhabilidade vs. Escalas da Caminhabilidade.

ÍNDICE	ESCALA DA CAMINHABILIDADE		
	MACRO	MESO	MICRO
1. BRADSHAW, 1993 - Índice de Caminhabilidade de Vizinhança		x	x
2. SAELENS et. al, 2003 - NEWS		x	x
3. PIKORA et al., 2006 - SPACES		x	x
4. KRAMBECK, 2006 - Índice de Caminhabilidade Global	x	x	x
5. FRANK et al., 2006 - NQLS	x		
6. CLIFTON et al., 2007 - PEDS		x	x
7. LESLIE et al., 2007 - Índice de Caminhabilidade	x		
8. PARK, 2008 - Path Walkability		x	x
9. EVANS, 2009 - SDI	x	x	x
10. GEBEL et al., 2009 - NEWS	x	x	x
11. CARR, et al., 2011- Walkscore	x	x	
12. ABLEY & TURNER, 2011 - Índice de Caminhabilidade		x	x
13. CAMBRA, 2012 - Índice de Caminhabilidade	x	x	x
14. ADKINS et al., 2012 - Auditoria de Caminhabilidade			x
15. HINO et al., 2012 - Índice de Caminhabilidade -Espaços de Curitiba	x		
16. RODRIGUES et al., 2014 - Índice de Caminhabilidade	x		
17. STOCKTON et al., 2016 - Índice de Caminhabilidade	x		
18. PAIVA & SUTTI, 2017 - ICR		x	x
19. SILVA et al., 2018 - Índice de Caminhabilidade		x	x
20. CARVALHO, 2018 - Índice de Caminhabilidade			x
21. PIRES, 2018 - Índice de Caminhabilidade	x		x
22. ITDP, 2018a - iCAM			x
23. ITDP, 2018b - Pedestrians First Tool	x	x	x
24. AL SHAMMAS & ESCOBAR, 2019- Dynamic Walkability Index	x	x	x

Fonte: Elaboração Própria.

Na análise em macroescala, verifica-se um consenso e validação científica com relação aos tipos de indicador que devem ser analisados: densidade, uso do solo e proporção de comércio e conectividade das ruas (FRANK et al., 2006; LESLIE et al., 2007; HINO et al., 2012). Por outro lado, estudos apontam a necessidade de se incluir na avaliação métricas globais para infraestrutura (distância ao transporte) e prioridade (diminuição do uso do automóvel) (ITDPb, 2018).

Com relação aos indicadores utilizados, nota-se que muitos estudos enfatizam a necessidade de se abordar de maneira mais sistemática o desenho urbano para se atingir uma caminhabilidade perceptível na escala do pedestre (EVANS, 2009; RODRIGUES et al., 2014).

De um modo geral, nota-se que, quando o indicador é voltado essencialmente à meso ou à microescala, possui muito mais indicadores do que aqueles que se enfocam na macroescala. Em muitos trabalhos, de fato, relata-se a dificuldade de lidar com inúmeras variáveis, riscos de multicolinearidade, entre outros (KRAMBECK, 2006; PARK, 2008; ITDPa, 2018). Por essa razão, é comum verificar agrupamentos de indicadores em categorias, antes de inseri-los no índice propriamente dito (KRAMBECK, 2006; PIKORA et al., 2006; PARK, 2008; CARVALHO, 2018; PIRES, 2018).

Se, de uma forma geral, as avaliações na macroescala são essencialmente objetivas e quantitativas (FRANK et al., 2006; LESLIE et al., 2007; HINO et al., 2012); as avaliações na meso e microescala variam substancialmente, podendo ser quantitativas, qualitativas ou mistas (ITDPa,2018). Na meso e microescala, observam-se estudos que avaliam a caminhabilidade percebida e a contrastam com a caminhabilidade objetiva (SAELENS et. al, 2003; GEBEL et al., 2009), enquanto na macroescala esta vertente não foi observada.

Com relação às ferramentas adotadas nos trabalhos, verifica-se grande incidência de estudos que focam suas análises a partir de métodos estatísticos, principalmente nos trabalhos ligados à engenharia de transportes e saúde (FRANK et al., 2006; LESLIE et al., 2007; HINO et al., 2012).

Análises geográficas também são amplamente utilizadas nas pesquisas. Neste sentido, o Sistema de Informação Geográfica - SIG (ou *Geographic Information System* - GIS, em inglês) aparece como um meio consolidado de compilar, analisar e espacializar os resultados das

pesquisas, permitindo comparações entre os trabalhos a nível mundial (FRANK et al., 2006; CLIFTON et al., 2007; LESLIE et al., 2007; EVANS, 2009; GEBEL et al., 2009; CAMBRA, 2012; HINO et al., 2012; STOCKTON et al., 2016; ITDP, 2018b; AL SHAMMAS e ESCOBAR, 2019).

A plataforma SIG permite caracterizar a forma urbana em detalhe (dados desagregados), ou com dados agrupados, mostrando-se um meio propício para se avaliar a caminhabilidade em múltiplas escalas. Ainda, é um método amplamente difundido nas municipalidades e empresas privadas de planejamento urbano (CAMBRA, 2012).

Ainda, há muitos trabalhos que se valem de levantamentos de campo, da aplicação de questionários *in loco* ou remotos, da produção de mapas por técnicos ou em oficinas com usuários, da análise de imagens (aéreas e/ou de paisagem da rua). Neste quesito, ferramentas de visualização de ruas, como *Google Street View* ou *Open Street Map*, mostram-se extremamente válidas para aferição de muitos aspectos da caminhabilidade, com vantagens em termos de tempo de aferição e de recursos humanos e econômicos para determinados levantamentos (CARR, et al., 2011, ITDP, 2018b). Ainda, há estudos que utilizam painéis com especialistas para calibrar os indicadores (PAIVA e SUTTI, 2017; PIRES, 2018). Por fim, nos estudos que envolvem caminhabilidade e atividade física, é comum observar a medição da atividade física dos pedestres por meio de acelerômetros (SAELENS et. al, 2003; HINO et al., 2012).

Com relação aos indicadores e ao peso atribuído aos mesmos na aferição da caminhabilidade, nota-se que não há um consenso estabelecido. Alguns estudos atribuem pesos diferentes a cada um dos indicadores (FRANK et al., 2006; ITDP, 2018a), outros atribuem pesos iguais (HINO et al., 2012); outros, ainda, afirmam que a atribuição de pesos pode ser variável (PAIVA e SUTTI, 2017). De fato, inúmeros trabalhos relatam a subjetividade dos pesos dos indicadores, bem como do agrupamento que se faz dos mesmos (KRAMBECK, 2006; ITDP, 2018a). Não há consenso, tampouco, na quantidade de indicadores e variáveis abarcadas em cada um dos índices.

Sem embargo, alguns indicadores - nas três escalas - repetem-se sistematicamente na maioria dos trabalhos. Na meso e microescala, elencam-se principalmente aqueles relacionados às condições físicas do percurso (da calçada), às fachadas adjacentes, a segurança nas travessias, à conectividade, e a presença de amenidades locais. Na macroescala, por sua vez, a densidade habitacional e comercial, a conectividade e o uso do solo são adotados amplamente pela literatura.

Quando se analisa a inserção de aspectos de conforto ambiental nos índices de caminhabilidade, verifica-se que muitos estudos reconhecem sua importância para o bem-estar do pedestre. No entanto, na prática, são poucos os índices que consideram o assunto de forma explícita na composição dos seus indicadores (ABLEY e TURNER, 2011; CAMBRA, 2012; CARVALHO, 2018; PIRES, 2018; ITDP, 2018a; ITDP, 2018b; AL SHAMMAS e ESCOBAR, 2019). Ainda assim, quando o fazem, inserem o tema sob uma perspectiva muito pontual, como, por exemplo, a presença de arborização ou sombras nos percursos. O conceito de caminhabilidade dinâmica – visão que permite melhor analisar o conforto ambiental nos percursos de pedestres – é citada em poucos estudos (ABLEY e TURNER, 2011; AL SHAMMAS e ESCOBAR, 2019). Essa lacuna reforça os objetivos da tese, denotando a importância de se explorar o tema.

Em suma, há índices de diversos tipos e abordagens em todo o globo, e isso se replica no contexto brasileiro. É comum observar índices criados a partir da análise de índices existentes.

Esta grande variação por um lado, dificulta a comparação entre os estudos. Por outro, denota que a aferição da caminhabilidade é um tema em construção, com vários aspectos por serem sedimentados. Por fim, o crescente número de estudos reforça o potencial e a importância do tema.

1.4. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO 1

Considerando a discussão dos itens anteriores e a revisão bibliográfica aqui exposta, tecem-se as seguintes considerações finais:

i) o conceito de caminhabilidade é multidisciplinar, cuja definição ainda se encontra em construção; não é consensual, e assume diversas conotações e nuances;

ii) a dimensão da "caminhabilidade dinâmica" é um viés recente com alto potencial de ser explorado, principalmente nas pesquisas que relacionam caminhabilidade e aspectos do conforto ambiental;

iii) caminhabilidade pode ser definida como:

> *"o grau em que o ambiente construído, em determinado momento, suporta e incentiva o caminhar, com conforto e segurança, conectando pessoas com destinos variáveis dentro de um razoável espaço de tempo e esforço, oferecendo interesse visual ao longo da rede."*
>
> *Definição da autora, adaptado de Southworth (2005)*

iv) a caminhabilidade envolve múltiplas variáveis que abarcam três escalas (macro, meso e microescala);

v) as escalas possibilitam se trabalhar com dados previamente disponíveis (estatísticos e geográficos), e, ao mesmo tempo, realizar análises mais detalhadas, em que há disponibilidade de tempo e recursos para realizar intervenções;

vi) não há um consenso quanto à aferição da caminhabilidade, mas verifica-se que a adoção de índices é extremamente útil para combinar as distintas variáveis que afetam o caminhar;

vii) verifica-se que avaliações na macroescala são essencialmente objetivas e quantitativas, enquanto na meso e microescala podem ser quantitativas, qualitativas ou mistas;

vii) o Sistema de Informação Geográfica - SIG (ou *Geographic Information System* - GIS, em inglês) aparece como um meio consolidado de compilar, analisar e espacializar os resultados das pesquisas, no âmbito do planejamento urbano;

ix) ferramentas de visualização de ruas, como o *Google Street View* ou *Open Street Map*, mostram-se extremamente válidas para aferição de muitos aspectos da caminhabilidade, com vantagens em termos de tempo de aferição e de recursos humanos e econômicos para determinados levantamentos.

2

AS DIMENSÕES DO CONFORTO E PLANEJAMENTO NA CAMINHABILIDADE: O PEDESTRE EM FOCO

"Faire route à pied par un beau temps dans un beau pays sans être pressé, et avoir pour terme de ma course un objet agréable; voilà de toutes les manières de vivre celle qui est le plus de mon goût"

(Andar a pé com bom tempo, numa terra bonita, sem pressa, e ter por fim da caminhada um objetivo agradável: eis, de todas as maneiras de viver, aquela que mais me agrada.)

Jean-Jacques Rousseau

Este capítulo se propõe a discutir, do ponto de vista teórico, as inter-relações existentes entre caminhabilidade, conforto ambiental do pedestre e planejamento urbano. Neste sentido, está estruturado em duas partes.

Na primeira parte a ênfase é dada aos aspectos de conforto ambiental no meio urbano, trazendo uma discussão sobre os diversos espectros inerentes a esse conceito e a necessidade de um olhar integrado ao pensar em suas aplicações no contexto do pedestre. São apresentadas questões mais específicas relacionadas às três dimensões de conforto ambiental abordadas na pesquisa – térmico, acústico e ergonômico. A segunda traz à luz as várias dimensões do planejamento urbano e sua relação com a sustentabilidade. A ênfase é dada na sua relação com a mobilidade, da qual a caminhabilidade é elemento integrante e estruturador. Apresenta-se um breve marco legal do andar a pé no contexto brasileiro, e, na sequência, o conceito de DOTS e a teoria dos 5D´s, demonstrando seu alinhamento aos estudos relacionados à caminhabilidade. Em seguida, conceitua-se planejamento estratégico e se apresentam novas abordagens de intervenções urbanísticas, com foco na escala humana. Por último, é realizada uma discussão, entrelaçando as duas partes abordadas no capítulo.

2.1. AS DIMENSÕES DO CONFORTO NA CAMINHABILIDADE: UMA ABORDAGEM INTEGRADA

Como já diria Rousseau, citado no início deste capítulo, a caminhada no meio urbano deve ser agradável, deve proporcionar bem-estar ao ser humano. Em outras palavras, a vivência nos espaços públicos deve ser prazerosa para que os pedestres possam passar mais tempo nas cidades (ROBINSON e BRUSE, 2011). Para que esta condição seja atingida, é indispensável que o pedestre se sinta confortável em seus percursos.

Nesta etapa do trabalho, aborda-se o conceito de conforto do pedestre, a partir de uma visão mais integrada, para então abarcar o tema do conforto ambiental do pedestre, explorado nesta pesquisa.

De acordo à definição dos dicionários, temos:

"con·for·to |ô| (...). 1. Ato ou efeito de confortar ou de se confortar.

2. Aquilo que fortalece ou revigora.

3. Sensação de prazer, de bem-estar ou de comodidade (...)

4. [Figurado] Comida, alimento.

5. O que proporciona bem-estar ou comodidade (..).

6. Consolo recebido em momento de aflição ou preocupação (...).

7. Qualquer coisa que oferece alívio ou consolo."

(Dicionário Priberam da Língua Portuguesa[1], 2022)

Analisando a definição acima, estar confortável relaciona-se com "força", "vigor", "bem-estar", "prazer" dentre outros. Quando se fala em "conforto do pedestre", então, o que seria exatamente esta condição?

Do ponto de vista fisiológico, o usuário encontra-se em situação de conforto quando seu organismo funciona sem ser submetido a fadiga ou estresse (FROTA e SCHIFFER, 1969). No entanto, as baixas correlações entre variáveis microclimáticas objetivas, sensação térmica subjetiva e conforto em espaços abertos sugerem que aspectos termofisiológicos, sozinhos, não são adequados para avaliar o conforto ambiental externo (NIKOLOPOULOU, 2011).

Nessa discussão, deve-se levar em consideração que o ser humano não é apenas espectador do ambiente, mas divide a cena com todos os outros participantes, interagindo com eles. A percepção que se tem de determinado ambiente é fruto destas interações. Assim, a relação de um indivíduo com a cidade pode ter laços com sua memória e significados, havendo certamente uma ação dos sentidos na interpretação de um determinado espaço (LYNCH, 2008).

Ainda em termos de percepção, há uma miríade de fatores que influenciam a percepção do pedestre e seu grau de satisfação com o entorno. Por um lado, tem-se que as questões ambientais, e a resposta do indivíduo frente aos estímulos advindos dessa interação com o meio. Há, ainda, o desejo de se manter seco, abrigado de ventos, de executar as tarefas previstas no meio urbano. Mas há, também, por outro lado, aspectos sociológicos, como, por exemplo, relacionados a sentir-se seguro; aspectos econômicos e de acessibilidade, como, por exemplo, a presença de amenidades locais, dentre outros aspectos (ROBINSON e BRUSE, 2011).

[1] Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/conforto>. Acesso em: 11 nov. 2022.

Quando se fala de conforto, portanto, deve-se compreender que ele depende, também, de uma inspeção das variações culturais, sociais, econômicas e simbólicas de cada lugar (CHAPPELS e SHOVE, 2004; SCHMID, 2005).

Em linhas gerais, portanto, o pedestre está em conforto quando se encontra em estado de satisfação psicofisiológica com as condições do ambiente em que está inserido, tendo suas necessidades e expectativas atendidas. Estas premissas também incluem a capacidade de aclimatação e adaptação do ser humano ao meio (STEEMERS e STEANE, 2004; SHOVE, 2004).

A aclimatação de um indivíduo diz respeito às mudanças fisiológicas ocorridas em seu organismo a fim de ajustar-se a mudanças ambientais, geralmente envolvendo o clima local. Adaptação, por sua vez, refere-se às mudanças que o usuário realiza para ajustar-se a determinado ambiente, ou às mudanças que realiza no ambiente para que este atenda às suas necessidades físicas e psicológicas (DE DEAR e BRAGER, 1998; 2001; NIKOLOPOULOU, 2011).

A cidade que oferece tal diversidade acomoda melhor as diversas expectativas e necessidades do pedestre no meio urbano, melhorando, assim, sua experiência de cidade. Nesse sentido, faz-se importante a definição de requisitos ambientais úteis para o projeto urbano (NIKOLOPOULOU, 2004).

Em termos de percepção, é preciso levar em conta, ainda, que os pedestres experimentam os percursos movendo-se ao longo dele, num determinado intervalo de tempo, percebendo-o com os sete sentidos: visual, tátil, olfativo, auditivo, gustativo, proprioceptivo e vestibular (KRONKA MÜLFARTH, 2017).

Devido à complexidade e amplitude do tema, muitos autores realizaram esforços na tentativa de definir conforto e suas áreas de abrangência. Chappels e Shove (2004), por exemplo, dividem o conceito de conforto em seis grandes áreas, e defendem a necessidade de mudança de estilo de vida das sociedades para se trabalhar o conforto humano alinhado aos princípios de sustentabilidade e eficiência energética. Desta forma, sua classificação consiste em:

i. Conforto, tecnologia e sociedade – debatem como os historiadores têm analisado a relação entre significados de conforto a partir da evolução das tecnologias e da sociedade;

ii. Conforto e ambiente interior – analisam o conforto de ambientes internos do ponto de vista das construções, engenharia e ciências naturais;

iii. Conforto e ambiente exterior – analisam o conforto de ambientes externos a partir da visão de de arquitetos, urbanistas e geógrafos; considera as condições externas do meio urbano;

iv. Conforto, saúde e bem-estar – exploram a relação entre conforto e saúde humana, a partir de perspectivas de epidemiologistas e cientistas médicos;

v. Conforto, cultura e convenções sociais – abarcam ideias de antropólogos e sociólogos que examinam convenções sociais e culturais de conforto;

vi. Conforto e mudança climática – avaliam especificamente a questão do conforto e da mudança climática.

Schmid (2005) também argumenta que o conforto deve ser compreendido sob uma ótica mais abrangente de arquitetura, e sugere que o conceito de conforto advindo da enfermagem é o mais completo, devendo ser mais difundido. Esta noção, mais médica, considera os seguintes aspectos:

i. necessidades de conforto físico (déficits nos mecanismos fisiológicos que foram afetados ou colocados em risco);

ii. necessidades psicológicas (inspiração, motivação e a capacidade de "crescer através");

iii. necessidades socioculturais (de reestabelecimento da confiança, culturalmente sensíveis, apoio, linguagem corporal positiva, e cuidado);

iv. necessidades de conforto ambiental (ordem, calma, mobiliário confortável, minimização de odores, e segurança).

No âmbito desta pesquisa, a abordagem que considera o ambiente e suas variáveis ambientais - comumente conhecida como "conforto ambiental", é a que se relaciona mais diretamente ao conforto do pedestre. Sob a ótica do "conforto e ambiente exterior", expressa anteriormente, as condições ambientais dos percursos de pedestres são consideradas, sejam estas térmicas, acústicas, ergonômicas, visuais, olfativas etc. Nesse contexto, as necessidades

e expectativas do pedestre quanto às condições ambientais podem variar de acordo ao clima local, à época do ano, à função a ser desempenhada, padrões de comportamento, configuração viária e urbana, entre outros (FROTA e SCHIFFER, 1969; GEHL, 2013).

O conforto ambiental, per se, não é capaz de englobar todas as dimensões relacionadas ao conforto do pedestre. No entanto, é evidente que todas as outras abordagens estão direta ou indiretamente relacionadas ao meio urbano. Assim, em função da amplitude do tema, pesquisadores defendem que, ainda que se dê ênfase ao conforto ambiental, é preciso não perder de vista o caráter holístico do conforto do ser humano ao transitar pelos espaços e interagir com o meio (CHAPPELS e SHOVE, 2004; SCHMID, 2005).

Na literatura nacional e internacional, observa-se que muito já se produziu e se produz acerca do conforto ambiental interior, em que as condições do meio são mais controladas. Por outro lado, estudos que enfatizam conforto ambiental no meio urbano ainda são em menor número, ainda que crescentes. (ALI TOUDERT, 2005; MONTEIRO, 2008; MONTEIRO e ALUCCI, 2011).

Por último, ainda em termos de conforto ambiental urbano, é importante contextualizar a inserção desta temática no âmbito do planejamento urbano das cidades. Assis (2006), por exemplo, coloca a necessidade urgente entre maior diálogo entre o planejamento urbano e os estudos climáticos. Coloca, ainda, que a aplicação da climatologia às atividades de planejamento e projeto das cidades ainda é um campo com grande potencial a ser explorado.

Resumidamente, o conforto ambiental do pedestre pode se dar pela contribuição de inúmeros fatores, que incluem entorno, clima, insolação, vegetação, diversidade urbana, sons do ambiente, condições físicas e materiais adotados, estação do ano, estado psicológico e fisiológico dos usuários, dentre outros. A interpretação destas variáveis e a forma de relacioná-las entre si, por meio de pesos ou intencionalidades, podem se dar de distintas maneiras, de acordo ao que se pretende analisar.

Infere-se, ainda, que propiciar uma caminhabilidade confortável ao pedestre não é necessariamente prover um ambiente perfeito, homogêneo e constante. A cidade precisa oferecer percursos de pedestres com oportunidades de adaptação, criando diversidade de condições no meio urbano, acomodando as mais diversas expectativas e necessidades dos pedestres.

Finalmente, percebe-se que o conforto do pedestre envolve muitas dimensões. É necessário, portanto, abordá-lo de maneira integrada, considerando seu caráter holístico, ainda que se estudem aspectos específicos relacionados a ele.

Considerando o exposto, apresenta-se na sequência um breve debate sobre cada uma das esferas de conforto ambiental abarcadas no trabalho - térmico, acústico e ergonômico. Discorre-se sobre a importância de cada um destes aspectos nos percursos de pedestres, e as variáveis que incidem em cada uma delas. A discussão aqui apresentada serviu de embasamento à metodologia de construção dos índices de conforto do pedestre estruturados na pesquisa (capítulo 3).

2.1.1. Clima, microclima e mudanças climáticas: o conforto térmico do pedestre

Estudos que relacionam clima, condições ambientais e conforto humano se originaram nos anos 20, no campo da geografia (ACKERMANN, 2002). Havia, inicialmente, uma visão imperialista e racista, que relacionava uma maior produtividade dos habitantes de climas temperados do que daqueles de climas quentes (HUNTINGTON, 1924, apud CHAPPELS e SHOVE, 2004). Atualmente, essa visão preconceituosa é amplamente refutada, mas a noção de que o clima urbano afeta a performance humana ainda persiste (CHAPPELS e SHOVE, 2004), e pesquisas criticando a reprodução dos mesmos modelos de cidades, sujeitas a distintas condições climáticas, começam a emergir (DE SCHILLER e EVANS, 1998).

Em linhas gerais, podemos afirmar que o pedestre se encontra em conforto térmico no meio urbano quando as trocas de calor entre seu corpo e o ambiente ocorrem sem maior esforço. Já em situações de estresse térmico - por calor ou frio – o organismo desencadeia respostas fisiológicas a fim de manter a homeotermia[2] (FROTA e SCHIFFER, 1969; HIRASHIMA, 2014). O conforto térmico depende, assim, de algumas variáveis: produção de calor metabólico, fatores ambientais (velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura do ar e temperatura radiante média) e do tipo de vestimenta do indivíduo (GIVONI, 1998; BRUSE, 2011). O efeito conjunto destas variáveis é que irá definir o grau

[2] A manutenção da temperatura interna do ser humano, relativamente constante, em torno de 37ºC, é denominada homeotermia (HIRASHIMA, 2014).

de conforto ou desconforto térmico sentido pelas pessoas.

Considerando essa definição, o conforto térmico do pedestre está intrinsecamente relacionado ao clima local. Na escala do pedestre, o clima sofre interações com o ambiente urbano local, trazendo consigo características específicas. Podemos chamar essa realidade climática de microclima urbano (OKE et al., 2017). Assim, as expectativas e percepções de conforto térmico do pedestre estão relacionadas ao movimentar-se pela cidade em diferentes microclimas encontrados ao longo do dia (CHAPPELS e SHOVE, 2004).

O microclima é complexo, em constante transformação. Em áreas urbanizadas, verifica-se que o balanço de energia, quando comparado a sítios naturais do entorno, está totalmente modificado. Nota-se, por exemplo, o efeito das ilhas de calor urbanas (ICUs), em que se observam temperaturas do ar mais elevadas em zonas urbanizadas, quando comparadas às rurais, medidas no período noturno (STEWARD e OKE, 2012).

Considerando essa relação entre pedestre, conforto térmico e clima, é imprescindível, também, considerar o advento das mudanças climáticas a nível global e seu impacto nos percursos de pedestres. A realidade climática mundial é um desafio ao urbanismo e a todos os setores da economia. O mais recente relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas das Nações Unidas (IPCC, 2019) alerta que as mudanças climáticas já estão em curso, e apela para o endurecimento urgente das estratégias de mitigação dos seus efeitos, seja em nível global, nacional e local, e em todos os setores da sociedade. Se não for realizado esse esforço conjunto, não será possível limitar o aquecimento global a 1,5°C até 2030 (IPCC, 2019).

O aquecimento global projetado pode expor os seres humanos a um maior nível de estresse térmico, especialmente no meio urbano, afetando, consequentemente, sua saúde, bem-estar e produtividade. Esse fenômeno pode ser ainda mais intenso em países tropicais de baixa e média renda, como o Brasil (BRÖDE et al., 2013). O conforto térmico do pedestre é, portanto, diretamente afetado por essas questões.

A avaliação do conforto térmico se dá, normalmente, por índices de conforto térmico, permitindo um melhor entendimento da percepção térmica do pedestre no meio urbano. Existem diversos índices de conforto térmico desenvolvidos. Monteiro (2008, 2018) faz uma extensa discussão sobre estes, e enfatiza a tendência em se adotar índices baseados em temperatura equivalente no lugar de escalas interpretativas, podendo ser usados individualmente como valores de referência para sensação térmica. Assim, tais índices se baseiam em uma "temperatura equivalente à temperatura do ar de um ambiente de referência, que proporciona as mesmas condições de trocas de calor que o ambiente em questão" (MONTEIRO, 2008, p. 80).

Quando se considera a influência das mudanças climáticas em um âmbito global, é importante a adoção de índices de conforto térmico universalmente aplicáveis a diferentes estações do ano e diferentes condições climáticas, que podem variar desde o calor extremo ao frio extremo (BRÖDE et al., 2013). Considerando essa perspectiva e a possibilidade de comparar resultados entre si, pesquisadores de diversas áreas – urbanismo, climatologia, saúde pública, turismo, dentre outras, totalizando 40 cientistas de 23 países, juntaram esforços no sentido de desenvolver o UTCI – *Universal Thermal Comfort Index (*índice termoclimático universal), no âmbito do COST Action 730[3]. O UTCI foi desenvolvido com base nos mais recentes progressos científicos em termos de termofisiologia humana, biofísica e mecanismos de trocas de calor (BRÖDE et al., 2013). O índice, baseado no conceito de temperatura equivalente exposto anteriormente, é classificado em sete categorias de estresse térmico, por faixas de temperatura resultante, e varia de "estresse por frio extremo" a "estresse por calor extremo" (BRÖDE et al., 2012) (Figura 2.1).

UTCI (°C)	Stress category
UTCI > 46	extreme heat stress
38 < UTCI < 46	very strong heat stress
32 < UTCI < 38	strong heat stress
26 < UTCI < 32	moderate heat stress
9 < UTCI < 26	no thermal stress
0 < UTCI < 9	slight cold stress
-13 < UTCI < 0	moderate cold stress
-27 < UTCI < -13	strong cold stress
-40 < UTCI < -27	very strong cold stress
UTCI < -40	extreme cold stress

Figura 2.1. Zonas de estresse térmico do UTCI. Fonte: Blazejczyk et. al (2014).

No contexto brasileiro, o interesse pelo tema é crescente, e pesquisas com ênfase em modelos preditivos de conforto e estresse térmico, para a análise da adequação térmica de espaços abertos têm emergido ao longo dos últimos anos (MONTEIRO e ALUCCI, 2011;

[3] Programa da União Europeia que promove a Cooperação em Ciência e Tecnologia.

SILVA et al., 2017; GOBO et al., 2017; KRUGER et al., 2017; MONTEIRO, 2018).

Diante deste cenário, nota-se que avaliar o conforto térmico do pedestre é essencial, e sua importância extrapola a dimensão da caminhabilidade. Faz-se urgente a necessidade de se planejar cidades e percursos de pedestres de modo sensível ao clima, com a adoção de estratégias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

2.1.2. Os grandes centros urbanos e a sociedade do automóvel: o conforto acústico do pedestre

O conforto acústico também é peça fundamental da vivência do pedestre no meio urbano, e afeta diretamente sua fruição e o uso desses espaços. Pode-se definir conforto acústico como uma sensação de bem-estar e satisfação com as condições acústicas de um ambiente, a qual permite ao indivíduo realizar suas atividades em um determinado meio (VARDAXIS et al., 2018).

O ambiente sonoro, por sua vez, é indicador de qualidade de vida nos assentamentos humanos (PEREIRA, 2003; SZEREMETA e ZANNIN, 2009 apud HIRASHIMA, 2014), sendo resultado da interação de inúmeras fontes de ruído, atributos físicos do local, e até mesmo de condições climáticas (HIRASHIMA, 2012).

Observa-se que os sons do ambiente urbano se alteraram substancialmente durante o desenvolvimento histórico das cidades. A revolução industrial, o aumento exponencial dos automóveis e a revolução elétrica são marcos críticos nessas mudanças (SCHAFFER, 1976). Schaffer aponta que o motor de combustão interna, presente nos automóveis, é o "som fundamental da civilização contemporânea".

Como consequência de todas essas transformações, os grandes centros urbanos enfrentam, diariamente, problemas relacionados à poluição sonora. A poluição sonora representa um dos principais riscos ambientais à saúde física e mental da população, sendo considerada, inclusive, uma questão alarmante de saúde pública (OMS, 1999; HÄNNINEN et al., 2014, SWINBURN et al., 2015). O ruído oriundo do tráfego rodoviário é a fonte de poluição sonora mais proeminente nas grandes cidades. Isso se verifica tanto nos países desenvolvidos, como nos países em desenvolvimento, como o caso do Brasil (MOCUTA, 2012). O modelo de cidade atual, centrado no automóvel individual, contribui para o agravamento dessa questão.

Uma exposição constante a altos níveis de pressão sonora pode desencadear doenças como estresse, aumentar o risco de hipertensão e doenças cardiovasculares (SWINBURN et al., 2015; OMS, 2018). No período noturno, os efeitos da poluição sonora também podem desencadear distúrbios do sono (OMS, 2018). A forma urbana, somada à extensa verticalização e à formação de cânions urbanos contribuem para o agravamento da situação. O pedestre, em seus percursos na cidade, está diretamente exposto à poluição sonora, o que afeta não apenas sua experiência e conforto ao caminhar, mas também a sua saúde física e mental.

Além dos riscos à saúde, a poluição sonora afeta a sociedade do ponto de vista econômico. Pesquisas apontam, por exemplo, que a economia gerada pela redução de 5 dB da poluição sonora nos Estados Unidos é da ordem de 2,4 bilhões de dólares anuais com gastos em saúde e 1,5 bilhões de dólares anuais por meio de ganhos em produtividade, totalizando 3,9 bilhões de dólares anuais (SWINBURN et al., 2015).

Por essas razões, considerar o conforto acústico na caminhabilidade do pedestre é essencial. Nesse âmbito, a OMS recomenda que os governos reduzam a exposição da população ao barulho. Para isso, faz-se necessário avaliar, controlar e diminuir o ruído urbano (MOHAMMADI, 2009; ZANNIN, et al., 2013).

O monitoramento do ruído é considerado uma das melhores ferramentas para análise e identificação das zonas críticas em termos de poluição sonora (AKHTAR, et al., 2016). Estudos apontam que 90% dos estudos de monitoramento de ruído urbano centram-se no ruído veicular, enquanto os 10% remanescentes centram-se em análises de áreas residenciais, comerciais e industriais.

Mapas de ruído têm sido cada vez mais utilizados para o monitoramento do ruído e para se obter previsões e diagnósticos das cidades (HIRASHIMA, 2014; ALAM et al., 2020). Mapas de ruído nada mais são do que ferramentas que apresentam informações espacializadas do nível de pressão sonora em determinada região, podendo ser elaborados por meio de modelagens numéricas ou previsionais, por meio de simulação computacional (HIRASHIMA, 2014; CAIAFA, 2021).

No cenário internacional, políticas públicas foram estabelecidas a fim de abarcar o tema da poluição sonora nas cidades e instituir a produção de mapas de ruído urbano. Um exemplo dessa prática é a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu (PARLAMENTO

EUROPEU, 2002), que estabeleceu a obrigatoriedade de elaboração de mapas de ruído em cidades com mais de 250 mil habitantes.

No contexto brasileiro, alguns municípios começaram a realizar tais mapeamentos em porções da cidade, como, por exemplo, o caso de São Paulo, em 2016, por meio da Lei Nº 16.499/2016 (SÃO PAULO, 2016), Fortaleza, por meio da Lei Nº 10.644/2017 (FORTALEZA, 2017). O Rio de Janeiro, por meio da Lei Nº 7.479/2022 (PCRJ, 2022), também afirmou seu compromisso com a elaboração desses mapas. O objetivo de tais mapeamentos é identificar áreas prioritárias para redução de ruídos e preservar zonas com níveis sonoros apropriados.

Em termos de legislação para avaliação de ruídos em áreas externas, tem-se, no caso brasileiro, a norma NBR 10151 (ABNT, 2020). Esta norma trata da medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas. No entanto, os limites de níveis de pressão sonora, apesar de serem aplicáveis ao meio externo, se dão em função do tipo de área habitada existente no local avaliado. Por exemplo, o limite no período diurno em áreas estritamente residenciais é 50dB, ao passo que em áreas mistas, este valor pode chegar a 65 dB. Fica evidente, portanto, que a ênfase de tal limite está relacionada ao uso do solo local, não havendo foco direto nas necessidades do pedestre (Figura 2.2).

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Figura 2.2. Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período do dia. Fonte: ABNT (2020).

A OMS, por sua vez, estabelece alguns limites com relação ao ruído nas comunidades, em função do grau de transtorno à saúde do indivíduo (OMS, 1999). Nessa linha, estabelece que 55 dB é o limiar aceitável dentro do qual é possível estar em situação de conforto acústico, medidos em L_{Aeq}[4].

[4] Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A (ABNT, 2020). Esta métrica tem ganhado grande expressão como parâmetro acústico, sendo adotada pela ISO (International Organization for Standardization) para medidas de exposição do ruído em comunidades e em análises de riscos de danos à audição (LIMA e CARVALHO, 2010; HIRASHIMA, 2014). É um índice que se correlaciona bem com a percepção acústica e o incômodo relacionado a ela (HIRASHIMA, 2014).

Valores acima desse limite podem desencadear uma série de problemas na população. Acima de 70 dB já existe a possibilidade de perda auditiva. A exposição prolongada a partir de 80 dB, considerado um valor crítico, pode provocar úlcera, irritação, excitação maníaco-depressiva, desequilíbrios psicológicos, estresse degenerativo e pode aumentar o risco de infarto, derrame cerebral, infecções, osteoporose, hipertensão arterial e perdas auditivas, entre outras enfermidades (ZAJARKIEWICCH, 2010).

Além dessa leitura do conforto acústico sob a ótica da poluição sonora e dos malefícios desta à saúde e bem-estar dos pedestres, é fundamental considerar que os sons da cidade também podem ser analisados sob uma outra perspectiva, para além da interpretação do ruído como um problema.

Há uma série de sons, por exemplo, que podem contribuir para o nosso bem-estar, além de preservar a memória de locais da cidade. Estes sons podem ser músicas, conversas, cantos de pássaros, ruído de água, entre outros. É nesse âmbito que se insere o conceito de paisagem sonora (ou soundscape, termo em inglês). Conceito crescente ao longo dos últimos cinquenta anos (BURATTI et al., 2018), a avaliação da paisagem sonora leva em consideração a percepção do pedestre ao interagir com os elementos do meio urbano, considerando suas experiências prévias e sua relação com os lugares, além das características físicas dos espaços (SCHAFER, 1977; HOLTZ, 2012). A paisagem sonora é originada a partir de qualquer fonte sonora, como, por exemplo, trânsito de veículos, pássaros, vozes, passos etc. e considera sua distribuição no tempo e no espaço (ISO, 2014).

Diante do exposto, faz-se fundamental incorporar o conforto acústico no desenho urbano, e consequentemente, no planejamento e gestão de cidades. Como primeiro passo para se atingir o conforto acústico do pedestre, é evidente a necessidade de impor limites com relação ao nível de pressão sonora presente nos percursos de pedestres, a fim de mitigar os potenciais riscos à saúde. Além disso, estratégias de planejamento urbano com foco na paisagem sonora também podem ser aplicadas. Identificar áreas que demandem intervenções para reduzir o ruído ou para proporcionar paisagens sonoras agradáveis aos pedestres podem ampliar a possibilidade de experiências auditivas do pedestre nas zonas desejadas.

2.1.3. O desenho e configuração das cidades voltados à escala humana: o conforto ergonômico do pedestre

O surgimento e utilização do termo "Ergonomia" foi adotado pela primeira vez nos anos 40, no âmbito pós 2ª Guerra Mundial, na Inglaterra. O objetivo inicial da ergonomia estava, portanto, atrelado às novas necessidades do processo industrialização: melhorar as condições de trabalho nos centros fabris, obtendo máxima produção no limite do esforço físico. Em função disso, a ergonomia é ainda estigmatizada atualmente, como uma ciência que estuda a interface do ser humano com o trabalho (KRONKA MÜLFARTH, 2017) Na França, o conceito emerge nos anos 50, e, diferentemente da visão britânica – que tinha por objetivo adaptar a máquina ao homem, pretendia adaptar o trabalho ao homem (DANIELLOU, 2004).

Em geral, pesquisas indicam que é consenso, na ergonomia, a utilização de conhecimentos oriundos da fisiologia, antropologia, psicologia e outras áreas de conhecimento. Possui, ainda, um caráter integrador destes conhecimentos, transformando-os (WISNER, 2004; DANIELLOU, 2004; BOUYER, 2007; PISO e MENEGON, 2010). É, portanto, multidisciplinar. Ainda, considera-se que os quatro fatores estruturadores da ergonomia são: psicológicos, socioculturais, ambientais e físicos (DANIELLOU, 2004; KRONKA MÜLFARTH, 2017).

Kronka Mülfarth (2017), ao realizar uma análise crítica acerca da real dimensão da ergonomia, afirma que é necessário entender o "trabalho", neste contexto, como qualquer ação ou atividade do homem no meio. Assim, Ergonomia pode ser definida como:

> *"estudo das ações e influências mútuas entre o ser humano e o espaço através de interfaces recíprocas. E, desta forma, a principal contribuição da ergonomia na arquitetura e no urbanismo é reforçada em propor relações e condições de ação e mobilidade, definir proporções e estabelecer dimensões em condições especificas em ambientes naturais e construídos, tendo como base o conforto ambiental, que pressupõe a percepção individual de qualidades, influenciada por valores de conveniência, adequação, expressividade, comodidade e prazer."*
>
> (KRONKA MÜLFARTH, 2017, p. 27)

Nesta visão, tem-se como objeto o homem no espaço, considerando a sua mobilidade no meio urbano. Portanto, compreender o conforto ergonômico do pedestre sob essa ótica é fundamental. Na ergonomia urbana, assim como nas demais áreas atreladas ao conforto ambiental, o ponto chave consiste em criar estratégias que lidem com a necessidade das pessoas. Para isso, é necessário adotar estratégias que tenham por finalidade a variedade, de forma a considerar a diversidade social e cultural existente nas comunidades (SHOVE, 2004). É importante destacar que, por ser um campo da ciência ainda em consolidação, os métodos na área de Ergonomia encontram-se, atualmente, em fase de amadurecimento (COSTA, 2014). Neste âmbito, vale destacar o fluxograma da ação ergonômica proposto por Güérin et al. (2001), por meio da qual se aumenta o conhecimento ou o nível de consciência da atividade, que, por sua vez, são fatores-chave na implementação das ações ergonômicas resultantes do diagnóstico feito e da transformação desejada (Figura 2.3).

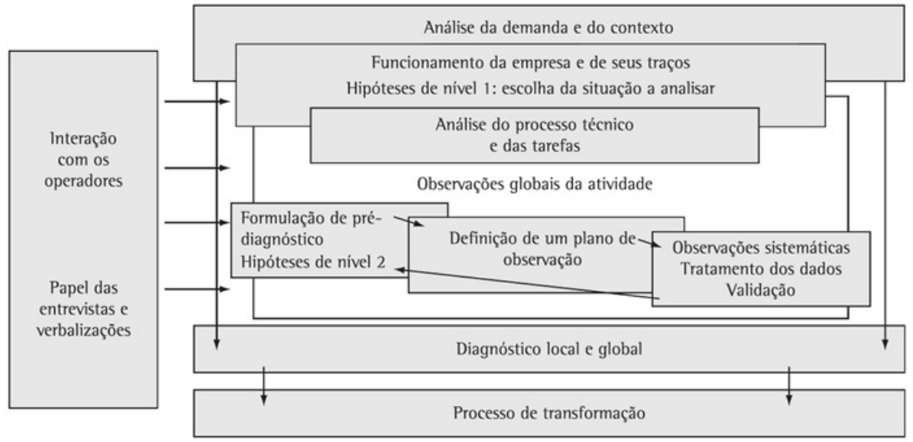


Figura 2.3. Esquema geral da abordagem da ação ergonômica. Fonte: Piso e Menegon (2010).

Em suma, a ergonomia tem a missão de aprofundar a compreensão da relação entre o homem e a empresa, entre o homem e a técnica, e, em um sentido mais amplo, entre o homem e seu ambiente (PISO e MENEGON, 2010). Abordar o conforto ergonômico do pedestre recai nesta última relação, tendo o caminhar como atividade norteadora da análise. Desta forma, entende-se que o conforto ergonômico do pedestre é atingido quando a principal atividade do pedestre, o caminhar, é realizada de forma a satisfazer suas necessidades e expectativas.

Com base nessa relação "homem-ambiente-atividade" (ou, no caso da caminhabilidade,

nessa relação "pedestre-percursos-caminhar"), os aspectos físicos do meio são elementos-chave na avaliação ergonômica. No entanto, como visto anteriormente, a ergonomia se baseia em outras áreas do conhecimento, como antropologia, psicologia ambiental, dentre outras. Portanto, associar a ergonomia apenas a aspectos meramente dimensionais, antropométricos e de acessibilidade é uma visão reducionista do seu campo de atuação (KRONKA MÜLFARTH, 2017) Nesse sentido, é de extrema importância mencionar a influência da psicologia ambiental nessas relações. A psicologia ambiental busca, em linhas gerais, compreender a construção de significados e comportamentos relativos ao ambiente, avaliando a subjetividade do indivíduo e as possíveis modificações de comportamento socioespaciais em decorrência da sua percepção, cognição, representações e simbolizações (CAVALCANTE e ELALI, 2011).

A importância da ergonomia aplicada ao urbano é crescente. Pesquisas que estudam aspectos de inovação relacionados ao sistema de transportes, com vistas a incrementar sua atratividade e criar marcos urbanos, incorporam aspectos da ergonomia urbana como ponto chave para atingir este objetivo (CORAZZA, 2016, 2017, apud APPOLLONI et al., 2020).

A ergonomia urbana é extremamente complexa, envolvendo uma série de domínios diferentes, que incluem: o comportamento dos pedestres, aspectos do planejamento urbano, aspectos tecnológicos relacionados à construção da cidade, aspectos sociais, dentre outros. Nesse ponto reside a dificuldade de se abordar a ergonomia urbana em sua totalidade: seu grau de complexidade dificulta a obtenção de um nível suficiente de generalidade na sua representação (APPOLLONI et al., 2020). Appolloni aponta, por exemplo, a dificuldade de abordar aspectos do comportamento dos cidadãos relacionados a questões socioculturais, por exemplo.

Outra dificuldade existente na aferição do conforto ergonômico do pedestre reside na dificuldade de manejo das inúmeras variáveis e indicadores aferidos no campo da ergonomia urbana (DUL et al., 2012). Dul também aponta que muitas pesquisas enfatizam, adicionalmente, a dificuldade de obtenção de todos os dados de forma completa, custo elevado para acessar determinadas bases de dados, e a ausência de estandardização nas medições e catalogação dos indicadores. Por essa razão, ao aferir o conforto ergonômico do pedestre, é fundamental considerar parâmetros tangíveis e de fácil acesso, na medida do possível, para minimizar os entraves decorrentes da complexidade do tema.

Diante do exposto, infere-se que, dentre as áreas de conforto ambiental analisadas, o conforto ergonômico é aquele que possui mais estreita relação com a caminhabilidade. De fato, quando se analisam os indicadores aferidos em índices e auditorias de caminhabilidade (vide capítulo 1), verifica-se que são, em sua grande maioria, relacionados a aspectos da ergonomia urbana. A título de exemplo, podem ser elencadas questões da dimensão física das calçadas (i.e. largura e declividade), questões de segurança viária (i.e. presença de travessias seguras); de atratividade (i.e. presença de fachada ativa); entre outros.

Analisando a literatura, os critérios prevalentes do conforto ergonômico do pedestre são relacionados à segurança viária, qualidade da calçada e sua infraestrutura, segurança pública, atratividade e diversidade e, por fim, mobilidade e acessibilidade (SATO, 2021; APPOLLONI et al., 2020; DUNCAN et al., 2005). Estas cinco categorias são exploradas na etapa de metodologia, com a seleção de indicadores para cada uma delas, pautando-se no critério da tangibilidade pontuado anteriormente.

Dentro da ótica do planejamento urbano, o conforto ergonômico é aquele que mais abarca as questões de desenho urbano. É a vertente de conforto ambiental mais ampla, de caráter polidimensional (KRONKA MÜLFARTH, 2017). Se o desenho urbano das cidades é voltado à escala humana, do pedestre, este pode ser estimulado a exercer as demais atividades da vida cotidiana.

Portanto, o conforto ergonômico é a dimensão mais complexa e mais crucial na caminhabilidade de um local. Pode-se afirmar, ainda, que é indissociável da caminhabilidade, havendo uma superposição e inter-relação entre os dois conceitos.

2.2 AS DIMENSÕES DO PLANEJAMENTO URBANO NA CAMINHABILIDADE

O conceito de planejamento urbano (FELIPE et al., 2020) é sempre abordado na perspectiva de vida da população que vive em aglomerações urbanas. Assim, lida com problemas urbanos complexos e depende da integração de diversos setores da sociedade (ANDRADE e FRANCESCHINI, 2017). Como já abordado no capítulo 1, a escala mais importante para o planejamento das cidades é a escala das pessoas, humana (JACOBS, 1961; WHITE, 1980; GEHL, 2013; RODE e FLOATER, 2014). Desta forma, deve atender - por meio da implementação de políticas públicas e promoção do desenvolvimento - às

necessidades e expectativas dos cidadãos no meio urbano.

Gehl (2013) aponta que as atividades realizadas nos percursos de pedestres são complexas, podendo ser analisadas sob distintas óticas. A primeira ótica é do ponto de vista da necessidade do pedestre. A necessidade principal é que o pedestre possa realizar suas atividades absolutamente necessárias em seu cotidiano, como, por exemplo, deslocar-se para trabalhar ou estudar. Outras necessidades, também importantes, estão relacionadas às atividades facultativas, geralmente prazerosas e recreativas, relacionadas à fruição da cidade e de seus espaços públicos. A oferta de atividade facultativas na cidade aumenta sua vitalidade urbana. Gehl conclui, assim, que analisar os percursos de pedestres sob estas duas necessidades – realizar atividades necessárias e facultativas – é pré-requisito, portanto, para uma boa qualidade urbana. A segunda ótica é analisar quais fatores influenciam tais atividades realizadas nos percursos de pedestres. Nesse sentido, destaca a importância do clima local, que pode ser determinante na realização de atividades ao ar livre. Em situações climáticas extremas, por exemplo, a caminhabilidade é diretamente afetada. Por fim, a terceira ótica é avaliar o contexto do conjunto urbano no qual se inserem os percursos de pedestres. Desta forma, a qualidade do meio urbano e a ordenação territorial, em um sentido mais amplo, afetam diretamente as atividades realizadas nos percursos de pedestres. Considerando isso, Gehl finaliza sua reflexão argumentando que o planejamento urbano emerge como um eixo estruturador da caminhabilidade, com o papel de influenciar o alcance e o caráter das atividades desenvolvidas pelos pedestres em seus percursos.

Rode e Floater (2004) também evidenciam a importância que se deve dar ao planejamento, ao desenho urbano, e à construção e gestão da condição local, na escala humana. Adicionalmente, enfatizam que a acessibilidade das cidades só é possível com a proximidade física, e que a escala do caminhar é eixo fundamental para garantir essa acessibilidade.

Reconhecendo a importância deste tema, a Organização das Nações Unidas estabeleceu diretrizes internacionais para o planejamento urbano e territorial, nas quais aparecem diversas recomendações com ênfase no andar a pé e no conforto provido aos pedestres. Neste sentido, orienta que as autoridades locais desenvolvam "uma rede de ruas seguras, confortáveis e eficientes, permitindo um alto nível de conectividade e incentivando o transporte não motorizado para melhorar a produtividade econômica e facilitar o desenvolvimento econômico local" (ONU-HABITAT, 2015, p. 19). Agregam, ainda, a importância de se criar ruas e incentivar caminhadas ou outro meio de transporte não motorizado; incentivo ao uso transporte público em detrimento do transporte individual; e, finalmente, recomendam a plantação de árvores nos percursos para fornecer sombra e absorver o dióxido de carbono nas cidades.

Dentro da discussão de cidade, emergiram, ao longo dos anos, muitos conceitos que aliam o termo "cidade" a um adjetivo que busca sintetizar novas linhas de pensamento e planejamento urbanos. Apenas como exemplos, é comum deparar-se, na literatura, com os termos "cidades sustentáveis", "cidades saudáveis", "cidades resilientes", cidades integradas", "cidades de baixo-carbono", "cidades inteligentes", "cidades compactas", "cidades verdes", "cidades de quinze minutos", dentre tantos outros. A ideia aqui não é aprofundar-se em cada um destes conceitos, mas chamar à atenção para o fato de que, em qualquer uma das abordagens de cidade contemporâneas, a caminhabilidade está sempre presente e considerada. Em outras palavras, a discussão de cidades é indissociável da caminhabilidade, e o planejamento urbano atua nessa relação com o papel de elo conector e estruturador entre as duas partes.

2.2.1. Marcos legais do andar a pé no contexto brasileiro

No âmbito brasileiro, nota-se que, pouco a pouco, surge uma valorização do andar a pé como um elemento importante no planejamento das cidades, sobretudo sob a ótica do transporte, enquadrando-o como um meio de transporte ativo, não motorizado e, portanto, alinhado aos preceitos de sustentabilidade. Assim, considera-se pertinente fazer uma breve análise do marco legal do andar a pé sob as lentes da mobilidade urbana e do transporte ativo.

Primeiramente, é importante ressaltar que o direito à cidade aparece pela primeira vez na Constituição Federal de 1988 - CF (BRASIL, 1988), estabelecendo que o plano diretor é instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbanos, sendo obrigatório para municípios com mais de vinte mil habitantes. A partir de 2015, adicionalmente, passa a considerar o transporte como direito social.

Outro avanço importante consiste na instauração do Código de Trânsito Brasileiro - CTB (BRASIL, 1997), por meio do qual houve maior transferência de funções aos municípios com relação ao trânsito, permitindo um melhor gerenciamento a nível local (ANTP, 2018). O

CTB, ainda, enfatiza a prioridade em garantir a segurança do pedestre dentro da hierarquização do sistema de trânsito.

Nos anos 2000, com a promulgação da Lei Federal Nº10.098/2000 (BRASIL, 2000a), a questão da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou mobilidade reduzida entra em pauta no desenho urbano. Assim, a partir deste marco, o planejamento das vias, parques e outros espaços públicos devem ser concebidos considerando a acessibilidade universal.

Na sequência, é sancionado o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que regulamenta os instrumentos do plano diretor municipal. Com a Lei Brasileira de Inclusão – LBI (BRASIL, 2015a) – marco que consolida a importância da acessibilidade da pessoa com deficiência e mobilidade reduzida no meio urbano, o Estatuto inclui a necessidade de criação de rotas acessíveis nos passeios públicos novos ou em reforma.

Em 2003, o Ministério das Cidades é criado, e, dentre os seus objetivos principais, tem a meta de assegurar o acesso à mobilidade com segurança. Com isso, é criada a Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana – Semob. Nesse contexto, o Ministério publicou um caderno técnico com propostas de políticas setoriais de mobilidade urbana sustentável, na qual se reconhece a importância de priorização dos meios de transporte não-motorizados (Ministério das Cidades, 2004). Em 2004, as leis relacionadas a questões de acessibilidade – Leis N.º 10.048/2000 e N.º 10.098/2000 (BRASIL, 2000a; 2000b) são regulamentadas pelo Decreto Federal 5.296/2004 (BRASIL, 2004), apontando exigências quanto à acessibilidade nas esferas do planejamento e urbanização dos espaços públicos. Nesse momento, as questões envolvendo o pedestre na cidade passaram a incluir, além de mobilidade, aspectos relativos à acessibilidade urbana (ALBALA, 2022).

Em 2012, é sancionada a Política Nacional de Mobilidade Urbana -PNMU (BRASIL, 2012), que institui diretrizes de mobilidade urbana aos municípios. A PNMU é considerada um dos principais marcos da mobilidade urbana no país (IPEA, 2012), estabelecendo a obrigatoriedade de elaboração de Plano de Mobilidade (PlanMob) para cidades com mais de vinte mil habitantes. Ainda, caracteriza os sistemas não motorizados de mobilidade urbana (a pé ou bicicleta), e prevê a dotação de espaço exclusivo nas vias públicas para este tipo de transporte. Também permite a criação de vias exclusivas de pedestres, em caráter temporário ou permanente. Porém, o modo a pé não é tratado como um item prioritário, e não apresenta nenhuma exigência qualitativa ou de conforto ambiental em suas diretrizes de implementação. Apesar de ser uma pauta extremamente importante às cidades, a adesão dos municípios às políticas de mobilidade urbana ainda é baixa (ALBALA, 2022), explicada pela falta de qualificação técnica das prefeituras para a execução dos seus respectivos PlanMobs e da disponibilidade de fundos para investir em projetos voltados à mobilidade a pé.

Por fim, em 2015, o Estatuto da Metrópole (BRASIL, 2015b) determina que as regiões metropolitanas e aglomerações urbanas devem elaborar um plano de desenvolvimento urbano integrado. Esse olhar mais integrado, em escala metropolitana, permite abordar a pauta da mobilidade urbana de forma mais integrada, com uma análise do sistema de transporte em escala regional, incluindo os modos ativos.

No âmbito local, novas iniciativas também vêm sendo observadas, como, por exemplo, o Estatuto do Pedestre, presente em municípios como São Paulo, Fortaleza, Rio de Janeiro e Natal, que tem, como premissa básica, a estruturação da rede de infraestrutura básica da mobilidade a pé, estimulando a mobilidade ativa.

Em suma, nota-se que a mobilidade urbana a pé tem ganhado espaço no debate das políticas públicas ao longo dos anos, sendo priorizado em relação a outros modais de transporte. Com isso, pouco a pouco, o andar a pé ganha uma nova perspectiva, sendo integrado ao sistema de transportes. Por esta razão, inserir e ampliar esse debate no planejamento estratégico das cidades é primordial, com o objetivo de se criar cidades para a escala do pedestre, mais caminháveis e humanas.

2.2.2. Planejamento Urbano e o Andar a Pé: Teoria Dos D's

Conforme visto anteriormente, o andar a pé precisa ser visto desde o enfoque do desenho urbano e do planjamento urbano, e incorporado de maneira mais sistemática às políticas de transporte (MALATESTA, 2007).

Nas últimas décadas, houve um esforço notório em compreender e institucionalizar o desenho de espaços de transporte para veículos motorizados. O transporte com ênfase no pedestre, entretanto, é uma adição muito mais recente (LO, 2009). Analisando os deslocamentos a pé como meio de transporte, verifica-se um grande desequilíbrio com

relação aos outros modais de transporte. Isso é facilmente observado ao se analisar os atropelamentos de pedestres nas estatísticas de acidentes de trânsito (MALATESTA, 2007). Isso faz com que os programas relacionados aos pedestres muitas vezes o enquadrem apenas sob a ótica da segurança viária. Faz-se necessário, portanto, enquadrar o andar a pé – e consequentemente, a caminhabilidade – no viés da mobilidade urbana, integrado aos sistemas de transporte, e incluído, consequentemente, nas políticas de desenvolvimento territorial e planejamento urbano das cidades. Considerando que a gestão da mobilidade urbana é uma ferramenta que contribui à justiça ambiental e social nas grandes cidades, com impactos diretos na pauta climática, especialmente com relação à poluição atmosférica e emissão de GEE (CHIQUETTO et. al, 2020), incluir o andar a pé nessa vertente o coloca, adicionalmente, como catalizador desses impactos.

Como apresentado no primeiro capítulo, realizaram-se muitos estudos que buscavam correlacionar aspectos do meio urbano e a ocorrência de viagens, especialmente na área de engenharia de transportes e planejamento urbano, culminando no que se conhece atualmente como a teoria das variáveis 3D's da forma urbana (CERVERO e KOCKELMAN, 1997). Verificou-se que este conceito se aplicava, também, às viagens a pé, e, consequentemente, à caminhabilidade (LEE e MOUDON, 2006). Assim, a teoria dos D's permite uma abordagem da caminhabilidade e conforto do pedestre do ponto de vista do planejamento urbano, atendendo aos objetivos desta pesquisa, que busca inter-relacionar estes três aspectos.

Cada um destes "Ds" representa uma dimensão do ambiente construído - densidade, diversidade de atividades e desenho urbano (design), que comprovadamente afeta o número de viagens no contexto urbano (KANG, 2018). Posteriormente, adicionaram-se mais duas variáveis D's a essa teoria - distância ao transporte e destinos acessíveis (ou acessibilidade aos destinos), chegando-se ao que se conhece atualmente por 5D's (Figura 2.4) (EWING e CERVERO, 2010, CAMPOLI, 2012).

Há diversos conceitos derivados desta abordagem, como por exemplo, "3D's + R" (LEE e MOUDON, 2006), "5D's + S" (KANG, 2018), "5D'S + P" (CAMPOLI, 2012). Ainda, há especulações acerca de uma sexta e sétima variáveis, respectivamente, "gerenciamento da demanda" (demand management, em inglês), incluindo oferta de estacionamentos e custos, e "demografia", que, apesar de não ser parte do ambiente, o influencia (EWING e CERVERO, 2010).

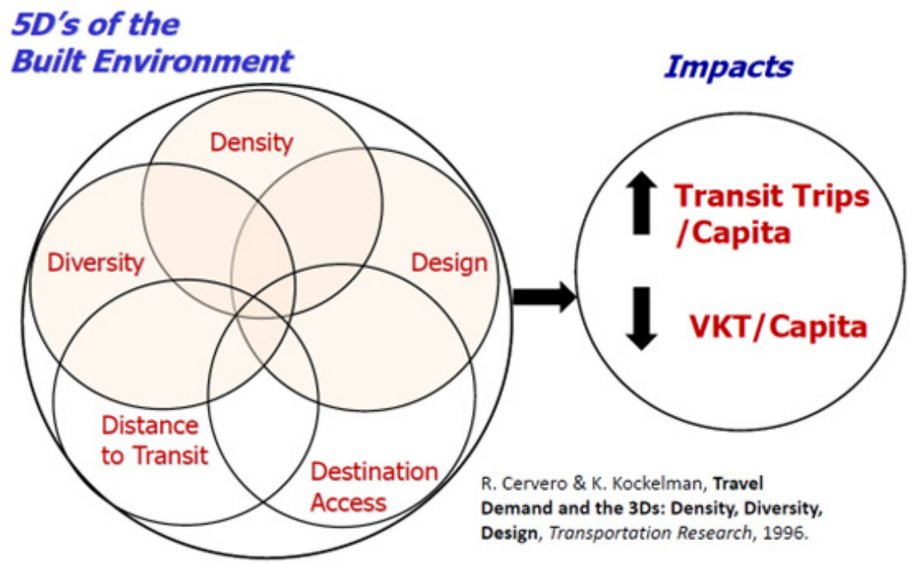


Figura 2.4. 5D's do ambiente construído. Fonte: Cervero (2011).

Esta teoria é uma das métricas mais aceitas do planejamento urbano baseado no DOT - Desenvolvimento Orientado ao Transporte (TOD - Transport Oriented Development, em inglês) (CHEN, 2010; ITDP, 2013). Emergido no início dos anos 90 com a obra de Peter Calthorpe (1993) o modelo TOD:

> *"(...) é um resumo das novas prioridades adotadas para o desenvolvimento urbano contemporâneo. Elas refletem uma mudança fundamental do velho Paradigma insustentável do urbanismo orientado ao uso do veículo particular, para um novo paradigma em que as formas urbanas e usos do solo se integram intimamente com modos de viagens urbanas mais eficientes, de baixo impacto e orientados às pessoas: a pé, por bicicleta ou transporte público."*
>
> (ITDP, 2013, pp.14)

Mais recentemente, inclusive, houve um aprimoramento deste conceito, incorporando a sustentabilidade como premissa e, assim, evoluindo-o para a terminologia DOTS - Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável. De fato, a mobilidade urbana, com ênfase na sustentabilidade, permite relacionar mais diretamente o uso e a ocupação do solo com o sistema de transportes, dando ao planejamento urbano um viés da escala humana (BANISTER, 2008).

O DOTS pode, então, ser definido como um modelo de planejamento e desenho urbano orientado ao transporte coletivo, que promove bairros compactos, com altas densidades, com diversidade de usos, serviços e espaços públicos e que favoreçam a interação

social (ITDP, 2015, WRI BRASIL, 2018, BID, 2021). Pode, ainda, ser adotado em diferentes escalas urbanas e por meio de diferentes instrumentos de planejamento urbano - desde a perspectiva de planos de bairro a planos diretores e planos de desenvolvimento urbano integrado, dentre outros (EMBARQ, 2014, BID, 2021).

Dentro da lógica do DOTS, cada um dos D's desempenha papel crucial na paisagem urbana, e, em conjunto, produzem impactos ainda maiores. Ainda, o grau com que cada um dos "Ds" se combina em um bairro ou cidade determinam se os residentes se deslocarão de carro ou em outro modo, bem como a extensão das viagens (CAMPOLI, 2012). Locais com elevada presença de cada um dos "Ds", possui, comprovadamente, menores valores de VKT (Viagens de Trânsito em Quilômetros, ou *Vehicle Kilometers of Travel*, em inglês) e maior incentivo ao andar a pé (Quadro 2.1) (EWING, 2011).

Quadro 2.1. Densidade vs. Número de Viagens vs. VKT – Curitiba e Brasília.

	Curitiba	Brasília
Pessoas/ km²	3470	420
Viagens de trânsito/ capita/ ano	355	97
VKT/ capita ano	7900	16700

Fonte: Adaptado de Cervero, 2011.

O DOTS possui oito princípios estruturadores, sendo quatro deles relacionados à estrutura urbana e os outros quatro à mobilidade urbana (Figura 2.5): i. Conectar: criar redes densas de ruas e caminhos; ii. compactar: otimizar a densidade de ocupação de forma correspondente à capacidade do transporte coletivo; iii. misturar: estimular a mistura de usos do solo, a diversidade demográfica e de renda; iv. compactar: reestruturar as áreas urbanas para encurtar as viagens casa-trabalho-casa; v. caminhar: criar bairros que estimulem as pessoas a andar a pé; vi. pedalar: priorizar redes de transporte ativo; vii. transporte público: prover acesso a sistemas de transporte coletivo de qualidade, confiáveis e integrados a cidade e viii. mudar: aumentar a mobilidade regulamentando o uso de estacionamentos e de vias públicas por veículos individuais motorizados (ITDP BRASIL, 2017).

Figura 2.5. Princípios do DOTS. Fonte: Adaptado de ITDP Brasil (2017).

Mais recentemente, no advento da 27ª Conferência das Partes[5], ou COP27, ocorrida em 2022, no Egito, foi lançada uma importante iniciativa chamada L^{e}O$_2$TUS - *Low Carbon Transport for Urban Sustainability* (transporte de baixo carbono para a sustentabilidade urbana). Totalmente aderida aos princípios do DOTS, a iniciativa chama à atenção para a necessária redução das emissões de gases do efeito-estufa, por meio de estratégias de descarbonização dos meios de transporte, com ênfase em soluções resilientes. Busca um alinhamento entre intervenções relacionadas a clima, transporte, meio urbano, equidade, saúde e energia. Com isso, pretende atingir uma integração modal mais equilibrada, por meio da promoção de maior proximidade e acessibilidade na escala da cidade, por meio da priorização dos sistemas ativos de transporte e o incentive à utilização do transporte coletivo (COP27, 2022).

A seguir, apresenta-se uma breve definição de cada um destes D's, baseados em autores que abordam esse tema de maneira sistematizada (EWING e CERVERO, 2010; CAMPOLI, 2012; ZHANG et al., 2014; GRIECO e ALVES, 2015, KANG, 2018). É importante ressaltar que as definições aqui apresentadas podem sofrer variações no futuro. Ainda, reconhece-se que possa haver sobreposição de algumas variáveis em algumas instâncias, como, por exemplo, diversidade e acessibilidade aos destinos (EWING e CERVERO, 2010).

[5] A Conferência das Partes é um encontro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, um dos eventos anuais mais importantes sobre mudanças climáticas, a nível mundial. Reunindo líderes globais, o objetivo dos encontros é debater as mudanças climáticas e possíveis estratégias e soluções para lidar com elas (COP27, 2022).

2.2.2.1.Densidade

Em linhas gerais, densidade, dentro do conceito dos 5D´s, é a quantidade de população, residências ou emprego por m² urbanizado. No entanto, é um conceito que pode ser aplicado a qualquer elemento do ambiente construído.

A densidade, sozinha, não reduz os deslocamentos em automóvel. Por exemplo, torres habitacionais densas afastadas dos grandes centros urbanos requerem mais o automóvel que residências em zonas mais próximas (EWING e CERVERO, 2010). No entanto, pesquisas demonstram que há menos deslocamentos em automóvel quanto maior a densidade habitacional (Figura 2.6) (KENWORTHY, 2006).

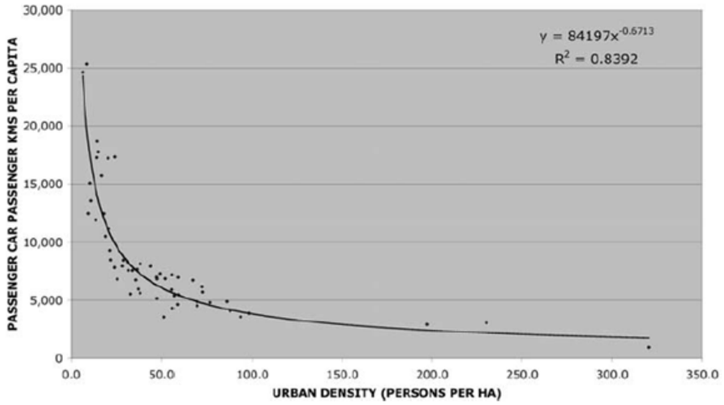


Figura 2.6. Densidade Urbana versus viagens individuais de automóvel (1995). Fonte: Kenworthy (2006).

Campoli afirma que a melhor densidade é aquela agradável a quem anda a pé. Por isso, pode-se considerar outras densidades nas análises, como, por exemplo, densidade de escolas, dentre outros.

2.2.2.2.Diversidade

É a variável do uso do solo em determinada área. O uso misto do solo, ou diversidade, amplia o número e tipos de destinos em uma determinada área (EWING et al., 2011). Um uso misto do solo inclui usos residenciais, de comércio, serviços, recreação, institucionais, dentre outros (Figura 2.7). Assim, quanto maior a diversidade, maior o número de serviços que residentes ou trabalhadores podem acessar a pé ou em bicicleta. Este uso misto, no entanto, pode estar situado tanto a nível da rua, como nos demais pavimentos (CAMPOLI, 2012).

Figura 2.7. Diversidade de Uso do solo em diversos níveis. Fonte: Adaptado de Campoli (2012).

O contrário também se aplica, ou seja, quanto menor a diversidade do solo, mais monotemático é um espaço, e, por consequência, os habitantes necessitam percorrer maiores distâncias para atender às suas necessidades básicas, incentivando o uso do automóvel.

2.2.2.3. Desenho urbano (design)

É a variável mais complexa, pois engloba as características do layout do bairro como um todo, e a escala da "paisagem urbana" ou "paisagem da rua" (*streetscape*).

Paisagem da rua pode ser definido como o ambiente tridimensional das ruas, delimitado pela massa e arranjo dos edifícios do entorno, e que afetam a percepção e comportamento do ser humano (HARVEY et al., 2016). Pode ser definido também como o arranjo espacial e visual das características físicas e da paisagem urbana, visto da rua (TUCKER et.al, 2007, apud KACHA, 2014). A paisagem da rua inclui os estilos arquitetônicos, quantidades e tipologias de edifícios, atividades humanas e todos os elementos da rua, como por exemplo: equipamentos públicos, infraestrutura, iluminação viária, elementos de trânsito e semaforização, vegetação, cores, mobiliário urbano, sinalização visual e propagandas, e ornamentos" (KACHA, 2014).

Assim, esta variável pode ser abordada desde uma forma mais simplificada a uma forma mais detalhada. Na primeira vertente, o desenho urbano pode ser analisado a partir da malha urbana e intersecções viárias (CERVERO e KOCKELMAN, 1997). Esta vertente pode ser chamada, também, de conectividade (Figura 2.8).

Figura 2.8. Três malhas urbanas de mesma escala. Fonte: EWING (1996).

Na segunda, a partir da perspectiva de paisagem da rua, pode incluir medidas de tamanho de quadra, largura de calçadas, número de cruzamentos de pedestres, variáveis físicas e ambientais, mobiliário urbano, dentre outros aspectos (Figura 2.9). Com relação a esse último D, Ewing afirma que uma rua orientada ao pedestre combina os seguintes elementos: envoltória, escala humana, diversidade arquitetônica, transparência e permeabilidade.

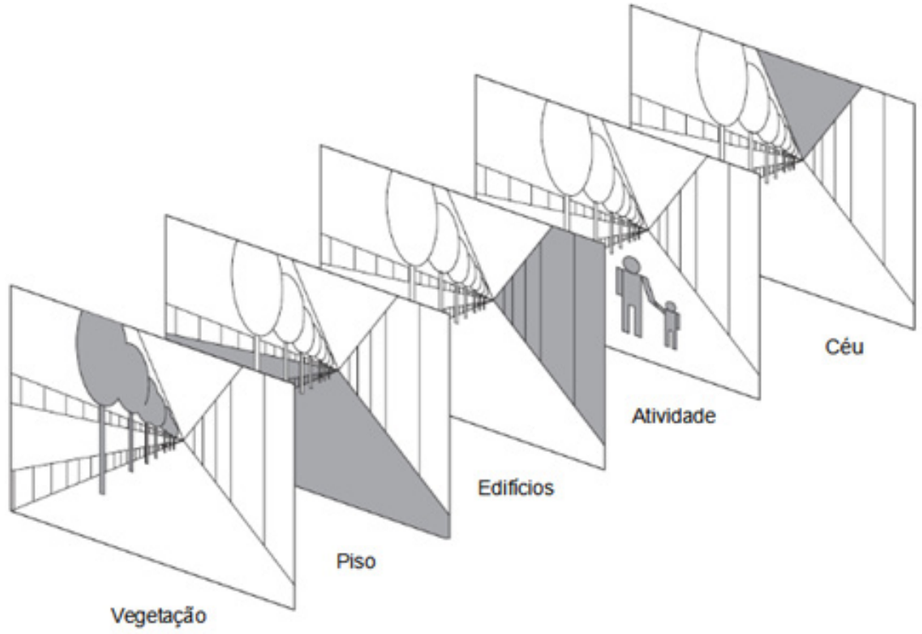


Figura 2.9. Composição conceitual de paisagem da rua. Fonte: Adaptado de KACHA (2014).

Portanto, é a variável que propicia, fisicamente, a caminhabilidade e a adoção de outros modos de deslocamento não motorizados, como a bicicleta. Toda viagem - seja em ônibus, trem, metrô, ou veículo privado - começa e termina a pé. Por isso, é importante que a paisagem da rua seja o mais interessante e confortável possível (Figura 2.10), incentivando as pessoas a utilizarem transportes coletivos ou percorrerem pequenas distâncias a pé ou em bicicleta para seus afazeres (CAMPOLI, 2012).

Figura 2.10. Exemplo de paisagem da rua com qualidade ambiental: calçadas largas, fachadas ativas, arborização e pedestres.
Fonte: Campoli (2012).

2.2.2.4. Destinos acessíveis (acessibilidade aos destinos)

É a variável que mede o esforço de a população viajar de suas origens aos seus destinos. É o "D" mais fortemente associado à redução de VKT, pois quanto mais próximo está um destino frequente, menos se desloca uma pessoa (CAMPOLI, 2012). É frequentemente medido como a distância entre as origens e o centro comercial de uma cidade, ou em função da quantidade de empregos ou atrações dentro de um percurso de três minutos de carro ou quinze minutos a pé (Figura 2.11) (EWING e CERVERO, 2010).

Neste contexto, é importante destacar que, quanto mais próximo um destino da zona central da cidade, mais elevada é essa variável. Por outro lado, a acessibilidade local, possibilitada por pequenos eixos de comércio e serviços dentro de um bairro, também pode reduzir as distâncias percorridas (CAMPOLI, 2012).

Figura 2.11. Acessibilidade aos destinos. Fonte: ITDP (2015).

2.2.2.5. Distância ao transporte público

É o "D" que mede a distância ao acesso aos transportes públicos. Pesquisas indicam que o fator mais preponderante analisado por um pedestre ao optar por deslocar-se por meio de um transporte público é a distância ao mesmo (CAMPOLI, 2012). Densidade e distância ao transporte, juntos, criam um "ciclo virtuoso", em que a concentração de pessoas e emprego gera uma demanda de viagens, que, por sua vez, leva a uma maior oferta de transportes públicos, e consequentemente, contribui à vitalidade urbana (Figura 2.12).

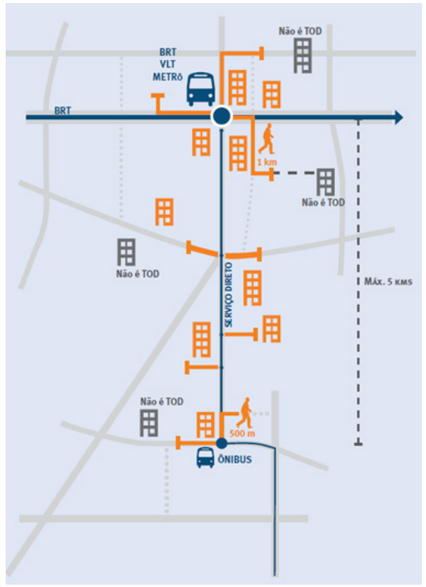


Figura 2.12. Exemplo de análise de distância ao transporte do tipo BRT, na metodologia de avaliação TOD do ITDP. Fonte: ITDP (2013).

Cada um dos "D" são abordados de maneiras distintas nas pesquisas, de acordo aos objetos e objetivos dos estudos. Alguns levantamentos realizados (Quadro 2.2) tratam de realizar esta análise, a fim de identificar quais são os indicadores ou atributos mais comumente utilizados em cada um dos "Ds" (ZHANG et al., 2014; GRIECO e ALVES., 2015, KANG, 2018).

Quadro 2.2. Atributos mais amplamente usado na análise dos "5D's" do ambiente urbano.

CINCO VARIÁVEIS	SIGNIFICADO	ATRIBUTOS COMUMENTE AVALIADOS
Densidade	Variável de interesse por unidade de área	Densidade populacional; densidade residencial; densidade de empregos;
Diversidade	O número e o grau de diferentes usos do solo em determinada área	Medidas de entropia de diversidade; taxa de empregos e residências; taxa de empregos e população;
Desenho urbano	Características da conectividade urbana em determinada área	Tamanho médio da quadra; proporção e número de intersecções viárias; recuo médio dos edifícios; largura média das vias; número de cruzamentos de pedestres;
Distância ao transporte público	O nível do serviço de transporte público nas áreas de residência e trabalho	Distância entre residência ou locais de trabalho até o ponto/ estação de transporte público; densidade de rotas de transporte público; distância entre paradas de transporte público; número de pontos/estações de transporte público por área; taxa de cobertura de transporte público na região
Destinos acessíveis (acessibilidade aos destinos)	Facilidade de se chegar às atrações/ destinos	Distância ao centro administrativo; número de empregos ou outras atrações acessíveis dentro de um determinado período; distância da residência à loja mais próxima;

Fonte: Adaptado de Zhang et al. (2014).

Diante do exposto, nota-se que abordar a caminhabilidade segundo a ótica dos 5D's, inserida no conceito de DOTS, possui inúmeras vantagens. Primeiramente, porque a influência destas variáveis na promoção dos deslocamentos a pé está validada pela comunidade acadêmica. Segundo, porque permite abordar a caminhabilidade em distintas escalas. Terceiro, porque permite a criação de uma interface entre a caminhabilidade e questões do planejamento urbano, sustentabilidade e políticas públicas.

2.2.3. Novas práticas de transformação urbana na escala do pedestre

Esse cenário de transformação - em que os modos de deslocamento ativos vêm ganhando força no debate das cidades - não se dá apenas pelo crescente debate do tema na esfera das políticas públicas e da legislação. Existem intervenções urbanísticas, de mais curto prazo, que vêm ganhando força nos últimos anos e têm grande potencial de transformação urbana na escala do pedestre, podendo levar a transformações permanentes no meio urbano. Este item dedica-se a pontuar, sucintamente, algumas destas práticas.

Nos últimos anos, os espaços públicos das cidades vêm sendo palco de intervenções urbanísticas pontuais, lideradas por outros atores sociais, como, por exemplo, moradores de determinados locais, ativistas, comerciantes, dentre outros. Como Lynch (1960) e Washburn (2013) já bem apontavam, os cidadãos não são apenas espectadores do ambiente, mas interagem com ele.

No Brasil, em 2013, houve uma série de manifestações conhecida popularmente como "Jornadas de Junho", iniciadas em São Paulo como protesto ao aumento das tarifas de ônibus. Esse marco foi divisor de águas na postura dos cidadãos em relação à cidade, que passaram as ser mais propositivos na construção dos espaços públicos (TRUGILLO, 2019). No campo do urbanismo, tais intervenções são comumente atreladas a três vertentes de intervenção: urbanismo tático, acupuntura urbana e placemaking. Pode-se considerar esta vertente como "urbanismo emergente", que se contrapõe e complementa as práticas do planejamento urbano territorial tradicional (POHL e REYES, 2011). Com intervenções pontuais, na microescala, estas práticas têm por objetivo melhorar a qualidade de vida do pedestre no meio urbano, trazendo a dimensão da escala humana ao desenho e proposição das cidades.

Fazendo uma pequena conceitualização destas vertentes, tem-se:

- Urbanismo Tático

Em linhas gerais, são intervenções de curto prazo na microescala, em caráter experimental e de prototipagem, reversíveis, que servem para subsidiar estratégias de planejamento de longo prazo (LYDON e GARCIA, 2015; WRI, 2021). Lydon (2011) estabelece cinco padrões neste tipo de intervenção: i. instigar mudanças a longo prazo; ii. abordar soluções locais para desafios do planejamento local; iii. realizar-se em curto prazo, com expectativas realistas; iv. assumir pequenos riscos em detrimento dos possíveis benefícios da intervenção; e v. desenvolver capital social e identidade local.

Em suma, é uma ferramenta que complementa o planejamento tradicional. No entanto, é preciso salientar que a resposta "tática" não responde a todos os problemas das cidades, e não substitui ações na macroescala. Assim, é uma intervenção que pode testar soluções, implementar projetos piloto, validar a efetividade de ações etc., podendo subsidiar ou não alguma ação de caráter permanente, tendo ainda, o poder de replicabilidade e ampliação a outros contextos (WRI, 2021).

Apesar de ser conhecida como uma iniciativa do tipo "*bottom-up*", ou seja, que parte da sociedade civil, os governos ao redor do mundo começam a adotar também esta estratégia de intervenção.

Dado o potencial de atuação na microescala, a rua e os percursos de pedestres são, frequentemente, alvos de intervenções de urbanismo tático. Um exemplo icônico consiste na pedestrianização da *Times Square*, em Nova Iorque. As intervenções iniciais eram temporárias, mas, aos poucos, o local foi destinado ao uso exclusivo de pedestres e ciclistas. O processo de consolidação desta transformação urbana se deu por meio de consulta à população e monitoramento de resultados (Figura 2.13).

Figura 2.13. Antes e depois da *Times Square*, em Nova Iorque. Intervenções temporárias tornaram-se permanentes. Fonte: WRI (2018).

No contexto da pandemia de *Sars-Cov2*, por exemplo, que assolou e assola as economias e sociedades em escala global, o urbanismo tático se apresentou como um excelente aliado para implementar respostas rápidas às novas necessidades de organização dos espaços urbanos (BRITO, 2022; KRONKA MÜLFARTH et al., 2022). Na escala do pedestre, várias ações foram realizadas com o intuito de aumentar a malha pedonal e cicloviária, por meio de pintura no solo, cones, sinalização etc. Cidades como Bogotá, Nova Iorque, Barcelona, Berlim, Paris, Montreal e São Paulo são exemplos que adotaram estas práticas (Figura 2.14).

Figura 2.14. Aumento temporário de zonas destinadas a pedestres, durante a pandemia de COVID-19, em Montreal. Fonte: Ryan Remiorz[1]

Um exemplo bem-sucedido no contexto brasileiro é a intervenção realizada em Santana, na zona Norte de São Paulo, com o objetivo de aumentar o espaço destinado à circulação de pedestres e diminuir a velocidade do tráfego local de veículos. Nesse caso, a intervenção baseada no conceito de urbanismo tático, buscou atender ao conceito de "ruas completas", que busca repensar o desenho viário voltado ao seu uso pelas pessoas, integrado ao planejamento urbano, considerando a vocação da rua como espaço público e permitindo a movimentação segura de pessoas (WRI, 2021). As intervenções realizadas contaram com a

[1] Disponível em: <https://montreal.ctvnews.ca/hundreds-of-kilometres-of-temporary-bike-and-pedestrian-paths-coming-to-montreal-1.4940992>. Acesso em: 02 dez. 2022.

participação de atores da sociedade civil no processo (Figura 2.15). Análises realizadas pós-intervenção (Figura 2.16) demonstraram uma redução de 23% na velocidade dos ônibus nas esquinas e aumento em 75% na segurança das travessias (GDCI, 2018).

Figura 2.15. Início da intervenção de urbanismo tático em Santana, São Paulo. Fonte: GDCI (2018).

Figura 2.16. Intervenção de urbanismo tático em Santana, concluída, São Paulo. Fonte: GDCI (2018.)

- Acupuntura Urbana

A acupuntura urbana, assim como o urbanismo tático, tem suas ações centradas na escala humana, do pedestre. É advinda de uma teoria da ecologia urbana que combina o desenho urbano tradicional com a técnica de acupuntura. Neste sentido, em referência à técnica milenar chinesa, a acupuntura urbana se faz ao recuperar a energia de um local doente por meio de uma picada (intervenção pontual), revitalizando a área em si e seu entorno

(SOLÀ-MORALES, 1992, 2008; LERNER, 2003; CASAGRANDE, 2015). Em suma, acupuntura urbana é realizada em pontos sensíveis do meio urbano, com potencial catalisador, transformando uma região inteira (LERNER, 2003). Solà-Morales (2008) argumenta que os efeitos da acupuntura urbana extrapolam a dimensão de intervenções pontuais, sendo um elemento catalizador de vitalidade urbana de um determinado local.

A intervenção realizada na Rua Otoní Façanha de Sá, em Fortaleza (Figura 2.17), é um exemplo desta prática. A revitalização da área foi realizada por meio de uma parceria entre a prefeitura de Fortaleza e um hospital local. A via era, originalmente, de uso exclusivo de pedestres. No entanto, com a expansão de atendimento do hospital, o fluxo de veículos na região aumentou, e, com isso, a via passou a ser utilizada como estacionamento, deteriorando-se (SILVA et al., 2017). Adotou-se, então, na intervenção, o conceito de rua compartilhada, na qual pedestres e ciclistas podem dividir o espaço de circulação com veículos. Com a requalificação do espaço, apenas ambulâncias locais podem transitar, em casos emergenciais. Além de devolver ao pedestre um espaço originalmente ocupado por ele, a intervenção ampliou a segurança da região (FORTALEZA, 2015).

Figura 2.17. Rua Otoní Façanha de Sá, em Fortaleza: rua compartilhada. Fonte: Fortaleza (2015).

- Placemaking

Este conceito tem início nos anos 60, quando emerge a discussão sobre a priorização dos pedestres, da escala humana, em detrimento do automóvel (JACOBS, 1961; GEHL, 1971; WHITE, 1980). *Placemaking*, ou "fazer lugares", em português, trata-se de experimentar táticas em pequena escala antes de se assumir compromissos políticos ou financeiros maiores (TRUGILLO, 2019).

A associação sem fins lucrativos denominada *Project foi Public Spaces* – PPS foi criada em 1975 com o objetivo de difundir e o conceito de *placemaking*. Trata-se de um processo que inclui a observação e escutas das pessoas que utilizam determinado espaço, seja para fins de moradia, lazer ou trabalho. Neste processo, convida a população a reimaginar ou reinventar coletivamente os espaços públicos nos quais transitam. Assim, é um processo que tem por premissa o engajamento social (PPS, 2022).

Em 2016, foram mapeados 11 elementos-chave na transformação dos espaços públicos (PPS, 2016, 2022). Dentre estes elementos, estão, por exemplo, a noção de que o ponto de partida é a comunidade, que são necessários parceiros, que a forma urbana suporta a função urbana, dentre outros. Ainda, ressalta o conceito "*Lighter-Quicker-Cheaper*" – LQC (mais leve, mais rápido e mais barato), enfatizando a importância de melhorias a curto prazo, que podem ser passíveis de refinamento posterior (Figura 2.18):

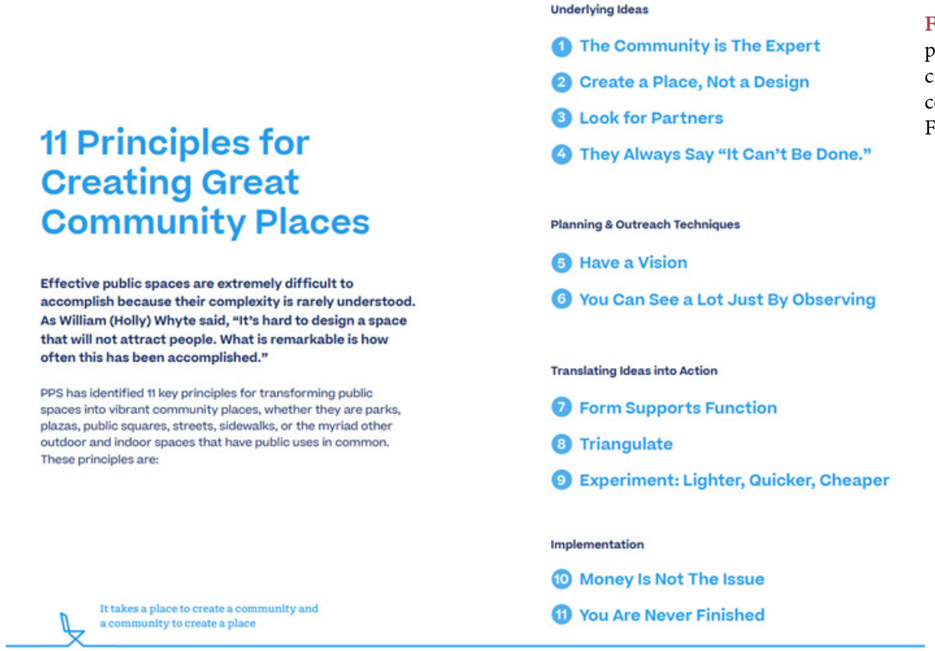


Figura 2.18. Onze princípios para a criação de lugares comunitários ótimos. Fonte: PPS (2022).

Por fim, com base nesses conceitos-chave, o *placemaking* estabelece 4 principais atributos de um lugar, sintetizados no diagrama a seguir (Figura 2.19). O diagrama é utilizado para auxiliar as comunidades nas avaliações dos locais. O anel interno representa os atributos-chave de um lugar: sociabilidade, usos e atividades, imagem e conforto, e acessibilidade e conectividade. O anel intermediário representa qualidades intangíveis e o anel externo representa indicadores mensuráveis.

Figura 2.19. Diagrama do Lugar (*Place Diagram*, termo em inglês). Fonte: PPS, 2022.

Um exemplo de intervenção de placemaking voltado ao pedestre é o *Umbrella Sky* Project (Projeto "Céu de Guarda-Chuva"), em Águeda, Portugal (Figura 2.20). Partindo do conceito de flexibilidade, e adaptabilidade a mudanças, o projeto se replica a cada ano desde 2011, durante os meses de verão. Com essa intervenção, que segue o conceito LQC, os pedestres ganham percursos sombreados e coloridos, contribuindo ao seu conforto térmico e à qualidade visual do lugar. Adicionalmente, são programadas atividades locais, como, por exemplo, ginástica ao céu aberto, aumentando as possibilidades de fruição da rua de pedestres. Desde sua instalação, o projeto tem sido replicado em várias localidades do globo, como, por exemplo, em Paris, em que a mesma intervenção foi adotada no inverno, protegendo os pedestres da chuva (Figura 2.21).

Figura 2.20. Umbrella Sky Project em Águeda, Portugal. Fonte: Página Web do PPS[2].

Figura 2.21. Umbrella Sky Project, em Paris, França. Fonte: Página Facebook do Umbrella Sky Project[3]

[2] Disponível em: https://www.pps.org/article/light-quick-and-cheap-5-placemaking-projects-that-inspire-us. Acesso em: 02 dez. 2022.

[3] Disponível em:< https://www.facebook.com/UmbrellaSkyProject/>. Acesso em: 02 dez. 2022.

Fazendo um paralelo com os índices de caminhabilidade abordados no capítulo 1, nota-se que muitos dos conceitos relacionados ao *placemaking* se sobrepõem aos aspectos avaliados na caminhabilidade de um lugar. Isso denota não apenas a inter-relação entre os temas, mas, também, a constatação de que estratégias de planejamento urbano na microescala estão intrinsecamente relacionadas à escala do pedestre. O mesmo fenômeno se observa nas intervenções de urbanismo tático e acupuntura urbana, nas quais, muitas vezes, questões relacionadas à caminhabilidade, mobilidade e acessibilidade são abordadas. Por exemplo, prioriza-se a segurança do pedestre, aumentando os percursos pedonais, diminuindo velocidade das vias, entre outros.

É importante mencionar que, muitas vezes, tais estratégias de urbanismo emergentes são criticadas por não solucionarem de maneira definitiva os problemas urbanos. No entanto, sem perder de vista este viés crítico, é importante considerar suas potencialidades, principalmente em cenários de rápida intervenção ou de baixos recursos. Ainda, é de fundamental importância a participação social que estas intervenções possibilitam, democratizando o debate sobre as cidades e os percursos de pedestres no meio urbano.

2.2.4. O planejamento estratégico na caminhabilidade: uma visão de futuro

Como extensamente colocado ao longo deste capítulo, o planejamento é uma ferramenta elementar para o desenvolvimento sustentável das cidades. Por meio dele, é possível estabelecer ações e metas de curto, médio e longo prazo nas esferas econômica, ambiental e social. No que concerne as mudanças climáticas, as estratégias de longo prazo denotam-se ainda mais necessárias (FELIPE et.al., 2020; CARTER et. al, 2015). Considerando isso, é importante que o planejamento urbano seja abordado para além dos ciclos políticos, que duram apenas quatro anos. É nessa discussão que emerge o conceito de planejamento estratégico (PE) de longo prazo.

Brandão (2018) aponta que houve uma desvalorização do planejamento nos anos 1980, período em que muitos projetos públicos foram realizados pelo setor privado. No início do século XXI, ressurge o debate acerca da relevância do poder público no controle do desenvolvimento urbano. Neste contexto emerge o conceito de planejamento estratégico.

Assim, pode ser considerado um instrumento de liderança nas cidades, podendo assumir distintas nuances, com variações em sua escala temporal, área de abrangência, marco legal e até em seu processo de construção (RAPOPORT et al., 2018).

Nessa mesma linha, a Organização das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos – ONU-HABITAT (2007) denota que o conceito de planejamento estratégico da cidade pode ser interpretado de várias maneiras, dependendo do enfoque pretendido e dos distintos cenários econômico, físico e político no qual se inserem. Assim, afirmam que o enfoque pode ser dado ao uso do solo e aspectos espaciais, a aspectos de desenvolvimento econômico, ou sobre quaisquer outros aspectos considerados relevantes para o desenvolvimento estratégico de uma cidade, podendo ser também a combinação de vários aspectos. A questão chave, portanto, é que não há um padrão no escopo do plano. Cabe a cada cidade reconhecer suas próprias oportunidades e deficiências, adaptando o plano em um processo compatível com o contexto local, necessidades e prioridades. Nesse processo, as prioridades estratégicas são identificadas por todas as partes interessadas, através de um processo consultivo. Assim, é, por definição, um processo descentralizado, do tipo "*bottom-up*" (ONU-HABITAT, 2007).

É importante destacar aqui que, nessa linha conceitual, o planejamento e os planos estratégicos de longo prazo não entram em conflito com o plano diretor (ONU-HABITAT, 2007, BUCALEM, 2019), e nem substituem outras ferramentas de planejamento espacial e territorial. São instrumentos de planejamento urbano com alcances distintos e complementares.

Em suma, o plano estratégico de longo prazo busca incluir de forma integrada aspectos econômicos, ambientais e sociais, conjuntamente, em um contexto mais amplo, articulando distintas esferas de governo. A escala temporal pode, ainda, considerar uma ou várias décadas (ONU-HABITAT, 2007). Em suma, o objetivo é conduzir a cidade a um futuro desejado (CLARK, 2013). Desse modo, o planejamento estratégico está voltado à ação e à implementação, considerando vários elementos-chave, como, por exemplo: os recursos necessários, a flexibilidade, o enfoque no processo em si e a promoção da integração de políticas públicas (ONU-HABITAT, 2007; BUCALEM, 2019). Desta maneira, quando avaliado sob a ótica de longo prazo, o planejamento estratégico pode redirecionar o desenvolvimento das cidades (Figura 2.22).

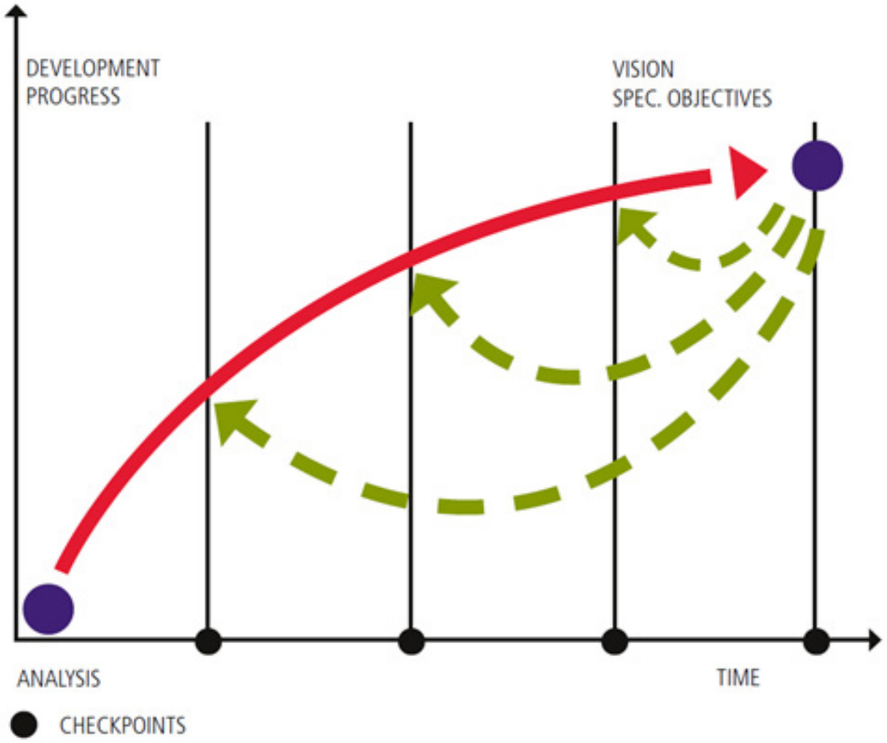


Figura 2.22. Processo de Desenvolvimento das Cidades sob a ótica do planejamento estratégico. Fonte: ONU-HABITAT (2007).

Nesse sentido, Bucalem (2019) aponta cinco aspectos relevantes para um planejamento estratégico de longo prazo:

i. visão de futuro – sintetizar as aspirações da cidade no longo prazo, depende do engajamento e participação dos cidadãos, resulta em um futuro compartilhado e desejado;

ii. conjunto de objetivos: elencar os objetivos que conduzam à visão de longo prazo. Neste sentido, é importante não perder de vista que o plano estratégico é seletivo e dá ênfase nos aspectos que trazem transformação real às cidades;

iii. estratégia de implantação: ter um plano de ação, com hierarquização de projetos e ações; cronograma e fontes de recursos;

iv. processo de construção do plano: pactuação majoritária acerca do que se deseja a longo prazo, sendo o maior desafio para a construção do planejamento estratégico;

v. processo de monitoramento e avaliação: monitoramento da implantação do plano, com indicadores e metas, permitindo avaliações periódicas e ajustes. O planejamento estratégico deve ser visto como um processo.

Hamarcu e Eren (2020) enfatizam a importância que os sistemas de transporte desempenham no planejamento a longo prazo das cidades, tanto pelos investimentos que requerem, tanto pelo impacto ambiental, econômico e social que produzem. Por isso, afirmam que é preciso levar essa dimensão da mobilidade urbana ao planejamento estratégico, com enfoque no desenvolvimento sustentável, a fim de promover os meios de transporte livres de carbono. Abordar a caminhabilidade sob a ótica do planejamento estratégico, é, portanto, alinhada a essa premissa.

Por fim, é importante denotar o viés crítico em relação a essa linha de planejamento: são necessários cuidados em seu processo de desenvolvimento e implementação, a fim de não legitimar intervenções pontuais desarticuladas nas cidades, beneficiando apenas a grupos privilegiados e interesses do mercado (BRANDÃO, 2018).

Considerando a argumentação acima, denota-se o potencial que o planejamento estratégico de longo prazo, com ênfase na sustentabilidade, tem para ser um instrumento efetivo de planejamento para as cidades brasileiras. Assim, ao se estabelecer uma "visão de futuro" para as cidades, pode funcionar com elemento norteador do desenvolvimento das cidades, a fim de atingir tais objetivos.

2.3. DISCUSSÃO

Diante do exposto, tecem-se algumas considerações e reflexões. Em primeiro lugar, nota-se a importância de incluir as necessidades e expectativas dos pedestres quando se debate caminhabilidade. Essa é uma premissa tanto para compreender os aspectos de conforto ambiental nos percursos de pedestres, quanto para desenhar estratégias de planejamento urbano nas cidades. Verifica-se, também, a importância da diversidade ambiental nos percursos de pedestres para acomodar estas necessidades e expectativas.

Assim, a implementação de novas propostas urbanas voltadas à caminhabilidade depende desta perspectiva centrada na escala do ser humano. Esse desafio depende, em maior escala, da realização de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade urbana que priorizem os deslocamentos ativos no meio urbano.

Nota-se que, tanto em termos de legislação, como em termos de práticas de planejamento urbano, houve avanços nesse sentido, e a mobilidade a pé passa a ser prioritária

em distintas esferas. No âmbito global. ressalta-se a inclusão de questões de pedestres nas "Diretrizes Internacionais de Planejamento Urbano e Territorial" da ONU-HABITAT. No âmbito local, a PNMU apresenta-se como o principal marco legal em prol de cidades mais caminháveis.

Neste contexto, a análise do conforto do pedestre surge como uma grande contribuição para o estabelecimento de novas estratégias de desenho urbano e para a promoção de cidades mais caminháveis, trazendo aspectos qualitativos ao desenho urbano que muitas vezes são negligenciados nas diretrizes de planejamento.

A tentativa de melhor definir o conceito de conforto do pedestre na escala urbana enfrenta algumas dificuldades, ou melhor, oportunidades, que devem ser exploradas. Observa-se que o conforto em espaços urbanos abertos pode assumir várias dimensões, que vão desde fatores relacionados ao psiquismo humano (emoções, memória, sentidos) até fatores fisiológicos ou físicos, em resposta aos microclimas e condições físicas locais (térmicas, acústicas, ergonômicas, olfativas, entre outras). Algumas das definições que foram expostas não são exaustivas e nem totalmente exclusivas. A ênfase dada a cada um desses aspectos varia consideravelmente entre os autores. No entanto, alguns trabalhos apontam uma preocupação adicional em alcançar uma análise mais holística.

Em termos de conforto térmico do pedestre, é importante compreender que sua análise perpassa a dimensão da escala humana, do percurso. Abordar o conforto térmico nas cidades passa por uma discussão de clima, microclima, e mudanças climáticas, denotando que a caminhabilidade está intrinsecamente relacionada com toda a configuração socioespacial das cidades. Isso também se observa nas demais vertentes de conforto ambiental abordadas na pesquisa. Com relação ao conforto acústico na escala do pedestre, verifica-se que a maior preocupação advém das consequências da poluição sonora na população. Com relação ao conforto ergonômico, por sua vez, verifica-se a necessidade de abordá-lo desde uma ótica mais ampla, não-reducionista, que não se centre apenas em aspectos dimensionais dos percursos de pedestres. Em suma, com relação ao conforto do pedestre, em geral, é fundamental compreender que envolve uma série de domínios diferentes, como o comportamento dos pedestres, aspectos do planejamento urbano, aspectos tecnológicos relacionados à construção da cidade, aspectos sociais, dentre outros.

O conceito de caminhabilidade, como qualquer outro que possa estar relacionado ao conforto do pedestre, precisa ser levado em consideração no processo de construção do próprio conceito de conforto do pedestre. São muitos os fatores que se cruzam, evidenciando uma relação de interdependência que deve ser explorada. Esta sobreposição se observa, sobretudo, quando se avalia caminhabilidade e conforto ergonômico.

Por fim, verifica-se que as dimensões do conforto ambiental – quando compreendidas as inter-relações que possui com a cidade e com o entorno urbano – extrapolam o alcance do pedestre. Assim, podem e devem ser consideradas em uma maior escala, e incluídas no planejamento urbano das cidades.

Dando ênfase ao planejamento urbano, verifica-se que a caminhabilidade e o conforto ambiental do pedestre podem ser abordados em distintas dimensões. Dentre as diversas abordagens de planejamento urbano existentes, o TODS e a ótica dos 5D´s - densidade, diversidade, desenho urbano, destinos acessíveis e distância ao transporte - apresentam-se coerentes e aderidos aos princípios de incentivar os deslocamentos a pé nas cidades, e, consequentemente, à caminhabilidade. Ainda, permitem abordar a caminhabilidade em distintas escalas, e com vistas ao planejamento urbano e à promoção de políticas públicas. Considerando as variáveis que influenciam a caminhabilidade, a densidade e diversidade são os "Ds" mais adotados na macro escala e distância ao transporte, desenho urbano e destinos acessíveis, os "Ds" mais aferidos nas análises de meso e microescala.

O capítulo também aponta para novas práticas de intervenções urbanas, que partem, sobretudo, de um processo participativo em prol de cidades melhores, envolvendo os cidadãos. Essas intervenções, dentre as quais se destacam o urbanismo tático, a acupuntura urbana e o placemaking, são excelentes ferramentas para impulsionar mudanças nos percursos de pedestres. Ressalta-se, nestas intervenções, a rapidez e facilidade de implementação das medidas - que podem ser temporárias ou não - podendo trazer benefícios permanentes para as cidades. Podem inclusive, aliar estratégias de conforto ambiental na caminhabilidade, trazendo a esta a dimensão dinâmica. Em suma, são ferramentas que atuam no curto prazo, podendo aliar-se a estratégias de planejamento de longo prazo.

Aliada a essa visão de curto prazo, a caminhabilidade e o conforto ambiental do pedestre devem ser incluídos em uma visão de futuro. Neste âmbito, o planejamento estratégico de longo prazo desponta como uma ferramenta potencial, podendo servir de elo

estruturador de uma política mais ampla, pautada na sustentabilidade das cidades.

2.4. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO 2

Diante da discussão anteriormente apresentada, apresentam-se as considerações finais do capítulo 2, sob a forma de tópicos resumidos:

i) o conforto do pedestre depende de múltiplas variáveis: é preciso não perder de vista o caráter holístico do conforto; a diversidade ambiental é conceito-chave para que o ambiente urbano atenda às necessidades e expectativas dos pedestres;

ii) o conforto térmico do pedestre é sensível ao clima e ao advento das mudanças climáticas; o acústico, deve lidar com as fontes de poluição sonora e com a paisagem sonora resultante; o ergonômico, por sua vez, não deve se restringir apenas a aspectos dimensionais; possui caráter polidimensional e se sobrepõe ao conceito de caminhabilidade em muitos aspectos;

iv) analisar a caminhabilidade segundo a ótica do DOTS e dos 5D's abrange as variáveis presentes na promoção dos deslocamentos a pé, permitindo abordar a caminhabilidade em distintas escalas, e com vistas ao planejamento urbano e políticas públicas;

v) novas práticas de intervenções urbanas, como o urbanismo tático, por exemplo, têm grande potencial de atuar como aliadas para a melhoria da caminhabilidade e conforto nos percursos de pedestres, devendo ser exploradas;

vi) o plano estratégico de longo prazo estabelece uma visão de futuro para a cidade, podendo ser pensado sob a ótica da caminhabilidade e do conforto do pedestre.

parte 2

AVALIAÇÃO DOS PERCURSOS DE PEDESTRES

3

MATERIAIS & MÉTODOS

“Caminante, son tus huellas
el camino y nada más;
Caminante, no hay camino,
se hace camino al andar (...)
Caminante no hay camino
sino estelas en la mar.”

(Caminhante, são tuas pegadas
o caminho e nada mais;
Caminhante, não há caminho,
se faz caminho ao andar (...)
Caminhante não há caminho
senão marcas no mar.)

Antonio Machado

Este capítulo pretende demonstrar a abordagem metodológica para a seleção dos estudos de caso e os critérios para a avaliação de caminhabilidade e conforto ambiental nas zonas selecionadas.

Para a execução dos trabalhos, adotou-se uma metodologia de pesquisa combinada, composta de duas fases (*two-phase research design*) (CRESWELL, 1994; GROAT E WANG, 2002). A metodologia de duas fases, como o próprio termo sugere, é uma abordagem que emprega estratégias distintas de acordo às fases da pesquisa. Nesta tese, adotou-se, primeiramente, o método dedutivo simulacional (preditivo); e, na sequência, o método propositivo (SATTRUP, 2012; LACERDA et al., 2013; GROAT e WANG, 2002). Segundo Groat e Wang (2002), os métodos combinados minimizam as fraquezas de cada método empregado, ao mesmo tempo em que potencializam suas vantagens. Ainda, denotam que é uma abordagem metodológica adequada a campos da ciência que analisam fatores complexos e que possuem aplicação prática, como é, justamente, o caso da arquitetura e o urbanismo.

Na etapa preditiva, a pesquisa baseou-se em distintas ferramentas computacionais de simulação para aferição do caminhabilidade e conforto ambiental nos percursos pedonais. Na sequência, realizou-se um ensaio de projeto, no qual são apresentados dois possíveis cenários – de tendência e desejável - para a zona OD Barra Funda, contrastando os resultados com o cenário atual. Na etapa propositiva, por sua vez, foram estabelecidas estratégias de planejamento estratégico baseadas nas inter-relações entre caminhabilidade e conforto do pedestre. Os resultados obtidos nas avaliações das quatro tipologias, somados aos produtos da etapa propositiva serviram, por fim, de subsídio à confirmação da hipótese da tese.

Antes de se aprofundar neste item, é importante tecer algumas considerações acerca de pontos norteadores do trabalho.

O primeiro ponto é a utilização do Sistema de Informação Geográfica – SIG como premissa. Conforme visto na etapa de fundamentação teórica, o SIG se apresenta como um sistema fundamental para a espacialização da caminhabilidade. Sua ampla aplicação no campo do urbanismo e pelos mais diversos setores – públicos e privados – contribui à facilidade de disseminação das análises. Desta forma, todas as análises e métricas adotadas no trabalho tiveram por pressuposto a possibilidade de adotar dados disponíveis em SIG e de plotar os resultados em SIG.

O segundo ponto consiste no esforço desta tese em criar um sistema de aferição de caminhabilidade e conforto ambiental sistematizado, considerando aspectos do desenho urbano, com facilidade de replicação. Conforme visto na literatura, essa abordagem sistemática é necessária para se avaliar de fato a caminhabilidade perceptível na escala do pedestre (EVANS, 2009; RODRIGUES, 2014). Por essa razão, a inter-relação entre caminhabilidade e conforto ambiental é explorada por meio de um índice, que, por sua vez, é composto de índices parciais. Este capítulo demonstra detalhadamente o processo de sua construção e aplicação.

O terceiro e último ponto é sobre o critério de seleção de indicadores. Conforme visto, muitos estudos denotam a dificuldade de se levantar todas as variáveis em campo, tornando a aplicação dos índices mais difícil e subjetiva (KRAMBECK, 2006). Também foi visto que ferramentas de visualização de ruas, como *Google Street View* ou *Open Street Map*, mostram-se extremamente válidas para aferição de muitos aspectos da caminhabilidade, com vantagens em termos de tempo de aferição e de recursos humanos e econômicos para determinados levantamentos (CARR, et. al., 2011, ITDP, 2018b). Considerando esses dois aspectos, e o objetivo de se criar um índice viável e de fácil aplicação, todos os indicadores da tese – sejam de macro, meso ou microescala – são de fácil obtenção, e dispensam visita *in loco*, podendo ser obtidos a partir de dados disponibilizados previamente pelo setor público ou a partir de visualização de ruas por meio de ferramentas *on line* gratuitas e de acesso público.

Dito isso, o capítulo apresenta e caracteriza o universo de análise, o município de São Paulo, realizando uma análise sobre os deslocamentos a pé no município. Na sequência, aborda o passo a passo para a seleção dos estudos de caso, realizada a partir do cruzamento do índice de caminhabilidade na macro escala e o do índice de deslocamentos a pé do município de São Paulo. Por último, apresenta-se o Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP, resultante da combinação de índices parciais das três áreas de conforto ambiental analisadas – térmica, acústica e ergonômica.

3.1. UNIVERSO DE ANÁLISE: MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

O universo de análise da pesquisa em questão é o município de São Paulo, localizado no estado homônimo, na região sudeste do Brasil (Figura 3.1). Configura-se como a cidade mais populosa do Brasil e do hemisfério sul, com aproximadamente 12 milhões de habitantes (IBGE CIDADES, 2022).

Figura 3.1. Município de São Paulo e sua inserção geográfica. Fonte: Elaboração própria.

São Paulo foi fundada em meados do século XVI, em local conhecido hoje como Pátio do Colégio. Em 1815, tornou-se capital da província, consolidando sua importância regional durante o ciclo do café. Desde então, e principalmente no último século, o município apresentou um crescimento vertiginoso, tanto em termos populacionais, como territoriais, passando de um vilarejo ligado à cultura cafeeira no final do século XIX a uma das maiores metrópoles industriais em meados do século XX (MEYER et al., 2015), sendo também classificada como cidade global. A RMSP – Região Metropolitana de São Paulo, na qual está inserida como núcleo central, possui mais de 22 milhões de habitantes e foi considerada a quarta maior região metropolitana do mundo em 2020 (ONU, 2018) (Quadro 3.1).

Quadro 3.1. Cinco maiores aglomerações urbanas do mundo, no ano de 2020.

Ranking	País	Aglomeração Urbana	População (milhões)
1	Japão	Tóquio	37
2	Índia	Nova Delhi	30
3	China	Xangai	27
4	Brasil	São Paulo	22
5	México	Cidade do México	22

Fonte: Elaboração própria, adaptado de ONU (2018).[1]

Consequentemente, a magnitude dos desafios urbanos de São Paulo é potencializada devido à sua atual extensão territorial – 1521,11 km2, bem como seu elevado índice de urbanização (98,9%), de acordo ao último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Por essas razões acima elencadas, o município de São Paulo apresenta inúmeros desafios e possibilidades em termos de mobilidade a pé, sendo, portanto, escolhido como universo de análise da pesquisa.

[1] Disponível em: <https://population.un.org/>. Acesso em: 06 dez. 2022.

3.1.1. Caracterização geográfica, ambiental e climática

O município de São Paulo situa-se na latitude 23°33'01" Sul e na longitude 46°38'02" oeste. Sua altitude média é de 760 metros, e está localizado em uma área com predominância de planaltos, compostos por rochas cristalinas. Além disso, encontram-se formações de morros, serras e planícies. Insere-se no bioma da Mata Atlântica, e 44% de sua cobertura vegetal corresponde à vegetação natural. Com relação à hidrografia, os principais rios que interceptam o município são os Rios Tietê e Pinheiros, Embu-Guaçu, Aricanduva e Tamanduateí. Além disso, abriga parcialmente as represas Cantareira, Billings e Guarapiranga (SÃO PAULO, 2004).

O clima predominante é do tipo Cwa – subtropical úmido, de acordo à classificação de *Köppen* (Cwa) (IAG, 2022). Caracteriza-se, portanto, por um verão úmido e chuvoso, e um inverno seco. A imagem a seguir apresenta as temperaturas e precipitações médias mensais registradas pela série histórica da Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia e Geofísica da Universidade de São Paulo (IAG-USP), contemplando o período entre 1993 e 2011 (Figura 3.2). Nota-se que os meses mais secos se situam entre maio e agosto, sendo este também o período mais frio do ano. As temperaturas médias anuais giram em torno de 20ºC. Devido à proximidade do mar, a umidade relativa média do ar na região é elevada, em torno de 78%. A precipitação no município situa-se na faixa dos 1450mm anuais. A amplitude térmica diária de São Paulo é elevada, com noites e manhãs com temperaturas bem mais baixas em relação às temperaturas do período da tarde (IAG, 2022). Os ventos predominantes são advindos de sudeste (Figura 3.3).

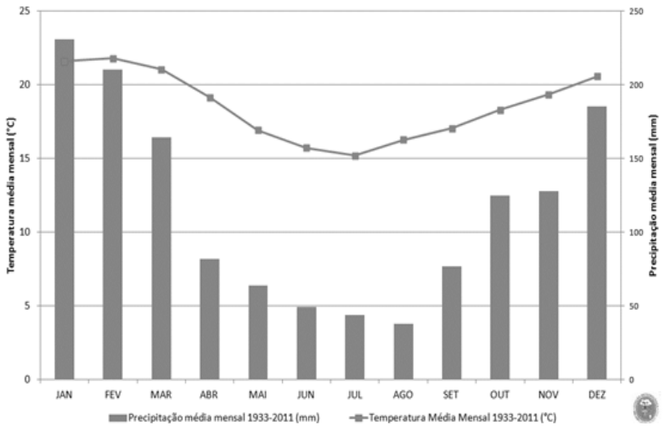


Figura 3.2. Climograma de São Paulo. Fonte: IAG-USP, 2022.

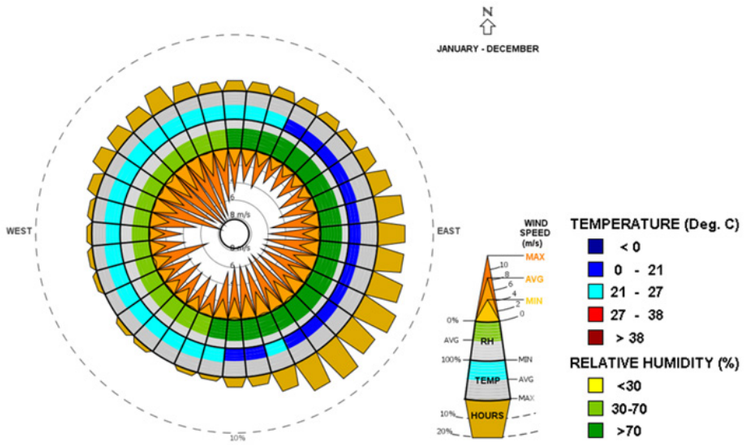


Figura 3.3. Rosa dos Ventos para o município de São Paulo (2007-2021). Fonte: Arquivo "BRA_SP_Sao.Paulo.869100_TMYx.2007-2021.epw", plotado no programa *Climate Consultant* 6.0.

Em função do seu elevado índice de urbanização, supressão crescente da vegetação natural, e elevados índices de poluição atmosférica, observa-se, no município, o fenômeno das Ilhas de Calor Urbanas (ICUs), que se caracteriza por uma camada de ar mais quente nas zonas mais urbanizadas, geralmente observado à noite, em zonas com pouca nebulosidade e ausência de vento (OKE et. al, 2017). O Atlas Ambiental de São Paulo (SÃO PAULO, 2002) indica que a diferença de temperatura entre o centro da cidade, mais urbanizado, e as áreas mais afastadas do centro, com urbanização mais esparsa, pode chegar a até 10 °C (Figura 3.4). Estudos mais recentes apontam, inclusive, que essas variações são ainda maiores (SCHWANDENER, 2019).

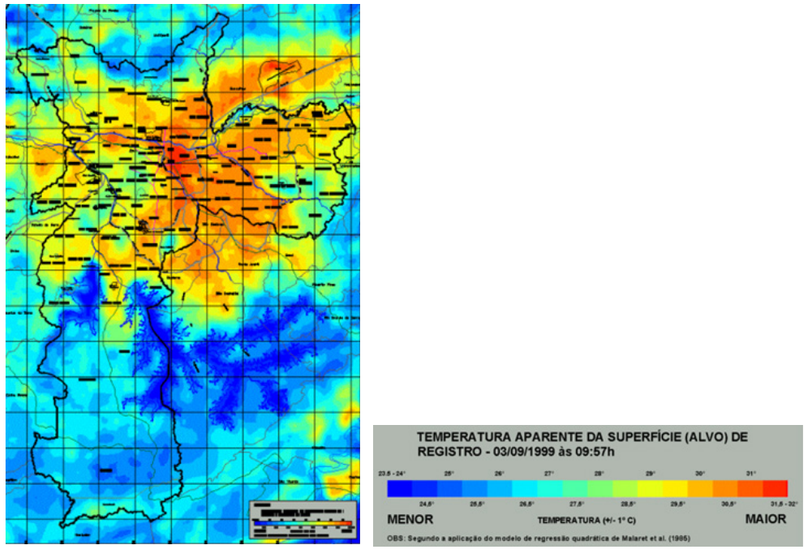


Figura 3.4. Mapa da temperatura aparente da superfície no município de São Paulo, na data de 03/09/1999, às 9:57h. Fonte: Atlas Ambiental de São Paulo (2002).

3.1.1 O andar a pé em São Paulo: números

Como mencionado anteriormente, as transformações urbanas, econômicas e sociais vivenciadas por São Paulo ao longo dos últimos séculos tiveram impacto direto no andar a pé no município. A cidade lida diariamente, com as consequências advindas do Plano de Avenidas [2] e da política rodoviarista implantada no Brasil nos anos 50 e 60, na qual se observou uma expressiva expansão da frota automobilística em nível nacional. Isso incentivou o espraiamento do município e de sua região metropolitana (Figura 3.5), aumentando expressivamente as distâncias percorridas diariamente pelos seus cidadãos. Além disso, muitas estruturas viárias oriundas desses processos resultaram em ambientes hostis ao pedestre paulistano e intransponíveis na escala a pé (Figura 3.6).

[2] O Plano de Avenidas foi elaborado na década de 1930 pelo engenheiro Francisco Prestes Maia para a cidade de São Paulo. Refletiu os pensamentos urbanísticos da época, em que se pensava a infraestrutura de transportes para cidades em expansão horizontal, visando estabelecer uma movimentação ágil entre o centro comercial e as áreas residenciais e periféricas. Ele propôs que a cidade se organizasse por meio de um sistema radial perimetral: um anel viário em torno da cidade, um sistema de avenidas radiais, e um sistema de vias perimetrais (MAIA, 1930). Essa configuração urbana foi determinante nos vetores de crescimento da cidade de São Paulo.

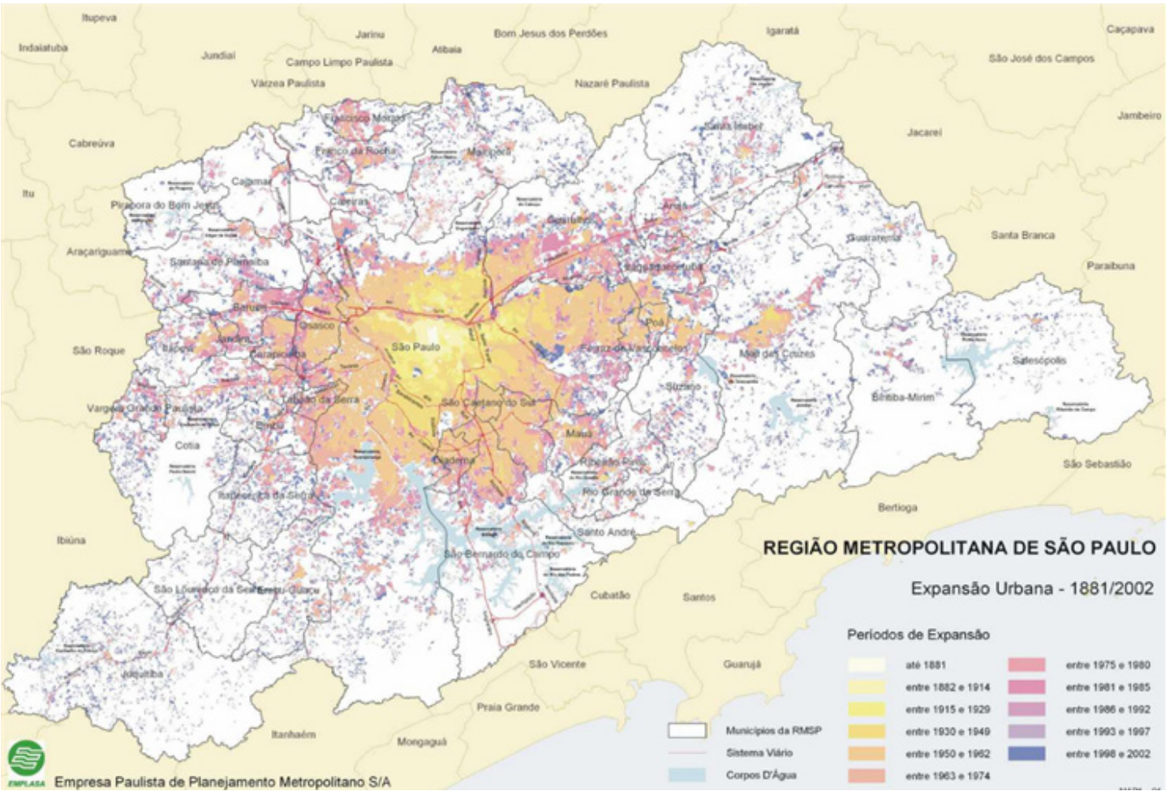


Figura 3.5. Expansão da mancha urbana no período entre 1881 e 2002. Fonte: EMPLASA (2002).

Figura 3.6. Imagem aérea do Complexo Complexo Viário Heróis de 1932, popularmente conhecido como "Cebolão". Fonte: Imagem de satélite, extraída do *Google Earth Pro*.

No entanto, apesar das condições adversas encontradas pelos pedestres na cidade, as pesquisas apontam que andar a pé em São Paulo é um significativo modo de deslocamento dos cidadãos paulistanos. No caso de São Paulo, a pesquisa que levanta dados em maior escala sobre a mobilidade a pé é a Pesquisa Origem-Destino da RMSP (Pesquisa OD), realizada a cada dez anos pela Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô. A pesquisa OD mais recente foi realizada no ano de 2017 (METRO, 2019). Segundo o Metrô, a Pesquisa OD é:

> *"uma investigação sobre o padrão de viagens que as pessoas fazem diariamente numa região. Além da informação de origens e destinos, a pesquisa também levanta os motivos e os modos de transporte dessas viagens. (...) Os resultados da Pesquisa Origem e Destino (...) mostram os fluxos dos cidadãos da região, apontando o impacto das escolhas de transporte na conformação das cidades e de seus bairros, fornecendo subsídio importante para os gestores elaborarem seus planos urbanos e seus Planos de Mobilidade."*
>
> (Página da Pesquisa OD do METRO [3])

Para analisar corretamente os dados que esta pesquisa traz com relação aos deslocamentos a pé no município, é preciso, primeiro, apresentar a definição conceitual da pesquisa OD com relação ao termo "viagem a pé". Na pesquisa OD, "viagem a pé" é aquela realizada a pé da origem ao destino, quando o motivo da viagem é trabalho ou escola, independentemente da distância percorrida; ou quando a distância percorrida é superior a 500 metros para os demais motivos (METRO, 2019).

Considerando o exposto, a pesquisa aponta que 13,3 milhões das viagens totais realizadas na RMSP são realizadas a pé como modo principal, representando 31,8% do total (Figura 3.7). Observa-se, ainda, o aumento da importância do modo "a pé" como meio de deslocamento da população na região ao longo dos anos (Figura 3.8).

3 Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/pesquisa-od.aspx>. Acesso em 10 jun. 2022.

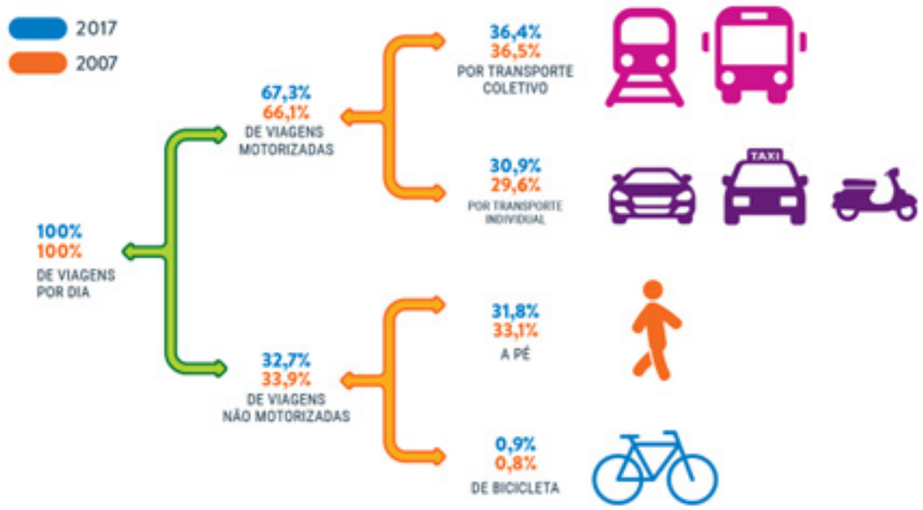


Figura 3.7. Distribuição modal das viagens nos anos de 2007 e 2017. Fonte: Metrô, 2019.

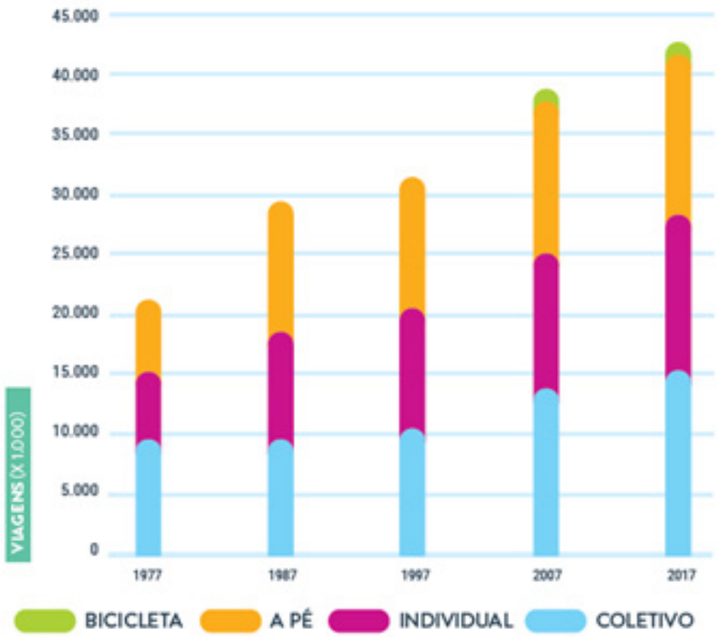


Figura 3.8. Evolução das viagens diárias por modo na RMSP, entre 1977 e 2017. Fonte: Metrô, 2019.

3.2. SELEÇÃO DE CASO – UMA ANÁLISE NA MACRO ESCALA

Este item do capítulo se dedica a apresentar, detalhadamente, o passo-a-passo para selecionar os estudos de caso. O trabalho adotou o método de seleção de caso "mais diversos" de Gehring (2008), dado que o objetivo é analisar situações representativas das variações da amostra (município de São Paulo). Assim, foram identificadas quatro tipologias, nas quais foram aferidas, posteriormente, as questões de conforto ambiental e caminhabilidade. O fluxograma a seguir sintetiza cada uma destas etapas (Figura 3.9).

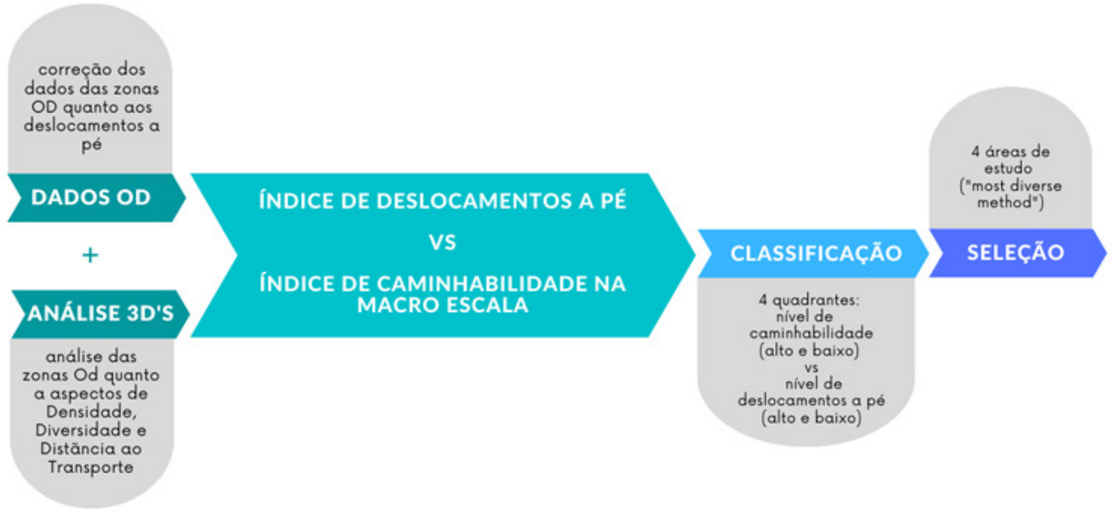


Figura 3.9. Fluxograma da etapa de seleção de caso. Fonte: Elaboração própria.

3.2.1. Análise dos deslocamentos a pé nas zonas OD – correção dos dados

Ainda que já represente um terço dos deslocamentos totais, como visto anteriormente, a importância do andar a pé como modo de deslocamento está infra representada na pesquisa OD, em relação à realidade. Isso se deve, sobretudo, a dois fatores: i. pela própria definição conceitual de "viagem a pé" adotada na pesquisa, que exclui alguns deslocamentos a pé inferiores a 500 m; ii. pela hierarquia[4] dos modos de transportes na análise do "modo principal", que coloca o "modo a pé" como o último da lista. Essa hierarquização, de certa forma, está alinhada às políticas tradicionais de transporte público, que consideram que o início da viagem se inicia no local do embarque e termina no desembarque. No entanto,

[4] A pesquisa OD define modo principal por meio de uma hierarquia dos modos de transporte entre os utilizados na mesma viagem. A hierarquia em ordem decrescente é a seguinte: 1. metrô; 2. trem; 3. ônibus; 4. transporte fretado; 5. transporte escolar; 6. táxi; 7. dirigindo automóvel; 8. passageiro de automóvel; 9. Motocicleta; 10. Bicicleta;11. Outros; 12. a pé. Por exemplo, nessa lógica, se uma pessoa se desloca a pé e de metrô, o modo principal é considerado metrô. Ainda, nessa lógica, o "andar a pé" só é considerado se atender à definição de "viagem a pé" mencionada.

para acessar aos modais coletivos, o passageiro utiliza, na maioria das vezes, o modo a pé. (MALATESTA,2008)

Considerando os objetivos da pesquisa, considerou-se primordial proceder a uma correção prévia destes números, por meio de uma análise mais detalhada da pesquisa OD desagregada (METRÔ, 2019). Adotou-se metodologia semelhante às aplicadas em outros estudos centrados na mobilidade a pé (ANTP, 2015; CRUZ et. al, 2015).

Desta forma, os deslocamentos a pé foram corrigidos a partir da análise das viagens em transporte coletivo como modo principal. Assumiu-se que, nestes casos, há dois deslocamentos a pé (um na ida e um na volta) adicionais (CRUZ et. al, 2015). Com isso, os deslocamentos a pé refletem um pouco melhor a realidade do pedestre no município de São Paulo. Com o intuito de obter os resultados referentes a cada uma das zonas OD do município de São Paulo (universo da análise), excluíram-se da amostra os dados das demais regiões da RMSP.

As correções realizadas indicam que, no município de São Paulo, 59,4% das viagens totais utiliza o andar a pé como modo de transporte, reforçando ainda mais a importância do tema para o planejamento urbano e o desenvolvimento de políticas públicas no município (Figura 3.10).

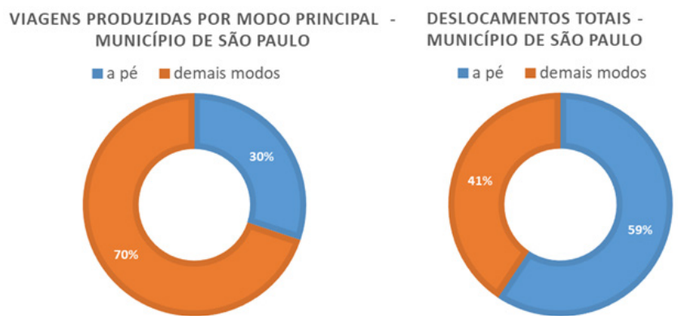


Figura 3.10. Viagens produzidas por modo principal – pesquisa OD 2017 vs Deslocamentos totais a pé.
Fonte: Elaboração Própria.

Ao espacializarmos estes resultados (Figura 3.11), é notável a importância do caminhar como modo de deslocamento em todo o município de São Paulo, especialmente nas zonas mais periféricas e centrais. Mostra, ainda, o quão relevante é essa correção dos dados nos estudos centrados nos pedestres, permitindo um diagnóstico mais preciso na identificação de áreas prioritárias para intervenções relacionadas à caminhabilidade e à mobilidade a pé.

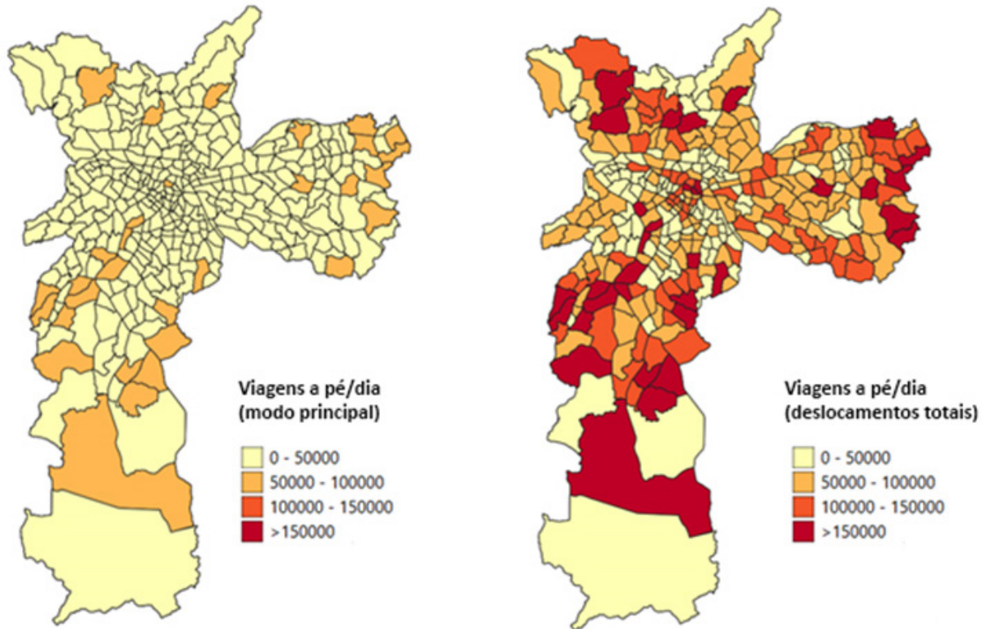


Figura 3.11. À esquerda: Viagens produzidas com modo principal "a pé", por zona OD, de acordo à pesquisa OD 2017. À direita: Deslocamentos a pé totais, por zona OD, a partir da correção dos dados.
Fonte: Elaboração própria.

3.2.2. Análise da caminhabilidade nas zonas OD

A análise da caminhabilidade na macro escala baseou-se na teoria dos 5D's. Como mencionado no debate teórico, o "desenho urbano" e "destinos acessíveis" (ou "acessibilidade aos destinos") são mais bem explorados quando avaliados na meso e microescalas, em que é possível avaliar atributos específicos da paisagem da rua ou *"streetscape"* (LEE e MOUDON, 2006). Por essa razão, a seleção de caso pautou-se em três D´s – densidade, diversidade de atividades e distância ao transporte – adaptando a metodologia de Frank et al. (2010) aos objetivos da pesquisa. Na etapa seguinte, de avaliação em menor escala, todos os D's foram incorporados e aprofundados. Para a obtenção dos dados, utilizaram-se os dados levantados na pesquisa OD 2017 do Metrô (2019), combinados com informações georreferenciadas disponíveis no GEOSAMPA[5].

[5] O portal segue as diretrizes do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, e tem por objetivo reunir e disponibilizar, gratuitamente, dados georreferenciados da cidade. Por meio do portal, é possível consultar e baixar, por exemplo, dados acerca dos equipamentos urbanos do município, da rede de transportes, do zoneamento, além de dados censitários, como densidade demográfica, renda etc. Disponível em: < https://portal.prodam.sp.gov.br/case/geosampa-3/>. Acesso em 26 out. 2022.

No caso do "D" relativo à "densidade", analisaram-se as densidades residencial e comercial[6] das zonas OD do município de São Paulo. Com relação à "diversidade de atividades", avaliou-se o fator de entropia do uso do solo de cada zona OD analisada. A entropia representa o grau de diversidade na distribuição do uso do solo na zona OD e variam entre 0 e 1, sendo 0 as zonas com predominância de um único uso e 1 as zonas que possuem uma distribuição uniforme entre todas as categorias de uso do solo (FRANK et al., 2010; HINO et al., 2012). Em outras palavras, quanto maior a entropia, maior a diversidade no uso do solo de determinada região. O cálculo da entropia foi dado pela seguinte equação (adaptado de Frank et al., 2010):

Equação 1. Entropia do Uso do Solo.

Entropia (uso misto do solo) = A/ (ln(N), onde:

A = (b1/a)*ln(b1/a) + (b2/a)*ln(b2/a) + (b3/a)*ln(b3/a) + (b4/a)*ln(b4/a) + (b5/a)*ln(b5/a) + (b6/a)*ln(b6/a)

a = área total de terreno correspondente aos seis usos do solo presentes na análise (ha)

b1 = área total de terreno correspondente a usos residenciais(ha)

b2 = área total de terreno correspondente a usos comerciais e de serviços (ha)

b3 = área total de terreno correspondente a usos industriais e de armazéns (ha)

b4 = área total de terreno correspondente a usos mistos (ha)

b5 = área total de terreno correspondente a equipamentos públicos ou escolas (ha)

b6 = área total de terreno correspondente a outros usos (ha)

N= número de categorias de usos do solo analisados

Fonte: Elaboração Própria, adaptado de Frank et al. (2010).

No caso de São Paulo, os usos do solo foram extraídos do Portal Geosampa[9] (dados de 2019, relativos à quadra fiscal), sendo reagrupados de acordo ao quadro seguir:

[6] Acrescentou-se ao cálculo a "densidade comercial", como forma de dar maior peso às regiões que atraem deslocamentos em função de suas atividades comerciais e de serviços. Este indicador também poderia ser atribuído ao "D" relativo à "acessibilidade aos destinos" (*destiny's accessibility*, termo em inglês), pois uma maior concentração de comércio e serviços influencia diretamente no tempo de percurso para acessá-los.

[7] É preciso, ainda, levar em conta as limitações dos dados de uso do solo, conforme exposto pela prefeitura de São Paulo, por meio de nota técnica. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/dados_estatisticos/info_cidade/uso_do_solo_urbano/index.php?p=260382>. Acesso em: 20 out. 2022.

Quadro 3.2. Categorias de uso do solo adotadas no cálculo de entropia.

CÓDIGO (GEOSAMPA)	DESCRIÇÃO	USO DO SOLO – ENTROPIA
0	Sem informação	desconsiderado
1	Residencial horizontal baixo padrão	b1 - residencial
2	Residencial horizontal médio/alto padrão	
3	Residencial vertical baixo padrão	
4	Residencial vertical médio/alto padrão	
5	Comércio e serviços	b2 - comércio e serviços
6	Indústria e armazéns	b3 - indústria
7	Residencial e Comércio/serviços	b4 – uso misto
8	Residencial e Indústria/armazéns	
9	Comércio/serviços e Indústria/armazéns	
10	Garagens	b6 - outros
11	Equipamentos públicos	b5 – equipamentos públicos e escolas
12	Escolas	
13	Terrenos vagos	b6- outros
14	Outros	
15	Sem predominâncias	

Fonte: Elaboração Própria.

Com relação ao terceiro "D", distância ao transporte público, realizou-se o levantamento da proporção de pontos de ônibus e estações de metrô ou trem circunscritas em cada zona OD, em relação à sua área. Nesse caso, o indicador adotado partiu do pressuposto que, quanto maior o número de possibilidades de acesso ao transporte público em determinada região, menor a distância média para se acessar o transporte público de determinado ponto. O Quadro 3.3 a seguir resume e expõe cada um dos D's analisados, bem como sua operacionalização.

Quadro 3.3. Caminhabilidade na macro escala avaliada sob a ótica da teoria dos D's.

D	COMPONENTE	CONCEITO/ OPERACIONALIZAÇÃO	FONTE
Densidade	Densidade residencial	Cálculo do número de domicílios de cada zona OD, dividido por área de cada Zona OD (domicílios/ha)	Pesquisa OD 2017 (Metro, 2019)
	Densidade comercial	Cálculo da área de usos comerciais e/ou mistos com comércio, de cada zona OD, dividida pela área de cada Zona OD (0-1)	Pesquisa OD 2017 (Metro, 2019)
Diversidade de atividades	Diversidade de Uso do Solo	Cálculo da Entropia do Uso Predominante do Solo, em cada zona OD. Intersecção espacial dos dados em SIG (0-1)	Geosampa (Uso do Solo Predominante) + Pesquisa OD 2017 (Metro, 2019)
Distância ao transporte	Densidade de transporte público	Cálculo do número de estações de trem ou metrô, ou pontos de ônibus, por zona OD, dividido pela área de cada Zona OD. Intersecção espacial dos dados em SIG (estações e pontos/ha)	Geosampa (Transporte) + Pesquisa OD 2017 (Metro, 2019)

Fonte: Elaboração Própria.

Verifica-se que, de modo geral, as áreas centrais do município possuem melhor resultado quanto aos D's analisados: apresentam as maiores densidades de residências e comércios; maior fator de entropia do uso do solo, e maior concentração de estações e pontos de transporte público (Figura 3.12). Na sequência, os resultados de cada um dos indicadores parciais foram convertidos em unidades de desvio-padrão, por meio do "Z score" [8]. Todas as zonas OD do município de São Paulo foram incluídas (n=342).

[8] Z-score (ou pontuação Z) é o número de desvios padrão em relação à média de um ponto de informação. O Z-score é calculado pela seguinte equação: Z = (x – μ)/σ, onde "x" é o valor obtido pela zona OD em questão; "μ" é a média da amostra e "σ" é o desvio padrão da amostra.

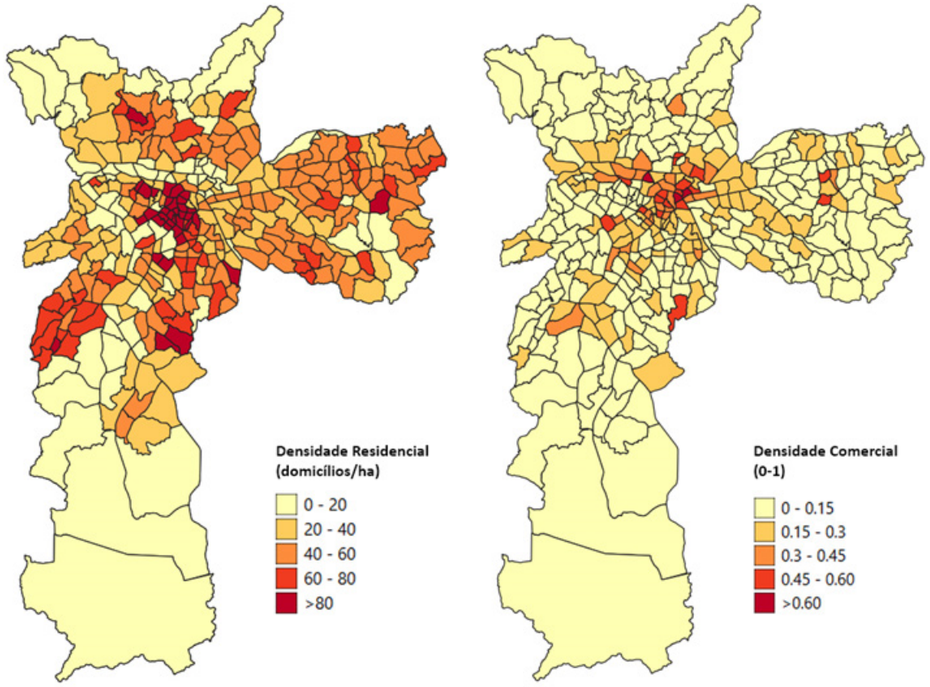


Figura 3.12. Análise das zonas OD do município São Paulo, quantos aos "D's" da macroescala: densidade, diversidade e distância ao transporte. Fonte: Elaboração Própria

Por último, calculou-se o Índice de Caminhabilidade da Macroescala (ICMacro) do Município de São Paulo, para cada uma das zonas OD, de acordo à seguinte equação:

Equação 2. Índice de Caminhabilidade da Macroescala (ICMacro).

ICMacro = Z score DenRes + Z score DenCom + Z score DivUS + Z score DisT,
onde:

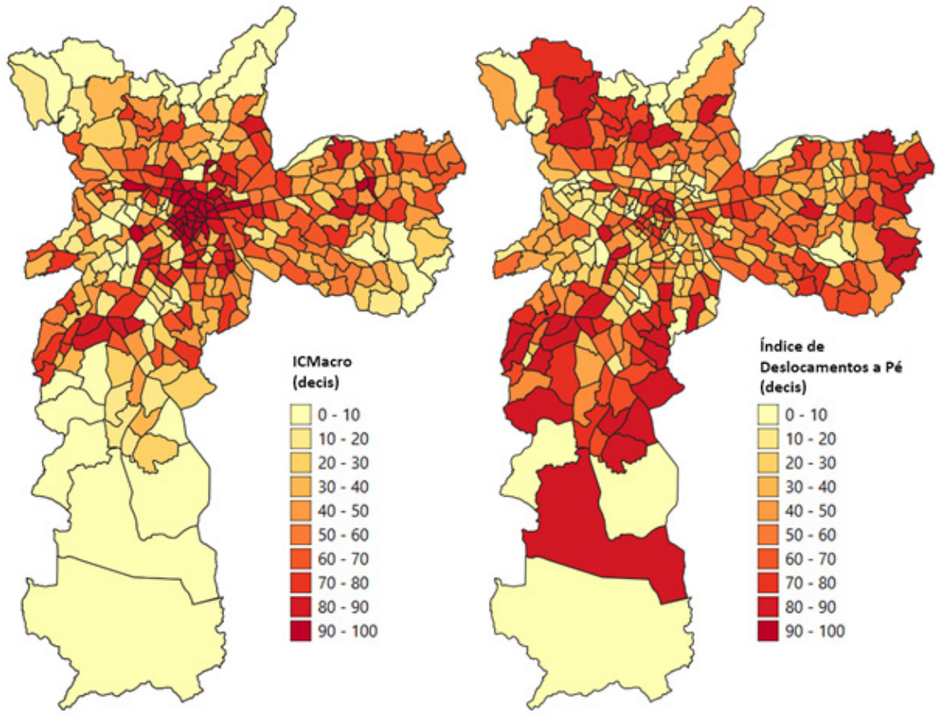
Z score DenRes: pontuação Z da densidade residencial;
Z score DenCom: pontuação Z da densidade comercial;
Z score DivUS: pontuação Z da diversidade do uso do solo;
Z score DisT: pontuação Z da distância ao transporte.

Fonte: Elaboração Própria, adaptado de Frank et al. (2010).

3.2.3 Deslocamentos a Pé vs. Caminhabilidade nas zonas OD

Para a seleção dos estudos de caso, procedeu-se, então, à análise comparada entre o Índice de Deslocamentos a Pé e o ICMacro. Para permitir a confrontação dos resultados, os dados obtidos em ambos os índices foram classificados em decis (Figura 3.13).

Figura 3.13. Índice de Caminhabilidade na Macro Escala (ICMacro) e Índice de Deslocamentos a Pé, calculados para o município de São Paulo. Fonte: Elaboração Própria.



É de se esperar que, em regiões com muitos deslocamentos diários a pé, haja maior caminhabilidade. Contudo, essa não é a realidade do município de São Paulo. Como se observa na figura anterior, é evidente a disparidade entre o nível de caminhabilidade das zonas OD em contraste com o número de pessoas se deslocando diariamente. Nas áreas periféricas do município, este contraste é ainda maior, denotando a necessidade urgente de se levar a cabo políticas públicas para melhorar a caminhabilidade do município como um todo.

Após esta etapa, procedeu-se à seleção de caso, por meio do critério "mais diverso" (*most diverse method*, termo em inglês) (Gehring, 2008). Gehring afirma que o método *"most diverse"* é adequado às situações em que se almeja analisar casos de estudo que são representativos de toda a variação observada em determinada amostra. Assim, a partir da classificação de ambos os mapas em decis, foi possível elencar as zonas com maior e menor índice de caminhabilidade (decis mais altos e mais baixos, respectivamente), bem como as zonas com maior e menor índice de deslocamentos a pé (decis mais altos e mais baixos, respectivamente)[9] Com esse cruzamento, foram identificadas quatro tipologias de zonas OD, que representam as situações mais diversas quanto aos dois índices analisados (Quadro 3.4.). A espacialização dos resultados (Figura 3.14) sintetiza, em um único mapa, as disparidades espaciais com relação à caminhabilidade já mencionadas anteriormente. No anexo 2 é possível consultar um quadro com todas as zonas OD que se enquadraram nesta classificação.

Quadro 3.4. Tipologias das zonas OD do município de São Paulo.

		Índice de Deslocamentos a Pé (decil)	
		Baixo (10 e 20)	Alto (90 e 100)
ICMacro (decil)	Baixo (10 e 20)	**BAIXO/BAIXO** Zona de Baixa Caminhabilidade e Baixo nível de Deslocamentos a Pé	**BAIXO/ALTO** Zona de Baixa Caminhabilidade e Alto nível de Deslocamentos a Pé
	Alto (90 e 100)	**ALTO/ BAIXO** Zona de Alta Caminhabilidade e Baixo nível de Deslocamentos a Pé	**ALTO/ALTO** Zona de Alta Caminhabilidade e Alto nível de Deslocamentos a Pé

Fonte: Elaboração Própria.

[9] Classificação em decis é utilizada em análises similares à proposta neste trabalho. Frank et al. (2010) e Hino et al. (2012) adotam essa mesma classificação em seus índices de caminhabilidade.

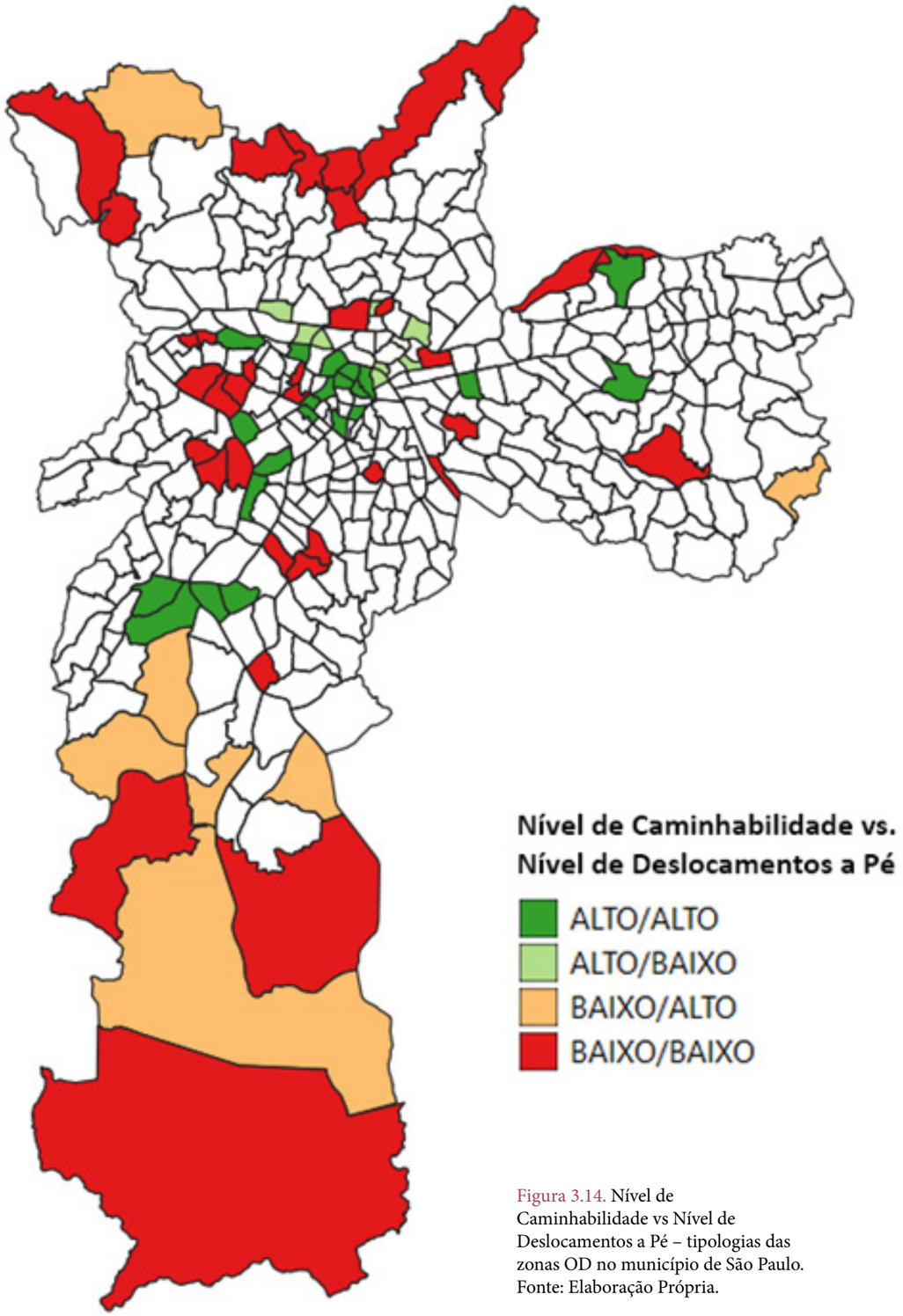


Figura 3.14. Nível de Caminhabilidade vs Nível de Deslocamentos a Pé – tipologias das zonas OD no município de São Paulo. Fonte: Elaboração Própria.

Por último, uma zona OD representativa de cada uma dessas tipologias foi selecionada, para realização das análises da pesquisa. Destarte, as quatro zonas analisadas foram: República, Barra Funda, Jardim Presidente e Vila Anglo Brasileira (Quadro 3.5).

Quadro 3.5. Estudos de Caso selecionados.

		Índice de Deslocamentos a Pé (decil)	
		Baixo (10 e 20)	Alto (90 e 100)
ICMacro (decil)	Baixo (10 e 20)	**BAIXO/BAIXO** ZONA OD 89 – Vila Anglo Brasileira	**BAIXO/ALTO** Zona OD 291 – Jardim Presidente
	Alto (90 e 100)	**ALTO/ BAIXO** Zona OD 92 – Barra Funda	**ALTO/ALTO** Zona OD 5 - República

Fonte: Elaboração Própria.

3.3. AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO – UMA ANÁLISE NA MESO E MICROESCALAS

Aborda-se, aqui, a metodologia para a avaliação dos estudos de caso selecionados, dentro das quatro tipologias mencionadas. Foram realizadas análises em três esferas do conforto ambiental – térmico, acústico e ergonômico, seguidas de uma análise conjunta dos resultados.

Para cada uma das avaliações, foi criado um índice de conforto parcial, que permite a avaliação comparada dos resultados entre as Zonas OD selecionadas. A seguir, apresenta-se o detalhamento para a construção de cada uma destas avaliações.

3.3.1. Avaliação do Conforto Térmico

Este item descreve detalhadamente como foi realizada a avaliação do conforto térmico do pedestre, culminando na construção do ICTP - Índice de Conforto Térmico do Pedestre, que, por sua vez, subsidiou a construção do Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP. Abaixo, apresenta-se um fluxograma desta etapa do trabalho (Figura 3.15):

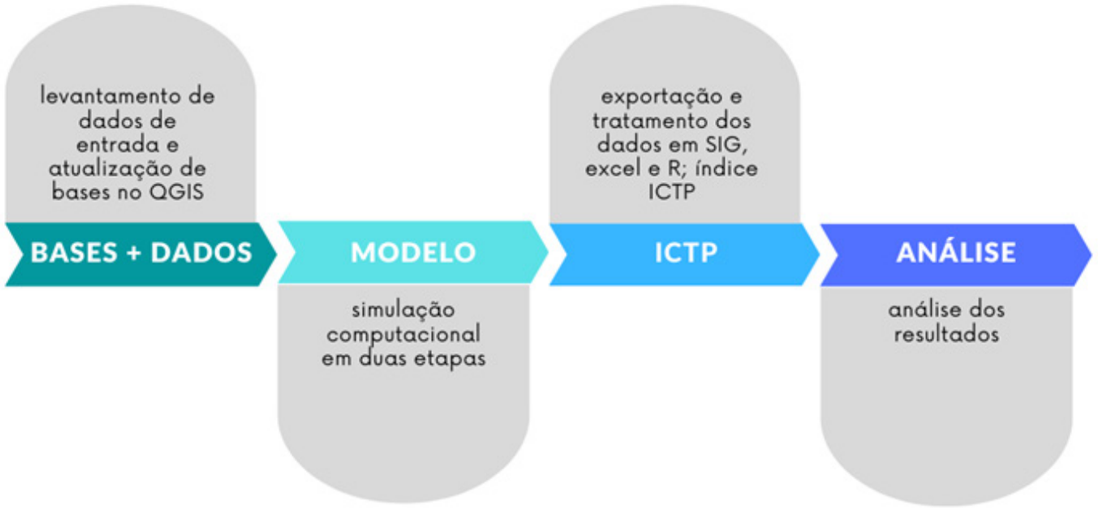


Figura 3.15. Fluxograma – Avaliação de Conforto Térmico do Pedestre. Fonte: Elaboração Própria.

Para aferição do conforto térmico do pedestre nas regiões analisadas, optou-se pelo método preditivo simulacional. Assim, foi realizada uma simulação computacional, gerando um mapa com valores de UTCI – *Universal Thermal Comfort Index*, em cada um dos quatro casos de estudo.

As análises de conforto térmico foram realizadas no programa *Urban Multi-Scale Environmental Predictor* (UMEP, sigla em inglês), uma ferramenta de análise climática com foco na análise de cidades, que funciona como um *"plugin"* para o QGIS (LINDBERH et al., 2019) [10]. Assim, todos os resultados podem ser georreferenciados, podendo ser analisados conjuntamente com outros dados espaciais disponíveis das regiões analisadas.

Como explanado na parte 1 da tese, o UTCI adota o conceito de temperatura equivalente, utilizado em avaliações de conforto térmico no meio exterior (PSIKUTA et al., 2011; BRÖDE et al., 2013). O UTCI foi adotado por ser um indicador que pretende ser válido e aplicável em todos os climas, estações e escalas, a nível global, permitindo a replicabilidade do método.

Considerando o exposto, a análise de conforto térmico do pedestre foi realizada em quatro etapas principais: i. levantamento de dados de entrada e atualização de bases no QGIS; ii. simulação computacional em duas etapas; iv. exportação e tratamento dos dados em SIG, excel e R; e v. análise dos resultados.

A seguir, descreve-se, sucintamente, cada uma destas etapas.

- Levantamento de dados de entrada e atualização de bases no QGIS

Esta etapa consistiu em levantar e tratar os dados espaciais e meteorológicos necessários à modelagem. Primeiramente, o UMEP solicita arquivos georreferenciados em formato de imagem (*raster*) como dados de entrada, chamados DEM, DSM e CDSM. Em algumas localidades, tais arquivos já estão disponíveis pelos governos; em outras, o UMEP disponibiliza ferramentas extras para criar tais bases. No caso de São Paulo, tais informações já estavam previamente disponíveis. Assim, foram utilizados os dados em 3D disponibilizados no Portal GeoSampa como fonte primária de dados. Adotaram-se, especificamente, as imagens em *raster* derivadas do levantamento LiDAR 3D [11], em resolução de 50cm x 50 cm, geoprocessadas e disponibilizadas pelo IEE-USP [12]. A seguir, apresenta-se uma breve explanação de cada uma destas bases (Figura 3.16):

- DEM – *Digital Elevation Model* – Arquivo em formato *raster grid* que inclui apenas as alturas do terreno, em relação ao nível do mar [13].
- DSM – *Digital Surface Model* – Arquivo em formato *raster grid* que inclui as alturas do terreno e dos edifícios, em relação ao nível do mar [14].
- CDSM – *Canopy Digital Surface Model* – Arquivo em formato *raster grid* que inclui as alturas da vegetação, em relação ao nível do mar [15].

[10] Caracteriza-se por ser um programa gratuito e de código aberto. A grande vantagem dessa ferramenta consiste em utilizar informações espaciais amplamente utilizados nos setores públicos como dados de entrada, além de permitir a adoção de arquivos climáticos comumente empregados nas simulações termoenergéticas (como o *EPW,* por exemplo).

[11] Tais dados foram obtidos por meio de aerolevantamento realizado entre maio e julho de 2017, a partir de tecnologia de laser conhecida como *Light Detection and Ranging* (LiDAR, sigla em inglês). Esta tecnologia apresenta toda a cidade em uma nuvem de pontos que permite uma representação geométrica de alta resolução da cidade. A precisão dos dados é de 10 cm, com densidade média de 10 pontos/m². Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 26 set. 2022.

[12] Estes dados em LiDAR devem ser geoprocessados para se adequar ao formato solicitado na ferramenta UMEP, devendo ser convertidos em uma grade raster. No entanto, o GeoSampa informou que esse trabalho já havia sido desenvolvido por pesquisadores do IEE-USP, em parceria com a Prefeitura de São Paulo. Disponível em: <https://www.kaggle.com/datasets/andasampa/dtm-dsm-sao-paulo>. Acesso em: 26 set. 2022.

[13] De acordo ao programa, o DEM nesse caso tem a mesma definição que *Digital Terrain Model* (DTM, sigla em inglês, ou Modelo Digital de Terreno - MDT, sigla em português).

[14] O DSM nesse caso não tem a mesma definição que Modelo Digital de Superfície – MDS adotado pelo Portal GeoSampa, pois este último, além de incluir as informações de terreno e edificações, inclui outros dados tridimensionais, como, por exemplo, vegetação. Por esta razão, para a obtenção desse arquivo, foi realizada uma operação espacial no QGIS, somando o raster DEM com o raster BHM (Building Height Model), previamente disponibilizado pelo IEE-USP (ver nota 10).

[15] Regiões sem vegetação têm os valores dos pixels iguais a zero. Para esta análise, foi adotado como base o

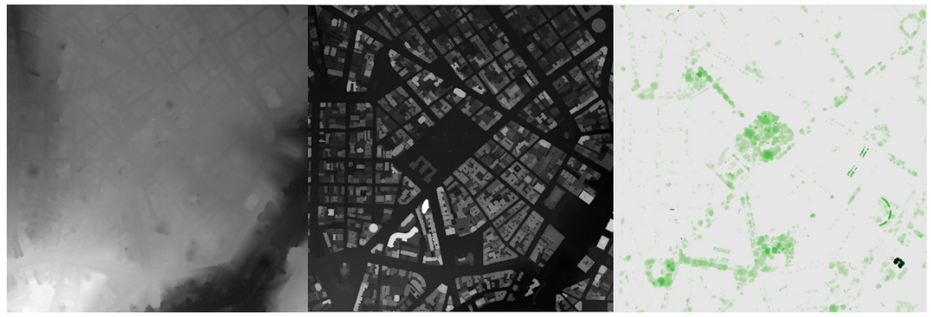


Figura 3.16. Exemplo de imagens DEM (à esquerda), DEM (ao centro) e CDSM (à direita) da zona OD Barra Funda, adotados como bases para a simulação no UMEP. Fonte: Elaboração própria

- *Land Cover/ Ground Cover Map* (Mapa de Cobertura do Terreno) – Arquivo em formato raster grid que apresenta informações sobre a cobertura do terreno, classificada em cinco tipos de superfícies: pavimentada, edificada, vegetada, solo exposto e água. [16]
- Dados meteorológicos –Arquivo climático de formato EPW (*EnergyPlus Weather Format*) adaptado ao software. Utilizou-se o arquivo climático EPW do tipo TMY (*Typical Meteorological Year*) [17] para o município de São Paulo, do período 2007-2021. Foram simuladas duas situações: solstício de verão (21 de dezembro) e solstício de inverno (21 de junho), com o intuito de avaliar os cenários típicos de inverno e verão nos estudos de caso selecionados.

Além dos dados acima, outros dados de entrada foram solicitados pelo modelo, como latitude e longitude, UTC do local, parâmetros de exposição humana e parâmetros ambientais.

arquivo intitulado VHM *(Vegetation Height Model*), previamente disponibilizado pelo IEE-USP (ver nota 10).

[16] Esse levantamento foi realizado com bases nos arquivos disponibilizados pelo portal Geosampa em formato vetorial (shapefile) da região analisada (edifícios, vegetação, quadras viárias, e hidrografia), sendo convertidos posteriormente em formato raster.

[17] O arquivo adotado na tese foi gerado a partir de um banco de dados que utiliza como base as medições ocorridas entre 2007 e 2021, disponível no repositório internacional de arquivos climáticos, denominado *Climate One Building*. O arquivo climático do tipo TMY – *Typical Meteorological Year* (Ano Meteorológico Típico) é um dos mais utilizados nas simulações termoenergéticas da atualidade. Sua metodologia utiliza os meses mais típicos do período analisado (CLIMATE.ONEBUILDING.ORG, 2022). Os arquivos climáticos compilam dados plurianuais de um período de coleta de vários anos, compilando os dados em um único "ano representativo", que serve de base para a compreensão das tendências climáticas ao longo do tempo. Considerando que as mudanças climáticas estão em curso (IPCC,2022), optou-se por utilizar o TMY 2007-2021 por ser um arquivo climático recente, e que retrata mais fielmente, portanto, os cenários atuais.

O quadro 3.6 abaixo resume os parâmetros necessários à construção das bases e dados de entrada:

Quadro 3.6. Resumo dos Dados de Entrada e parâmetros – Cálculo do UTCI.

Dado de entrada	Definição	Uso	Tipo de Dado	Descrição
DSM	Modelo em alta resolução do terreno e altura dos edifícios	obrigatório	espacial	Dado em metros acima do nível do mar
DEM	Modelo em alta resolução do terreno e altura dos edifícios	obrigatório	espacial	Dado em metros acima do nível do mar, em mesma resolução que o DSM.
CDSM	Modelo em alta resolução da vegetação em 3D	opcional	espacial	Dado em metros acima do nível do mar, em mesma resolução que o DSM.
Mapa de Cobertura do Terreno	Modelo em alta resolução da cobertura do terreno	opcional	espacial	Fornecido na mesma resolução que o DSM.
Dados meteorológicos formatados para o UMEP	Dados meteorológicos de uma estação próxima.	obrigatório	meteorológico	Sem restrições quanto ao período analisado.

Fonte: Elaboração própria, adaptado de UMEP Manual (LINDBERG et al., 2019).

- Simulação computacional em duas etapas

Para o cálculo do UTCI, o UMEP utiliza como motor de cálculo o modelo SOLWEIG (*Solar and Longwave Environmental Irradiance Geometry Model*), por meio do qual se estima a temperatura radiante média das regiões analisadas (T_{mrt}). Assim, simula variações espaciais de fluxos de radiação, de padrões de sombra e de temperatura radiante em 3D, em ambientes urbanos complexos. Para o cálculo da T_{mrt}, o programa necessita de outros dados de entrada, além dos mencionados anteriormente, que são simulados no próprio UMEP. Portanto, antes de simular o UTCI, são necessárias ainda três bases adicionais, obtidas por meio de uma primeira simulação, prévia à simulação final. As bases adicionais necessárias são relacionadas à geometria urbana do modelo, e extraídas a partir dos arquivos DEM, DSM e CDSM: mapas de fatores de visão de céu (*Sky View Factor Maps*) e mapas da altura e forma das paredes envoltórias das edificações (*Wall Height and Aspect Maps*) (Figura 3.17). A escala dos mapas varia de 0 (branco) a 1 (preto).

Figura 3.17. Mapa de SVF - Fator de Visão de Céu (à direita) e Mapa de Altura/Forma das Edificações (à esquerda) para a zona OD República. Fonte: Elaboração Própria.

Após a obtenção dessas bases adicionais por meio de simulação, procedeu-se à simulação final. O UTCI é calculado em determinado "ponto georreferenciado" na região analisada. Assim, para analisar a região completa, foi gerada uma malha de pontos (Figura 3.18) sobre toda a superfície analisada. Ao final dessa simulação final, foi gerado um mapa de T_{mrt} de toda a zona. Cada um dos pontos analisados gera um arquivo separado com seus respectivos resultados. A malha de pontos inclui todos os ambientes em que pode haver percursos de pedestres: calçadas, ruas, praças, canteiros, passarelas e viadutos.

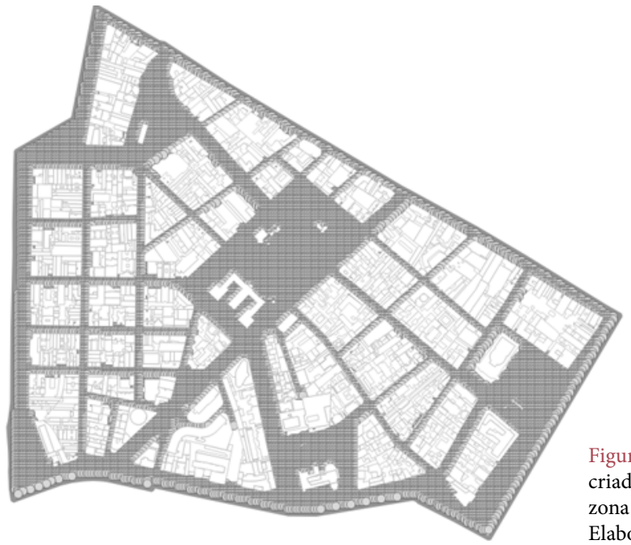


Figura 3.18. Malha de pontos criada para a simulação da zona OD República. Fonte: Elaboração Própria.

- Exportação e tratamento dos dados em SIG e R e análise dos resultados

Após a conclusão da simulação, desenvolveu-se uma rotina no programa R para fazer a junção dos arquivos e organização dos dados em uma única planilha de síntese. Os dados obtidos para cada ponto foram transferidos ao QGIS por meio de ferramentas de intersecção espacial. Com estes resultados espacializados e georreferenciados, procedeu-se à análise dos resultados. A seguir, apresenta-se uma síntese da etapa de simulação e exportação dos dados (Figura 3.19):

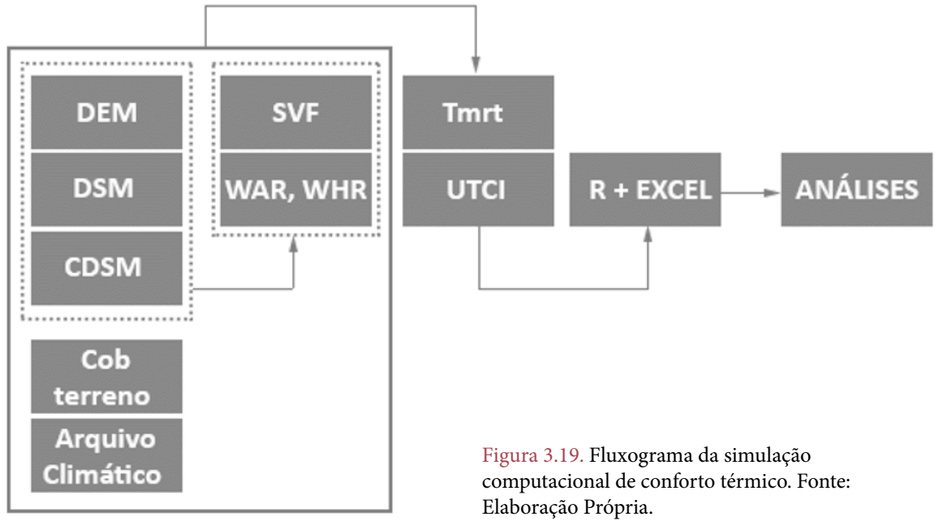


Figura 3.19. Fluxograma da simulação computacional de conforto térmico. Fonte: Elaboração Própria.

Os dados na malha de pontos foram espacializados e classificados em uma escala cromática, a partir das zonas de temperatura equivalente definidas pelo UTCI. A escala evidencia todos os pontos inseridos na "zona de conforto térmico", além dos locais em desconforto por calor e desconforto por frio.

Alguns pesquisadores que trabalham com modelos preditivos de conforto e estresse térmico, para a análise da adequação térmica de espaços abertos, mencionam a importância de calibração destes indicadores, considerando a capacidade de adaptação e aclimatação do indivíduo à realidade local (MONTEIRO; ALUCCI, 2011; SILVA et al., 2017; GOBO et al., 2017; KRUGER et al., 2017; MONTEIRO, 2018). Para o município de São Paulo, Monteiro

(2018) realizou uma calibração do UTCI, com base em levantamentos laboratoriais e pesquisas de campo, identificando sete escalas interpretativas de sensação térmica (Quadro 3.7):

Quadro 3.7. Calibração do UTCI para o município de São Paulo.

Sensação	UTCI (ºC)
muito calor	> 38
calor	31,1 ~ 38 ºC
pouco calor	26,1 ~ 31,0
neutralidade	19,0 ~ 26,0
pouco frio	13,0 ~ 18,9
frio	6,0 ~ 12,9
muito frio	< 6 ,0

Fonte: Adaptado de Monteiro (2018).

Dito isso, com os dados obtidos, criou-se um Índice de Conforto Térmico do Pedestre - ICTP, adimensional, que varia de 0 a 1. Valores próximos a "0" indicam condições desconfortáveis e valores próximos a "1" indicam boas condições de conforto. Essa escala de 0 a 1 foi adotada em todos os demais índices desenvolvidos. Os resultados obtidos foram classificados a partir das sete escalas mencionadas anteriormente (Quadro 3.8):

Quadro 3.8. Escalas do Índice de Conforto Térmico do Pedestre - ICTP

Índice de Conforto Térmico do Pedestre – ICTP		
UTCI < 6 ºC:	0.00	(desconforto térmico – muito frio)
6 ºC ≤ UTCI < 13 ºC:	0.33	(desconforto térmico – frio)
13 ºC ≤ UTCI < 19 ºC:	0.67	(desconforto térmico – pouco frio)
19 ºC ≤ UTCI ≤ 26 ºC:	1.00	(conforto térmico – neutralidade)
26ºC ≤ UTCI ≤ 31 ºC:	0.67	(desconforto térmico – pouco calor)
31 ºC ≤ UTCI ≤ 38 ºC:	0.33	(desconforto térmico – calor)
38 ºC < UTCI:	0.00	(desconforto térmico – muito calor)

Fonte: Elaboração própria.

A seguir, apresenta-se o resultado obtido na Zona OD república, para fins de exemplo da análise realizada (Figura 3.20):

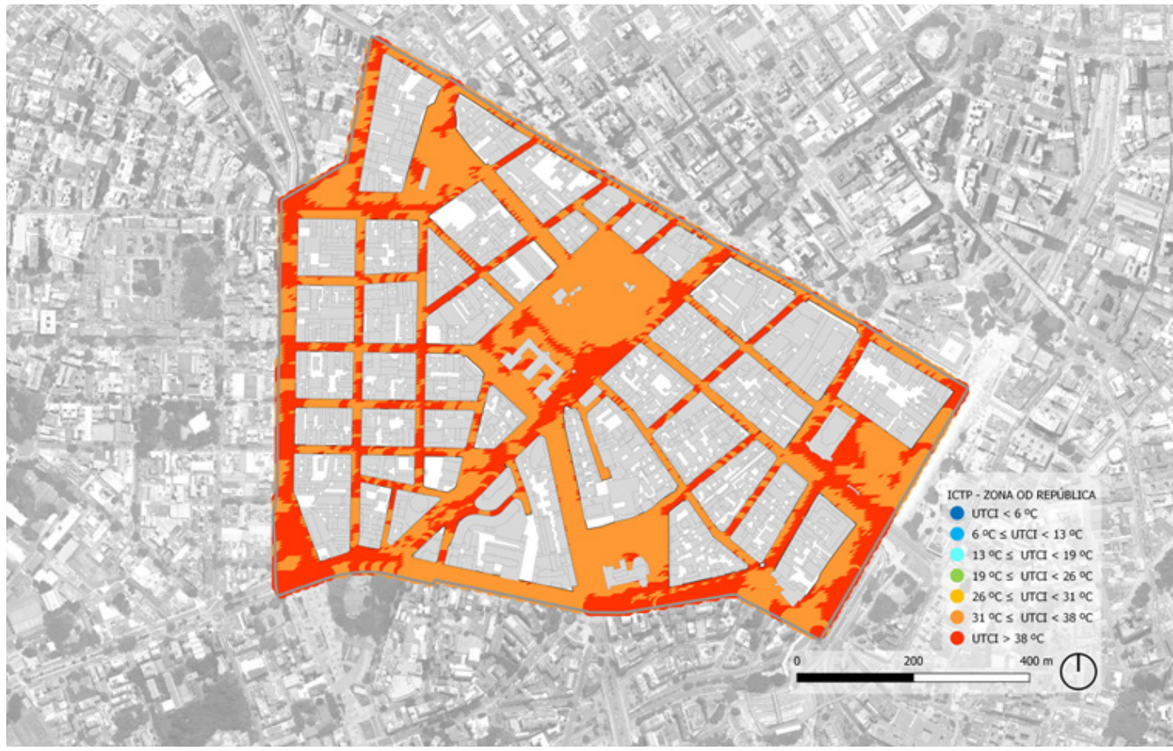


Figura 3.20. Exemplo de mapa de ICTP produzido – zona OD república – escala calibrada de sensação térmica. Fonte: Elaboração Própria.

Caso o estudo de caso tenha essa calibração realizada, ou tenha condições para realizá-la, sugere-se adotá-la nas análises. Caso não, e a fim de garantir a replicabilidade do método em outros contextos, sugere-se adotar a escala de estresse térmico do UTCI internacional. No anexo 3, é possível consultar o ICTP de acordo à esta escala.

Os resultados detalhados para cada zona OD analisada encontram-se no capítulo 4. Por último, os resultados obtidos foram integrados ao Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre (ICCP) (ver item 3.3.4).

3.3.2. Avaliação do Conforto Acústico

Este item descreve como foi realizada a avaliação do conforto acústico do pedestre, culminando na construção do ICAP - índice de Conforto Acústico do Pedestre, que, por sua vez, subsidiou a construção do índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP.

A seguir, apresenta-se um fluxograma desta etapa do trabalho (Figura 3.21):

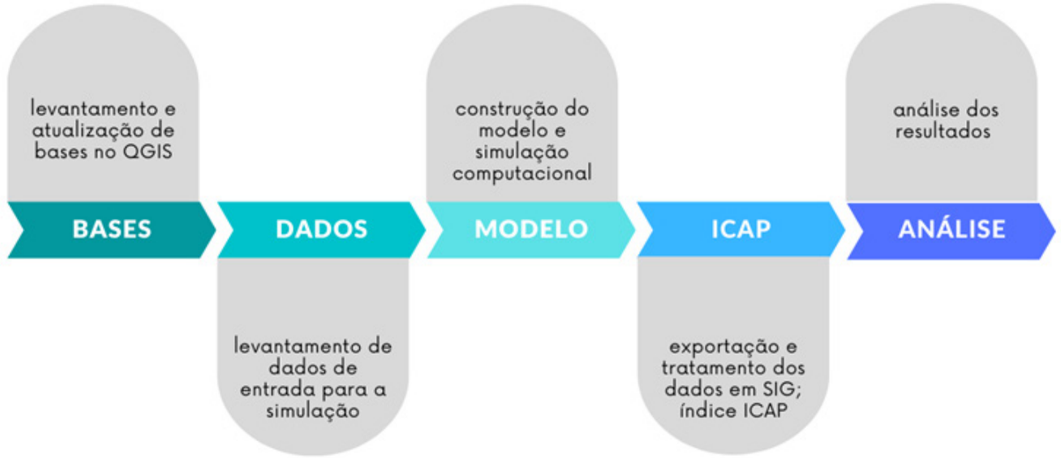


Figura 3.21. Fluxograma – Avaliação de Conforto Acústico do Pedestre. Fonte: Elaboração Própria.

Para aferição do conforto acústico do pedestre nas regiões analisadas, optou-se pelo método preditivo simulacional. Assim, foi realizada uma simulação computacional do ruído ambiental urbano, gerando um mapa sonoro de predição, em cada um dos quatro casos de estudo. Para a modelagem acústica, foi utilizado o *software* CadnaA (*Computer Aided Noise Abatement*). O CadnaA é um programa de simulação computacional voltado ao cálculo, apresentação, avaliação e predição do ruído ambiental (DATAKUSTIK.COM, 2022).

Destina-se, entre outras funções, a avaliar cidades e áreas urbanizadas e apresenta interface com plataformas em SIG, possibilitando tanto a importação quanto a exportação de dados para o QGIS. Esta possibilidade de interface foi fundamental na escolha do programa de simulação, com vistas a permitir a integração dos dados obtidos com as demais análises realizadas nas zonas OD.

Como parâmetro de referência, adotou-se o indicador L_{Aeq} – Nível de pressão sonora Contínuo Equivalente Ponderada em A, dado que é um descritor sonoro amplamente empregado em mapas sonoros, como visto anteriormente.

Os valores de L_{Aeq} utilizados foram estabelecidos a partir da revisão exposta no capítulo 2. Conforme exposto, a OMS estabelece, para fins de saúde e conforto, o limite de 55dB. Estudos apontam, adicionalmente, que o limite máximo aceitável de L_{Aeq} é 80dB, a fim de evitar danos mais graves à saúde (OMS, 1999; Zajarkiewicch, 2010). Na pesquisa, simulou-se o ruído de tráfego no meio urbano, dado que é a principal fonte de poluição sonora dos meios urbanos (OMS, 1999). Dessa forma, os mapas de predição produzidos refletem o ruído oriundo dos veículos terrestres (rodoviário e ferroviário)[18]. É importante ressaltar ainda que a pesquisa abarca o período mais crítico em termos de ruído (diurno), quando o volume de tráfego rodoviário e ferroviário é mais intenso[19], e quando há, de fato, mais pedestres circulando no meio urbano.

Considerando o exposto, esta etapa do trabalho consistiu em cinco etapas principais: i. levantamento e atualização de bases no QGIS; ii. levantamento de dados de entrada para a simulação; iii. construção do modelo e simulação computacional; iv. exportação e tratamento dos dados em SIG; e v. análise dos resultados.

A seguir, descreve-se, sucintamente, cada uma destas etapas.

- Levantamento e atualização de bases no QGIS

Primeiramente, a construção do modelo geométrico depende de três informações básicas: a topografia local, dados detalhados referentes ao sistema viário, e, por fim, a geometria das edificações. No caso de São Paulo, tais dados já estão georreferenciados e foram obtidos junto à plataforma GEOSAMPA. A topografia local pode ser obtida de diversas maneiras. Uma delas é por meio da importação direta das curvas de nível disponíveis no Geosampa. A outra, geralmente mais detalhada, é obtida por meio da extração dos contornos das imagens *raster* do Modelo Digital do Terreno - MDT, obtidas a partir do levantamento LiDAR 3D[20] realizado em 2017 no município. Como o levantamento LiDAR contém informações mais atualizadas, optou-se por esta metodologia, por meio da extração de contornos do raster no QGIS, convertendo as curvas de nível no formato *shapefile* (Figura 3.22).

[18] Dentro da metodologia desenvolvida na tese, é possível também utilizar os mapas de ruído previamente disponíveis pelos municípios, quando disponíveis. No caso de São Paulo, o mapeamento sonoro existente só contempla a região da zona OD República. As demais zonas OD não possuem análises até o momento de elaboração da tese. Por essa razão, optou-se por realizar a simulação das quatro áreas de estudo. Considerando que o ruído veicular é a principal fonte de poluição sonora urbana, e que o objetivo da tese é criar uma forma sistematizada de avaliar o conforto do pedestre, de forma global, a avaliação preditiva proposta parte do princípio que o ruído veicular é um *proxy* do ruído urbano. A metodologia usada para realizar essa predição foi avaliada e validada previamente, por meio da comparação dos resultados obtidos e medições confirmatórias em campo (CAIAFA, 2021).

[19] Não foram levados em conta eventuais ruídos industriais, de tráfego aeroviário e de outras fontes.

[20] Ver mais detalhes sobre esse levantamento no item 3.3.1, notas de rodapé 11 e 12.

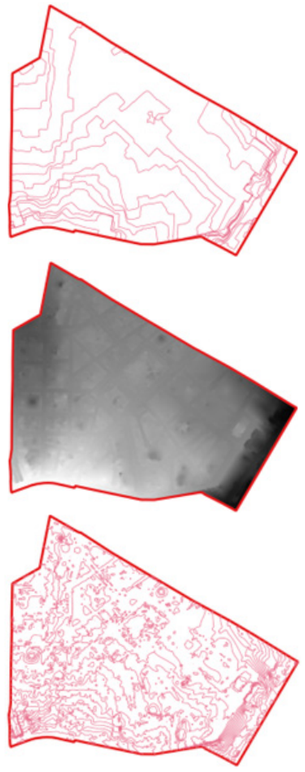


Figura 3.22.
Acima: Curvas de Nível da Zona OD República disponível no Geosampa.

Ao centro: Imagem Raster do MDT (Modelo Digital de Terreno) da zona OD República.

Abaixo: curvas de nível extraídas do MDT. Fonte: Elaboração própria

Por fim, com relação à geometria das edificações, os *shapefiles* obtidos junto à plataforma Geosampa já contém informações sobre a geometria e altura das edificações. Ao importar os dados no QGIS, foi realizada uma atualização dessas bases, como base no cruzamento com a projeção de satélite disponibilizada no *Google Maps*. Nesses casos, acrescentou-se manualmente os novos edifícios, sendo a altura das edificações extraída do *raster* BHM (*Building Height Model*), criado a partir do geoprocessamento do levantamento LiDAR de 2017.

- Levantamento de dados de entrada, construção do modelo e simulação

Na sequência, foram levantadas as informações referentes ao sistema viário. O programa de simulação necessita dos seguintes dados: largura das vias, velocidade média das vias, e, por fim, o fluxo de veículos leves e pesados em cada via. Estes dados também foram obtidos junto ao GEOSAMPA e CET – Companhia de Engenharia de Tráfego do Município de São Paulo. Alguns dados, como a largura das vias, por exemplo, foram obtidos por meio

de operações georreferenciadas, e com validação dos resultados por meio de medições no programa *Google Earth*.

O levantamento de fluxo de veículos foi estimado com base nas informações previamente disponíveis no município. Para essa predição, adotou-se a metodologia de estimativa realizada em mapeamentos sonoros realizados na Cidade Universitária (SUPERTI, 2020; CAIAFA;2021). Assim, os fluxos de veículos foram estimados de acordo à classificação viária da cidade, feita pela CET e de acordo ao CTB – Código de Trânsito Brasileiro, que hierarquiza as vias do município em coletoras, arteriais, locais e vias de trânsito rápido (VTR). Cruzou-se, então, os dados de classificação viária com as estimativas de volume de veículos totais por hora e porcentagem de veículos pesados, por tipo de via (Quadro 3.9), apresentadas na Instrução de Projeto nº 02 da Prefeitura de São Paulo - IP 02/2004 (SÃO PAULO, 2004).

Quadro 3.9. Dados de entrada gerais do sistema viário, para simulação acústica no CadnaA.

Função	Velocidade Máxima (km/h)	Volume Máximo de Veículos/hora	Proporção de Veículos Pesados (%)
via local	30	50	4.80
via coletora	40	200	6.30
via arterial	60	1500	9.10
via expressa	80	2000	14.30

Fonte: Elaboração própria.

Com relação à velocidade dos veículos, assumiu-se a velocidade máxima permitida pela via de acordo à classificação viária: 30 km/h em vias locais, 40km/h em vias coletoras, 60km/h em vias arteriais e 80km/h VTRs. Também foram observados os perímetros das áreas 30 e 40 estabelecidas pela CET [21]. Nesses casos, para as vias inscritas nesses perímetros, foram adotadas as velocidades máximas permitidas pelas zonas (30km/h ou 40km/h),

[21] De acordo à Nota Técnica Nº 246 da CET (NT 246) (CET, 2016), as chamadas áreas 40 são locais em que a velocidade dos veículos é regulamentada em no máximo 40km/h. Em 2016, foram implantadas doze áreas no município, em locais com grande fluxo de pedestres, com o objetivo de *"reduzir a velocidade nessas áreas para o tráfego em geral, contribuindo para a melhoria da segurança dos usuários mais vulneráveis do sistema viário, os pedestres e os ciclistas, buscando a convivência pacífica e a redução de acidentes e atropelamentos na área que passou a ser caracterizada como "Área de Velocidade Reduzida""*. A definição das zonas levou em consideração, além do volume de pedestres, o índice de atropelamentos das regiões, a análise de centralidades e do uso do solo. As áreas 30 partem do mesmo princípio, com a diferença de que a velocidade máxima regulamentada em seu perímetro é de 30km/h. São Paulo dispõe de apenas uma área 30 no município, implementada na Lapa de Baixo. Vale destacar que a velocidade de 30km/h impõe aos pedestres um risco de lesão fatal 50% menor do que a de 40km/h (OMS, 2008).

independentemente de sua classificação viária. Isso se aplicou, por exemplo, à zona OD República, em que 100% de sua área está inscrita em zonas 40 (Zona de Rotúla Central e Zona de Ampliação da Rótula Central). Nas vias de pedestre, consideraram-se fluxo e velocidade de veículos como nulos. Por fim, para as vias de trânsito rápido, como as marginais, e vias arteriais, buscou-se uma estimativa do fluxo de veículos mais precisa, com base em contagens realizadas *in loco* pela CET e disponibilizadas anualmente nos relatórios de "Mobilidade no Sistema Viário Principal – Volumes e Velocidades" [22]. Na tabela a seguir, apresenta-se um trecho das tabelas produzidas com tais dados de entrada (Quadro 3.10):

Quadro 3.10. Exemplo de dados de entrada referentes à zona OD República.

LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA	NÚM. DE VEÍCULOS TOTAL	PROPORÇÃO VEÍCULOS PESADOS (%)	ÁREAS 30 E 40	VEL. VEÍCULOS LEVES (km/h)	VEL. VEÍCULOS PESADOS (km/h)	LARGURA DA VIA (m)
Vel Pres Joao Goulart	vtr	2000	14.30%	área 40	40	40	6.55
Av Vieira de Carvalho	coletora	200	6.30%	área 40	40	40	7.41
R Br de Itapetininga	via de pedestres	0	0.00%	área 40	0	0	0.00
Av S Luis	arterial	1500	9.10%	área 40	40	40	31.31

Fonte: Elaboração própria.

Em algumas zonas OD, como o caso da OD Barra Funda e a OD Jardim Presidente, há a presença de estações ferroviárias com linhas férreas no nível do solo. Nestes casos, adotou-se um valor médio de ruído ferroviário ao longo da linha, no valor de 80 dB. Este valor médio foi extraído a partir de medições de ruído de algumas linhas férreas no município de São Paulo (BALDERRAIN et al., 2018; SILVA et al., 2017).

A etapa seguinte, como mencionado anteriormente, foi a construção do modelo em si no CadnaA com as informações levantadas. No programa, foram inseridos manualmente a altura de viadutos e pontes, quando necessário. Por uma limitação de modelagem, o ruído advindo de vias enclausuradas em túneis subterrâneos foi desconsiderado [23]. Os cálculos adotados no programa atendem ao método de cálculo da RLS90, normativa alemã cujo

[22] Disponíveis em:< http://www.cetsp.com.br/sobre-a-cet/relatorios-corporativos.aspx>. Acesso em 05 out. 2022.
[23] Nas zonas OD analisadas, há apenas um pequeno trecho de túnel na OD República, na Avenida 23 de Maio (túnel Papa João Paulo II).

método matemático se demonstra eficaz para predição do ruído rodoviário (ALAM et al., 2020; MURILLO-GOMEZ et al, 2015). Como parâmetros adicionais de simulação, adotaram-se: 1 reflexão sonora no ambiente, índice de absorção sonora do terreno igual a 0 e índice de absorção dos edifícios igual a 0,21 (CAIAFA, 2021). O nível de pressão sonora foi calculado a 1.5 metros do solo, a fim de representar o valor obtido na escala do pedestre. Em função da grande extensão das áreas, adotou-se um *grid* de simulação de 50m x 50m.

- Exportação e tratamento dos dados em SIG e análise dos resultados

Os resultados obtidos foram exportados ao QGIS, em formato *shapefile* e em formato excel. Por fim, já no SIG, os resultados contidos no *shapefile* foram passados à malha de pontos, por meio de operações de intersecção espacial na plataforma. Os dados na malha de pontos foram espacializados e classificados em uma escala cromática. A escala evidencia todos os pontos inseridos na "zona de conforto acústico", ou seja, situados entre 0dB e 55 dB, além dos locais com valores acima do máximo nível permitido em termos de saúde (80dB).

Com os dados obtidos, criou-se um Índice de Conforto Acústico do Pedestre - ICAP, adimensional, que varia de 0 a 1, que organiza os resultados obtidos em sete escalas. A ISO 1996-2:2017 (ISO, 2017) recomenda que o mapeamento seja feito por meio de cores padronizadas, com isolinhas em intervalos de 5dB. Assim, foi criada a seguinte classificação:

Quadro 3.11. Escalas do Índice de Conforto Acústico do Pedestre - ICAP

Índice de Conforto Acústico do Pedestre – ICAP		
$0\ dB \leq L_{aeq} < 55\ dB$	1.00	(conforto acústico do pedestre)
$55dB \leq L_{aeq} < 60\ dB$	0.83	(desconforto acústico do pedestre – muito leve)
$60\ dB \leq L_{aeq} < 65\ dB$	0.67	(desconforto acústico do pedestre - leve)
$65\ dB \leq L_{aeq} < 70\ dB$	0.50	(desconforto acústico do pedestre - moderado)
$70\ dB \leq L_{aeq} < 75\ dB$	0.33	(desconforto acústico do pedestre - forte)
$75\ dB \leq L_{aeq} < 80\ dB$	0.17	(desconforto acústico do pedestre - muito forte)
$80\ dB \leq L_{aeq}$	0.00	(desconforto acústico do pedestre - extremo)

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados detalhados para cada zona OD analisada encontram-se no capítulo 4. Por último, os resultados obtidos foram integrados ao Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre (ICCP) (ver item 3.3.4).

Figura 3.23. Exemplo de mapa de ICAP – zona OD República. **Fonte: Elaboração Própria.**

3.3.3. Avaliação do Conforto Ergonômico

Por fim, apresenta-se aqui a metodologia para a construção do Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre, ICEP, que, por sua vez, subsidiou a construção do índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP. A seguir, apresenta-se um fluxograma desta etapa do trabalho (Figura 3.24):

Figura 3.24. **Fluxograma – Avaliação de Conforto Acústico do Pedestre. Fonte: Elaboração Própria.**

Como visto previamente, o conforto ergonômico é aquele que mais abarca as questões de desenho urbano (o 5º "D"), sendo, portanto, o mais complexo e o mais crucial na caminhabilidade de um local. Em função da sobreposição entre aspectos de conforto ergonômico e caminhabilidade, os critérios aqui elencados normalmente já fazem parte de índices de caminhabilidade tradicionais (vide capítulo 1 e anexo 1). Conforme já discutido, os critérios prevalentes são relacionados à segurança viária, qualidade da calçada e sua infraestrutura, segurança pública, atratividade e diversidade e, por fim, mobilidade e acessibilidade (SATO, 2021; APPOLLONI et al., 2020; DUNCAN et al., 2005). Deste modo, diferentemente dos índices ICTP e ICAP previamente expostos, o índice ICEP não partiu de um único indicador: é composto por dezessete indicadores, organizados nestas cinco categorias.

Conforme abordado na fundamentação teórica, a tangibilidade dos indicadores, sua facilidade de acesso, e seu custo são questões fundamentais ao se analisar aspectos de

ergonomia urbana. Como visto no capítulo 2, a ergonomia dos percursos de pedestres não se reduz à análise de aspectos físicos. Assim, foram também incluídos aspectos que podem alterar o comportamento do pedestre, incentivando-o ou desestimulando-o a caminhar por determinado local. Assim, os indicadores destas cinco categorias combinam aspectos físicos, como a largura de calçadas, presença de iluminação etc., com atributos que podem afetar o comportamento do pedestre, como, por exemplo, a presença de fachadas ativas, permeabilidade visual do percurso, índice de crimes na região, dentre outros.

Considerando isso, na seleção dos dezessete indicadores (Quadros 3.12 a 3.16), observaram-se os seguintes critérios: a prevalência na literatura (vide capítulo 1 e anexo 1), a aplicabilidade na mesoescala e microescala, a possibilidade de análise por ferramentas de visualização de vias *on line*, como *Google Street View* ou *Open Street Maps*, a compatibilidade com a análise em SIG, e a sua replicabilidade em distintos contextos.

Cada um dos indicadores foi analisado de forma binária, ou seja, atribuindo-se valores de "0" ou "1" de acordo ao observado, de forma a tornar a avaliação o mais objetiva e replicável a diversos contextos. Na sequência, apresenta-se uma breve descrição de cada uma das categorias e dos indicadores selecionados. Para cada uma das categorias consideradas, desenvolveu-se um quadro síntese com os critérios de aplicação e operacionalização de cada um dos indicadores.

3.3.3.1. Categoria 1: Segurança Viária

Não há conforto ergonômico do pedestre sem a garantia de sua integridade física como aspecto primordial. Assim, segurança viária é compreendido aqui como ações necessárias para a circulação segura de pedestres, com a finalidade de prevenir e reduzir o risco de acidentes. Portanto, na categoria "segurança viária", quatro indicadores foram identificados como principais:

- Indicador 1.1. Tipologia da Via: Percursos destinados exclusivamente a pedestres e ciclistas, bem como as vias compartilhadas, são mais seguros às pessoas [24].

[24] Em praças (em que não há, portanto, circulação de veículos), este indicador foi pontuado com a nota máxima.

- Indicador 1.2. Velocidade da via: A velocidade das vias é fator decisivo na segurança do pedestre, tanto nas travessias, como nos percursos de pedestres (Figura 3.25). Vias com menos de 40 km/h apresentam risco percentual de morte de pedestres na ordem de 30%, enquanto em vias com 50km/h e 60km/h esse percentual sobe a 85% e 95%, respectivamente (WRI, 2015) [25].

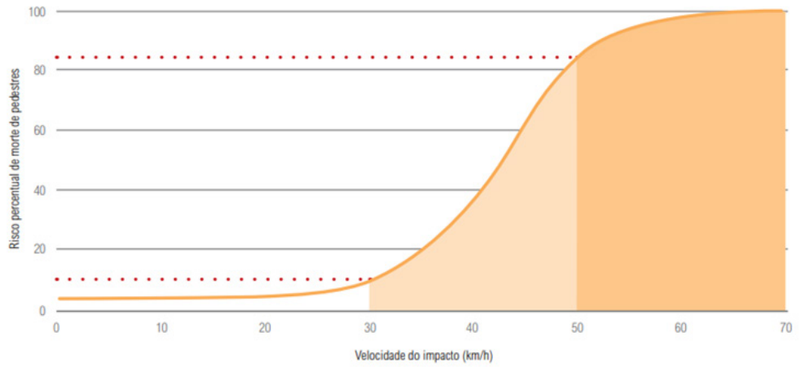


Figura 3.25. Relação entre segurança dos pedestres e a velocidade de impacto de veículos. Fonte: WRI, 2015 [26].

- Indicador 1.3. Presença de faixa de pedestre: Os pedestres cruzam as vias durante seus percursos. A presença de faixa de pedestre é um elemento de sinalização viária que aumenta a segurança do pedestre durante a travessia, principalmente nas intersecções viárias, diminuindo o risco de se ferirem (OPAS, 2013) [27].

- Indicador 1.4. Índice de acidentes na via: Um importante indicador da segurança viária de uma determinada via consiste em aferir a incidência de atropelamentos de pedestres registrados em uma determinada área. Quanto maior esse índice, menos segura é a via em

[25] Em praças (em que não há, portanto, circulação de veículos), este indicador foi pontuado com a nota máxima.
[26] Segundo o WRI (2015), o gráfico mostra *"a relação entre as mortes de pedestres e a velocidade de impacto dos veículos publicada pela OECD (2006). Alguns estudos recentes mostram uma relação similar, mas consideram o viés amostral, verificando riscos levemente mais baixos entre 40 e 50 km/h. (Rosen e Sander, 2009; Tefft, 2011; Richards, 2010; Hannawald e Kauer, 2004). No entanto, não há estudos em países de baixa e média renda, onde fatores como tipo de veículo, tempo de resposta a emergências e outros parâmetros podem influenciar esta relação. De qualquer forma, há evidências claras para sustentar políticas e práticas que reduzam a velocidade dos veículos para 30 km/h onde há presença frequente de pedestres e reduções para não mais de 50 km/h em vias não segregadas."*
[27] Em vias exclusivas de pedestres e praças (em que não há, portanto, faixas de pedestres), este indicador foi pontuado com a nota 1, partindo do pressuposto que este tipo de percurso oferece mais segurança que uma via compartilhada com veículos dotada com faixa para travessia.

questão, indicando a necessidade de melhorias como foco na segurança do pedestre. Esse indicador foi utilizado, por exemplo, na definição das áreas 30 e 40 do município de São Paulo, como exposto previamente.

Quadro 3.12. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 1 – Segurança Viária.

CATEGORIA	INDICADOR	CRITÉRIO	ZONA DE APLICAÇÃO			PONT	OPERACIONALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
			segmento de rua	via completa	zona OD		
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da Via	segmento de rua com trânsito de veículos	x			0	Análise da via segundo a classificação viária da CET e visualização do segmento de rua no Google Street View.
		segmento de rua destinado exclusivamente a pedestres e ciclistas, ou via compartilhada				1	
	1.2. Velocidade da via	velocidade máxima maior que 40km/h no segmento de rua	x			0	Análise da via segundo a classificação viária da CET somado à superposição dos perímetros de zonas 30 e 40 do município no QGIS.
		velocidade máxima menor ou igual a 40 km/h no segmento de rua				1	
	1.3. Presença de faixa de pedestre	ausência de faixa de pedestre no segmento de rua	x			0	Visualização do segmento de rua no *Google Street View*.
		presença de uma ou mais faixas de pedestre no segmento de rua				1	
	1.4. Índice de acidentes	presença de atropelamentos registrados no segmento de rua ou na via	x	x		0	Análise da camada "Sistema Viário - Acidentes" disponibilizada em shapefile pela plataforma Geosampa. Filtragem dos acidentes, identificando todos os atropelamentos (fatais e não fatais). Sobreposição da camada à região analisada no QGIS.
		ausência de atropelamentos registrados no segmento de rua ou na via				1	

Fonte: Elaboração própria.

3.3.3.2. Categoria 2: Segurança Pública

A segurança pública é, entre outros aspectos, a garantia da proteção aos direitos individuais de cada cidadão, de modo que possa exercer seu direito de cidadania em segurança, como trabalhar, conviver em sociedade e se divertir. Zonas consideradas inseguras do ponto de vista da segurança pública são, consequentemente, mais inseguras aos pedestres, afetando negativamente a percepção que se tem acerca de um determinado ambiente. Foram identificados dois indicadores relacionados a essa temática, considerando a sua tangibilidade e aplicabilidade:

- Indicador 2.1. Presença de postes de iluminação: A presença de iluminação pública está diretamente ligada à redução da criminalidade no meio urbano (CHALFIN et al., 2022). Assim, é um dos pilares da segurança pública nos percursos de pedestres, principalmente para as mulheres.

- Indicador 2.2. Número de Inquéritos Policiais: As zonas OD com maior número de inquéritos policiais são, por consequência, locais mais inseguros à circulação dos pedestres. Esse é o único indicador para o qual não se fez uma análise binária, tendo em vista que é calculado considerando todo o município. A fim de se diferenciar e atribuir pesos distintos a regiões mais ou menos seguras, realizou-se uma classificação prévia das zonas OD quanto ao número total de ocorrências policiais instauradas por delegacia policial (Anexo 4). Os dados por zona OD foram classificados em decis e, por fim, normalizados de 0 a 1.

Quadro 3.13. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 2 – Segurança Pública.

CATEGORIA	INDICADOR	CRITÉRIO	ZONA DE APLICAÇÃO			PONT.	OPERACIONALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
			segmento de rua	via completa	zona OD		
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	ausência de postes de iluminação pública no segmento de rua	x			0	Análise da camada "Infraestrutura Urbana - Iluminação Pública" disponibilizada em shapefile pela plataforma Geosampa. Sobreposição da camada à região analisada no QGIS. (nas regiões em que o arquivo indicava ausência de iluminação, procedeu-se à confirmação do dado via Google Street View)
		presença de postes de iluminação pública no segmento de rua				1	
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0 a 10			x	0	Análise do Número Total de Ocorrências Policiais Instauradas por Delegacia Policial (DP) (dados de 2020). Classificação dos resultados por meio de Z scores. Intersecção espacial dos resultados, a partir do cruzamento da zona de abrangência de cada DP com as zonas OD do município (Anexo 4)
		10 a 20				0.11	
		20 a 30				0.22	
		30 a 40				0.33	
		40 a 50				0.44	
		50 a 60				0.55	
		60 a 70				0.66	
		70 a 80				0.77	
		80 a 90				0.88	
		90 a 100				1	

Fonte: Elaboração própria.

3.3.3.3. Categoria 3: Qualidade do Percurso

Nesta categoria, foram incluídos cinco indicadores diretamente relacionados a aspectos físicos do percurso do pedestre. Entende-se por qualidade do percurso a presença de elementos mínimos que garantem o bem-estar e acessibilidade física dos pedestres nos seus trajetos.

- Indicador 3.1. Presença de calçada: Indicador que avalia a presença ou ausência de calçadas ou algum outro tipo de infraestrutura destinada ao caminhar, considerado primário na caminhabilidade e base para todos os demais aspectos avaliados.

- Indicador 3.2. Continuidade da calçada: Indicador que avalia a continuidade do percurso, avaliando a presença de obstruções, degraus ou outras interrupções que prejudiquem a livre circulação dos pedestres.

- Indicador 3.3. Largura da calçada: Indicador que avalia a largura mínima do percurso de pedestre com vistas a analisar a acessibilidade e a adequação ao fluxo de pedestres local. A análise foi realizada de acordo a NBR9050 e em função do zoneamento da quadra analisada.

- Indicador 3.4. Declividade da calçada: Indicador que avalia a declividade máxima do percurso de pedestre, com base na NBR9050, visando a analisar a sua acessibilidade física.

- Indicador 3.5. Presença de arborização: Estudos apontam a importância da arborização urbana para o conforto ergonômico do pedestre, especialmente em função dos benefícios à saúde que esta proporciona (WOLF et al., 2020, APPOLLONI et al., 2020). Entende-se por arborização urbana toda cobertura vegetal de porte arbóreo presente nas áreas livres e/ou acompanhando o sistema viário. Este indicador avalia a presença de arborização ao longo da via.

Quadro 3.14. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 3 – Qualidade do Percurso.

CATEGORIA	INDICADOR	CRITÉRIO	ZONA DE APLICAÇÃO			PONT.	OPERACIONALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
			segmento de rua	via completa	zona OD		
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	ausência de calçadas no segmento de rua	x			0	Análise da camada "Sistema Viário - Calçadas" disponibilizada em shapefile pela plataforma Geosampa. Sobreposição da camada à região analisada no QGIS (nas regiões em que o arquivo indicava ausência de calçada, procedeu-se à confirmação do dado via Google Street View)
		presença de calçada em ao menos um dos lados do segmento de rua				1	
	3.2. Continuidade da calçada	presença de descontinuidade em algum trecho do segmento de rua (obstruções, degraus ou interrupções)	x			0	Visualização da via no Google Street View.
		presença de continuidade em ambos os lados do segmento de rua (sem obstruções, degraus, interrupções)				1	
	3.3. Largura da calçada	segmento de rua com largura de calçada mínima inferior ao mínimo necessário de acordo ao zoneamento local, em ambos os lados	x			0	Análise da largura mínima da calçada na camada "Sistema Viário - Calçadas" disponibilizada em shapefile pela plataforma Geosampa. Dimensionamento conforme NBR9050:2020, considerando os distintos fatores de impedância (de acordo ao zoneamento da quadra fiscal em que se encontra o segmento de rua).
		segmento de rua com largura mínima igual ou maior ao mínimo necessário de acordo ao zoneamento local, em ao menos um dos lados				1	
	3.4. Declividade da calçada	segmento de rua com declividade máxima superior a 8,33 %	x			0	Análise da declividade máxima das calçadas na camada "Sistema Viário - Calçadas" disponibilizada em shapefile pela plataforma Geosampa.
		segmento de rua com declividade máxima igual ou inferior a 8,33 %				1	
	3.5. Presença de arborização	presença de arborização em menos de 50% do segmento de rua	x			0	Visualização da via no Google Street View (metros lineares de copa de árvores/metros lineares de segmento de rua)
		presença de arborização em menos de 50% do segmento de rua ou ausência de arborização				1	

Fonte: Elaboração própria.

3.3.3.4. Categoria 4: Atratividade e Diversidade

Esta categoria tem por objetivo avaliar a capacidade de um determinado local em atrair pedestres, seja por meio da presença de pontos de interesse, seja por meio da diversidade de serviços e comércios que oferece. Avalia, ainda, o interesse visual do percurso, qualificando as zonas com presença de permeabilidade visual.

- Indicador 4.1. Presença de fachada ativa: Este indicador avalia a presença de fachadas ativas no segmento de rua analisado. Entende-se por fachada ativa a presença de edifícios com comércio, serviços e equipamentos no térreo, com acesso aberto à população.

- Indicador 4.2. Presença de Pontos de interesse (educação, saúde, institucionais): Indicador que avalia a presença de pontos de interesse no segmento de rua analisado. Entende-se por ponto de interesse a presença de edifícios voltados à educação, saúde ou equipamentos institucionais e culturais. A presença de pontos de interesse atrai um maior fluxo de pedestres, e, consequentemente, aumenta a caminhabilidade do local.

- Indicador 4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes: Indicador que avalia a presença de edifícios, no segmento de rua, que permite o contato visual dos pedestres com seu interior. São edifícios que possuem grades em vez de muros, ou até mesmo jardins e panos de vidro na fachada. Esse contato visual com o interior contribui à sensação de segurança e atrai pedestres para a região, promovendo, ainda, um enriquecimento de experiências por parte do pedestre (GEHL, 2013). O contrário se percebe em segmentos de rua sem permeabilidade visual, o pedestre se sente mais vulnerável, evitando esse tipo de percurso.

Quadro 3.15. Síntese dos indicadores analisados na Categoria 4 – Atratividade e Diversidade.

CATEGORIA	INDICADOR	CRITÉRIO	ZONA DE APLICAÇÃO			PONT.	OPERACIONALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
			segmento de rua	via completa	zona OD		
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	presença de fachada ativa em menos de 50% do segmento de rua	x			0	Visualização da via no Google Street View (metros lineares de fachada ativa/metros lineares de segmento de rua)
		presença de fachada ativa em mais de 50% do segmento de rua				1	
	4.2. Presença de Pontos de interesse (educação, saúde, culturais, institucionais)	ausência de pontos de interesse no segmento de rua	x			0	Análise dos pontos de interesse disponibilizados em shapefile pela plataforma Geosampa. Sobreposição das camadas à região analisada no QGIS.
		presença de ao menos um ponto de interesse no segmento de rua				1	
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	presença de fachada permeável visualmente em mais de 50% do segmento de rua	x			0	Visualização da via no Google Street View (metros lineares de fachada permeável visualmente/metros lineares de segmento de rua)
		presença de fachada permeável visualmente em mais de 50% do segmento de rua				1	

Fonte: Elaboração própria.

3.3.3.5. Categoria 5: Mobilidade e Acessibilidade

Esta categoria também poderia ser chamada de "conectividade". Este indicador avalia o potencial da região analisada em fornecer conexão do modo a pé a outros modais de transporte, em razoável intervalo de tempo. Também avalia o tamanho das quadras, partindo do pressuposto que quadras menores propiciam uma maior rede de deslocamentos a pé. Assim, verifica-se o potencial da região em facilitar a chegada a um destino específico. Quanto maior a mobilidade a acessibilidade urbana de um local, maior a vitalidade urbana daquele espaço, e, consequentemente, maior a atratividade do ambiente aos pedestres.

- Indicador 5.1. Presença de infraestrutura cicloviária: Indicador que avalia a presença de infraestrutura cicloviária no segmento de rua analisado, permitindo a integração do modo a pé a outro modo não motorizado.

- Indicador 5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé): Indicador que avalia a presença de conexão com modais de transporte coletivo (estações de metrô ou trem, pontos ou terminais de ônibus etc.), em intervalo de tempo razoável a pé.

- Indicador 5.3. Tamanho das quadras adjacentes: Indicador que avalia o tamanho das quadras adjacentes ao percurso de pedestre avaliado. Quadras menores permitem que as distâncias a pé sejam encurtadas, sendo mais convenientes aos pedestres.

Quadro 3.16. Tabela síntese com os indicadores analisados na Categoria 5 – Mobilidade e Acessibilidade.

CATEGORIA	INDICADOR	CRITÉRIO	ZONA DE APLICAÇÃO			PONT.	OPERACIONALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
			segmento de rua	via completa	zona OD		
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	ausência de ciclovia no segmento de rua	x			0	Análise da rede cicloviária disponibilizada em shapefile pela plataforma Geosampa.
		presença de ciclovia no segmento de rua				1	
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	distância ao ponto de ônibus ou estação de metrô ou trem superior a 1km	x			0	Análise dos pontos de ônibus e estações de metrô e trem disponibilizados em shapefile pela plataforma Geosampa. Sobreposição das camadas à região analisada no QGIS.
		distância ao ponto de ônibus ou estação de metrô ou trem igual ou inferior a 1km				1	
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	segmento de rua adjacente à quadra com mais de 200 metros de extensão	x			0	Análise do tamanho das quadras no QGIS.
		segmento de rua adjacente à quadra com mais de 200 metros de extensão				1	

Fonte: Elaboração própria.

A partir da operacionalização proposta, procedeu-se à preparação das bases necessárias no QGIS para realizar as análises e à avaliação de cada indicador por separado. Ao final, calculou-se a média dos indicadores para cada categoria. Por último, as médias das categorias culminaram no índice ICEP – Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre (equação 3, quadro 3.17):

Equação 3. Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre - ICEP

Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre = ((CAT1 + CAT2 + CAT3 + CAT4 + CAT5))/5, onde:

CAT1 = média da pontuação dos indicadores da "Categoria 1 – Segurança Viária"

CAT2 = média da pontuação dos indicadores da "Categoria 2 – Segurança Pública"

CAT3 = média da pontuação dos indicadores da "Categoria 3 – Qualidade do Percurso"

CAT4 = média da pontuação dos indicadores da "Categoria 4 – Atratividade e Diversidade"

CAT5 = média da pontuação dos indicadores da "Categoria 5 – Mobilidade e Acessibilidade"

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 3.17. Escalas do Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre – ICEP.

Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre – ICEP

ICEP ≥ 0.85	conforto ergonômico
0.71 ≤ ICEP < 0.85	desconforto ergonômico - muito leve
0.57 ≤ ICEP < 0.71	desconforto ergonômico - leve
0.43 ≤ ICEP <0.57	desconforto ergonômico - moderado
0.29 ≤ ICEP <0.43	desconforto ergonômico - forte
0.14 ≤ ICEP < 0.29	desconforto ergonômico - muito forte
0.14 ≤ ICEP	desconforto ergonômico – extremo

Fonte: Elaboração própria.

A figura 3.26 demonstra a aplicação do índice na Zona OD república, a título de exemplo. Diferentemente dos índices anteriormente apresentados, o ICEP já resulta em um índice adimensional, que varia de 0 a 1, não sendo necessário normalizar os valores.

Figura 3.26. Exemplo de mapa de ICEP – zona OD República. Fonte: Elaboração Própria.

3.3.4. Avaliação do Conforto na Caminhabilidade do Pedestre

Após analisar as três dimensões do conforto ambiental nos percursos de pedestres – térmica, acústica e ergonômica, procedeu-se ao cálculo do ICCP – Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre. O esquema a seguir (Figura 3.27) tenta elucidar graficamente a formulação do índice, composto pelos índices ICTP, ICAP e ICEP:

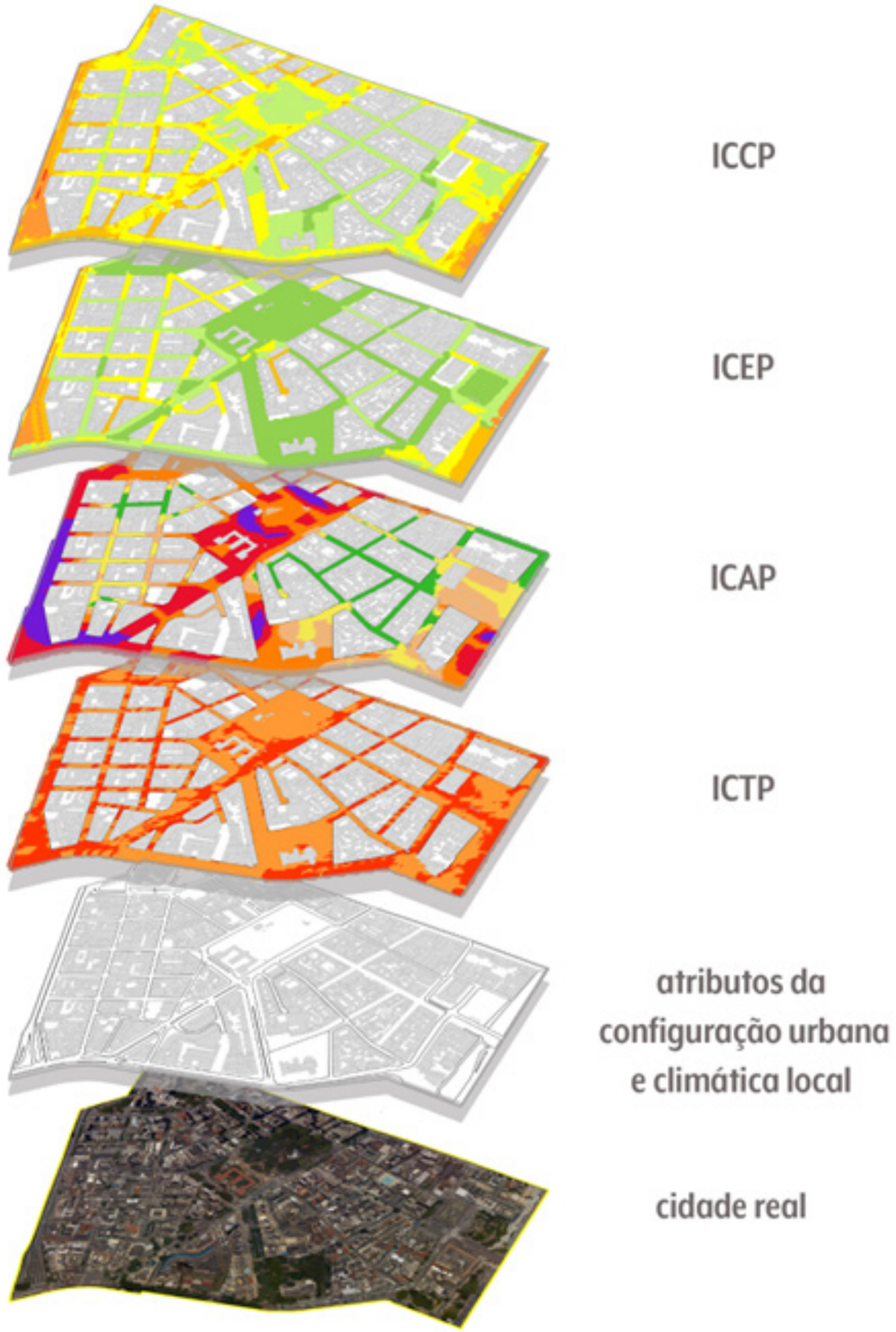


Figura 3.27. Esquema gráfico de composição do Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre.
Fonte: Elaboração Própria.

Conforme visto no levantamento teórico, a caminhabilidade possui uma hierarquia de necessidades. Isso se refere tanto aos aspectos atendidos pela macro, meso e microescalas, como também com relação aos indicadores entre si. Considerando essa hierarquia, atribuiu- se peso 2 à análise ergonômica e peso 1 à análise de térmica e acústica. Essa atribuição de pesos, de caráter qualitativo, se deu pelo fato de que os aspectos ergonômicos albergam uma maior complexidade de variáveis, já comumente abordadas nos indicadores tradicionais de caminhabilidade. Sendo assim, o índice ICCP proposto é regido pela seguinte equação:

Equação 4. Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre - ICCP.

Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre

$$ICCP = \frac{(ICTP + ICAP + 2xICEP)}{4}$$

onde:

ICTP: Índice de Conforto Térmico do Pedestre

ICAP: Índice de Conforto Acústico do Pedestre

ICEP: Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre

Fonte: Elaboração própria.

A escala do ICCP também foi dividida em sete níveis, conforme imagem a seguir (Quadro 3.18). O índice é adimensional e varia de 0 a 1. Os resultados foram espacializados na malha de pontos previamente elaborada para cada uma das zonas OD analisadas. A figura 3.28 demonstra um exemplo de aplicação do índice na zona OD República.

Quadro 3.18. Escalas do Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP.

Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre – ICCP

ICCP ≥ 0.85	Caminhabilidade alta e conforto
0.71 ≤ ICCP < 0.85	Caminhabilidade alta e desconforto muito leve
0.57 ≤ ICCP < 0.71	Caminhabilidade média-alta e desconforto leve
0.43 ≤ ICCP <0.57	Caminhabilidade média e desconforto moderado
0.29 ≤ ICCP <0.43	Caminhabilidade média-baixa e desconforto forte
0.14 ≤ ICCP < 0.29	Caminhabilidade baixa e desconforto muito forte
0.14 ≤ ICCP	Caminhabilidade baixa e desconforto extremo

Fonte: Elaboração própria.

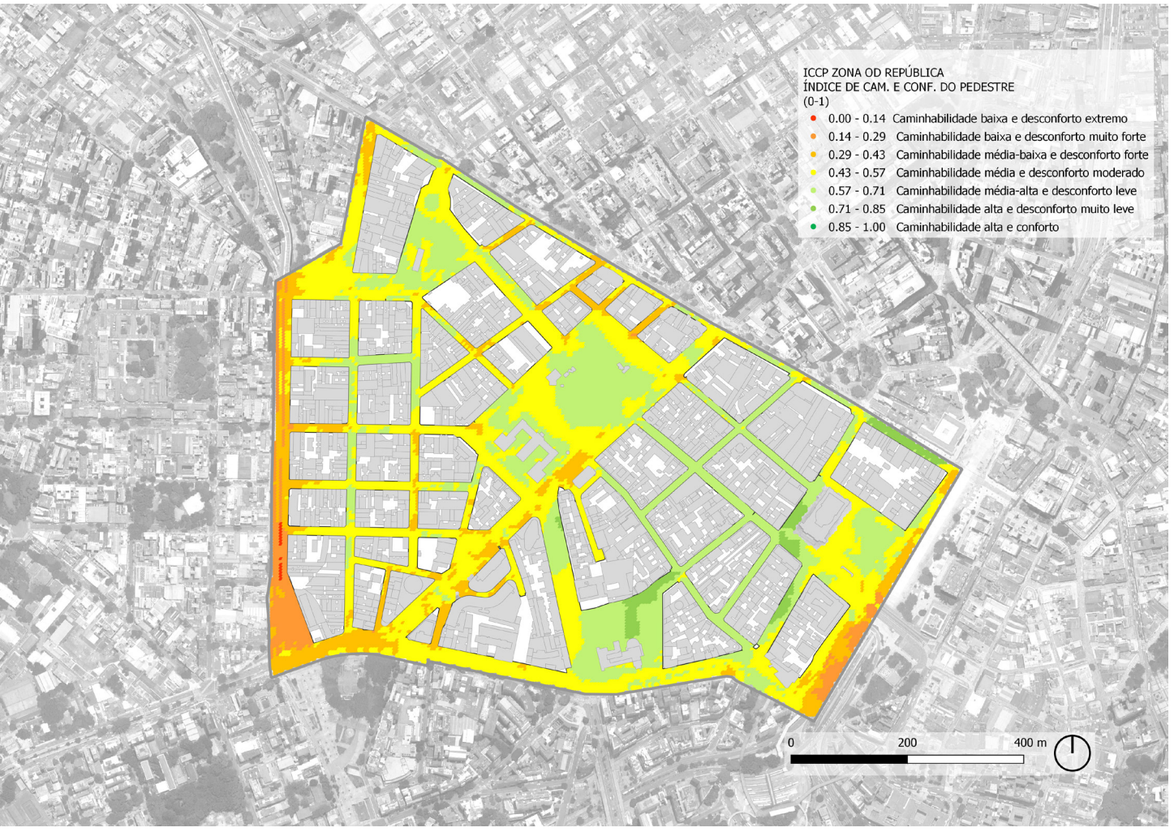


Figura 3.28. Exemplo de mapa de ICCP – zona OD República. Fonte: Elaboração Própria.

Para cada uma das tipologias analisadas, foram calculados os três índices parciais e o ICCP. No capítulo a seguir, apresentam-se os mapas e resultados oriundos destas análises.

No anexo 5, apresentam-se os modelos das planilhas utilizadas, com dados de entrada para as avaliações, tomando como base o caso da Zona OD Barra Funda.

4

ANÁLISE
DOS RESULTADOS

"It is difficult to design a place that will not attract people. What is remarkable is how often this has been accomplished."

(É difícil projetar um espaço que não atraia pessoas. O que é notável é a frequência com que isso tem sido realizado.)

William H. Whyte

Este capítulo se dedica a apresentar e analisar os resultados da pesquisa, a partir da aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior. Como mencionado anteriormente, esta etapa de análise abrange um caso de estudo para cada uma das tipologias de zonas OD elencadas na pesquisa (Quadro 4.1):

Quadro 4.1. Zonas OD analisadas.

TIPOLOGIA	ESTUDO DE CASO		DESCRIÇÃO
	Número	Nome	
ALTO/ALTO	Zona OD 5	República	Alta caminhabilidade na macroescala; alto índice de deslocamentos a pé
ALTO/ BAIXO	Zona OD 92	Barra Funda	Alta caminhabilidade na macroescala; baixo índice de deslocamentos a pé
BAIXO/BAIXO	Zona OD 89	Vila Anglo Brasileira	Baixa caminhabilidade na macroescala; baixo índice de deslocamentos a pé
BAIXO/ALTO	Zona OD 291	Jardim Presidente	Baixa caminhabilidade na macroescala; alto índice de deslocamentos a pé

Fonte: Elaboração própria.

Antes de dar sequência à exposição dos resultados, comentam-se alguns dados referentes a cada uma das zonas em questão, com o intuito de compreendê-las, de antemão, desde uma perspectiva mais global.

Primeiramente, apresentam-se alguns dados extraídos da Pesquisa OD (METRO, 2019). Na sequência, são exibidas fichas de caracterização das zonas que auxiliam a compreender a configuração físico-espacial de cada uma das regiões.

Vale ressaltar que, ao longo do capítulo, os resultados de cada região são expostos desde uma perspectiva comparada, permitindo identificar semelhanças e discrepâncias entre as tipologias. Antes de mais nada, é importante situar a localização de cada uma das zonas, no contexto do município (Figura 4.1):

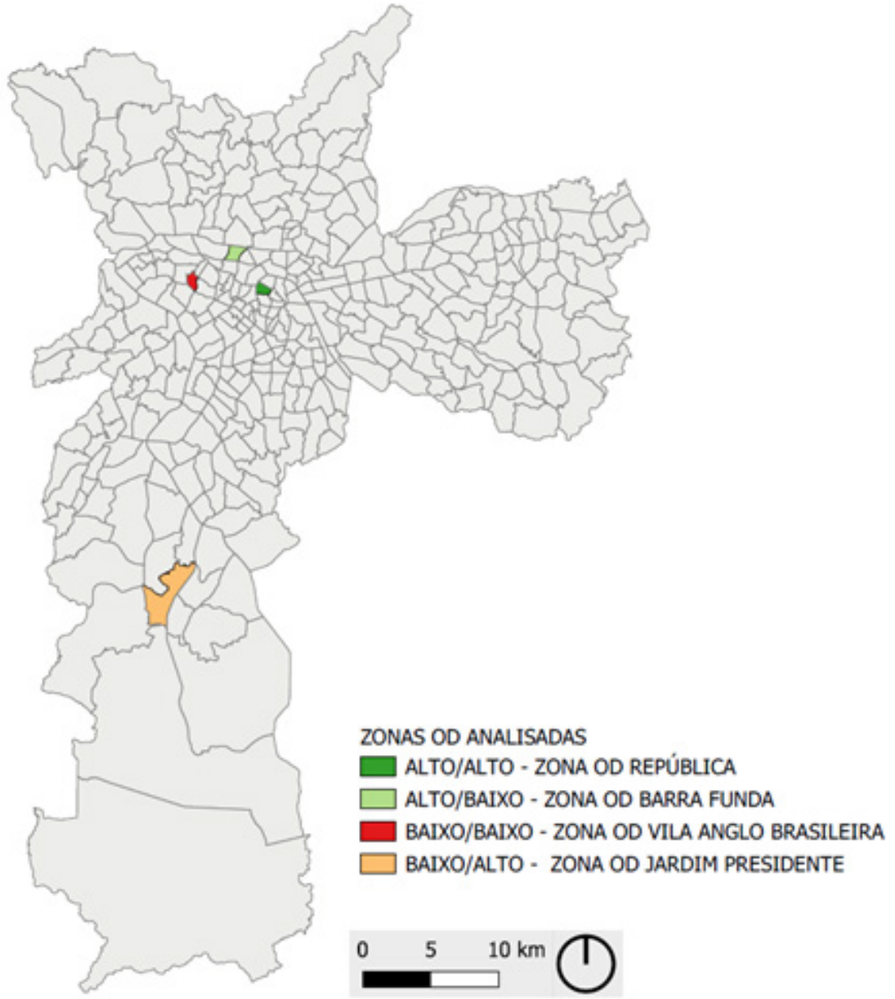


Figura 4.1. Localização das zonas OD analisadas. Fonte: Elaboração própria.

Com relação às viagens, observa-se que as zonas OD República e Jardim Presidente são aquelas que mais possuem tanto viagens produzidas como atraídas (Figura 4.2). São, de fato, as duas zonas em que se observou também um maior número de deslocamentos a pé. No entanto, são regiões da cidade com um perfil totalmente distinto. República é uma região central, catalisadora de atividades no município. Isso é facilmente constatado ao se observar a oferta de empregos da região, quase cinco vezes superior à média do município (Figura 4.3) Jardim Presidente, por sua vez, é uma região mais periférica, localizada na zona sul do município.

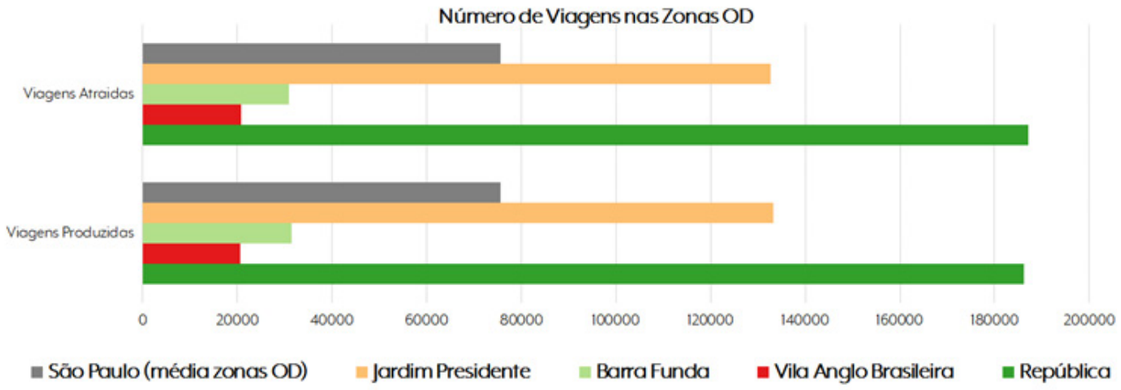


Figura 4.2. Número de viagens atraídas e produzidas por Zona OD.
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados de METRO (2019).

Com relação à densidade populacional (Figura 4.3), Vila Anglo Brasileira e República são as mais densas, seguidas pela Jardim Presidente. A zona OD Barra Funda, por sua vez, possui densidade muito baixa, muito inferior à média observada no município como um todo. Ressalta-se aqui que é uma região em plena transformação, e com um potencial habitacional ainda a ser explorado[1].

Apesar de a densidade de Jardim Presidente ser intermediária entre as regiões analisadas, o número de domicílios, em absoluto, é notadamente maior que as demais localidades. Isso se deve, em grande parte, à extensão territorial da zona, que possui 763 ha. As demais zonas são, em média dez vezes menores (75 ha, 79 ha e 118 ha, para República, Vila Anglo Brasileira e Barra Funda, respectivamente). Assim, é a região mais populosa dos estudos de caso, e a mais afastada das zonas centrais da cidade. Também por essa razão, é a região que apresenta o maior número de matrículas escolares e de automóveis particulares.

Analisando o perfil de renda da população de cada zona, observa-se que a Vila Anglo Brasileira é que possui maior renda per capita, superando R$2.500,00 (dois mil e quinhentos reais, dados de 2018). A menor renda se concentra na OD Jardim Presidente, com renda per capita inferior à média do município de São Paulo.

Por fim, é interessante contrastar aqui os resultados obtidos na pesquisa OD com relação às viagens a pé realizadas em razão da escolha do modo (Figura 4.4). Em todas

[1] Mais detalhes sobre isso são apresentados no item 4.1.

as zonas, o maior motivo que faz com que as pessoas optem por andar a pé é a pequena distância a seus destinos. Esse motivo representa mais de 90% das respostas em todas a zonas, exceto na Vila Anglo Brasileira, em que esta porcentagem é um pouco menor, em torno de 75%. Chama também à atenção o número baixo de respostas que escolhem o andar a pé como um meio de realizar atividades físicas. Essa resposta é expressiva apenas na Zona OD Vila Anglo Brasileira, zona com maior renda per capita dentre as regiões analisadas.

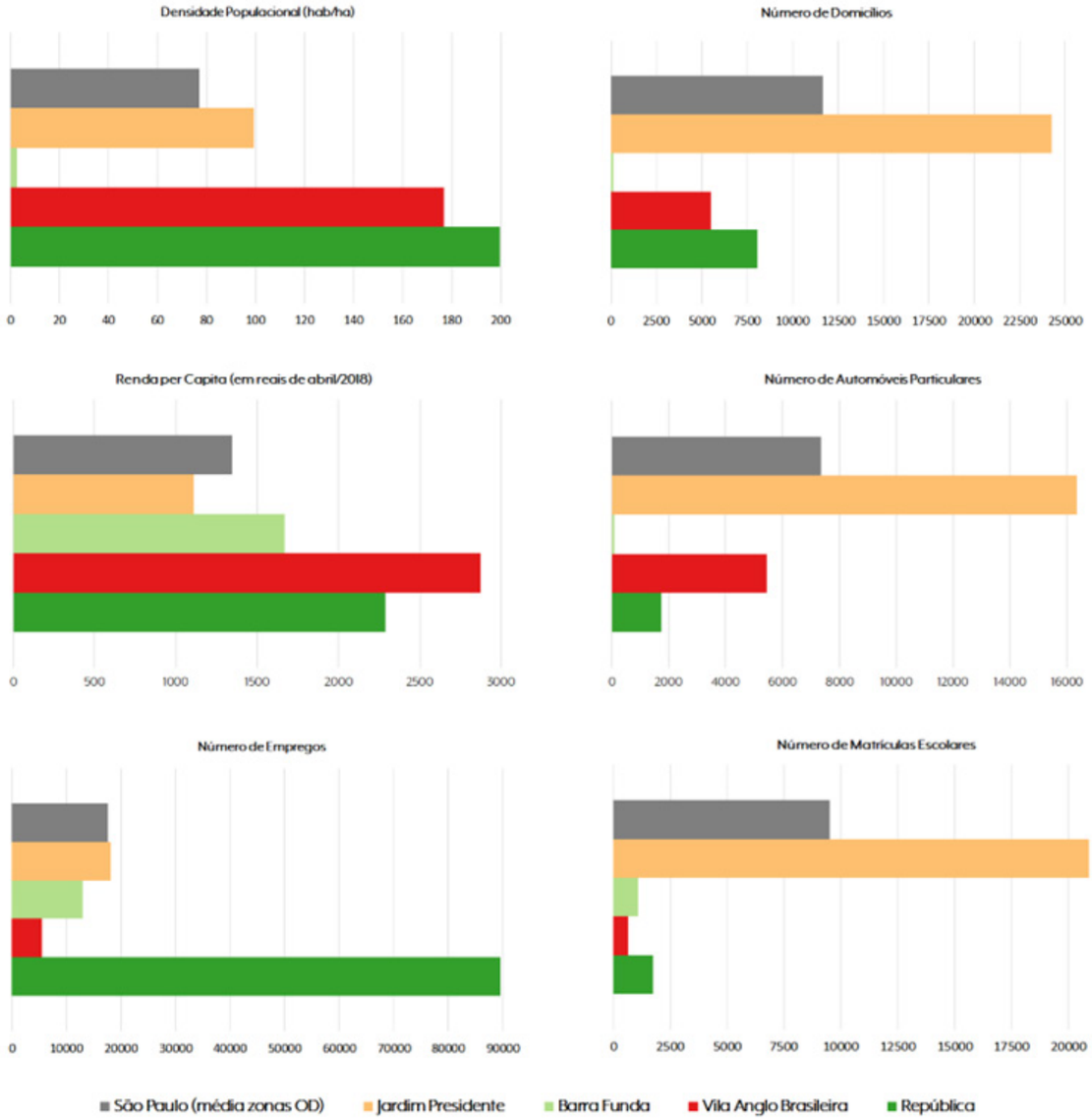


Figura 4.3. Síntese de dados das zonas OD analisadas. Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados de METRO (2019).

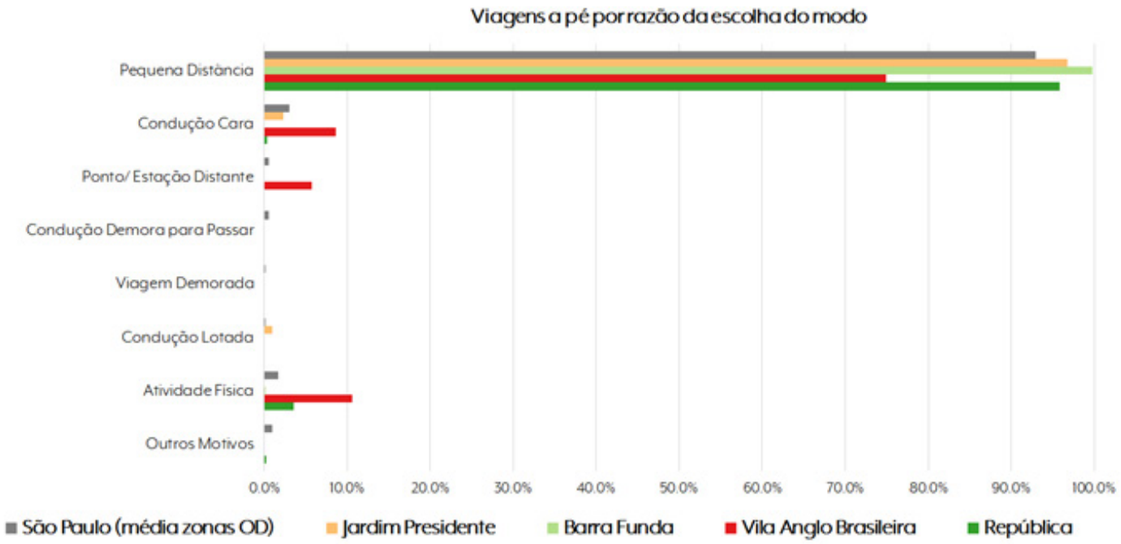


Figura 4.4. Viagens a pé por razão da escolha do modo. Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados de METRO (2019).

4.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-ESPACIAL DAS ZONAS

Neste item, apresentam-se fichas de caracterização físico-espacial das regiões analisadas. Cada ficha contém a espacialização de diversos dados disponíveis no GEOSAMPA que serviram de insumos para as análises e simulações da pesquisa.

Cada ficha apresenta, portanto, os seguintes itens: i. uso predominante do solo e classificação viária; ii. presença de calçadas nas vias; iii. rede cicloviária, iv. estações de transporte público, v. localização da mancha arbórea; vi. pontos de interesse da região; vii. pontos de iluminação pública; e viii. locais de atropelamentos de pedestres. O intuito aqui não é fazer uma descrição extensiva destas características em cada uma das zonas, mas oferecer a possibilidade de uma análise visual complementar que auxilie na compreensão dos resultados observados.

4.1.1. Tipologia Alto/ Alto - Zona OD República

A Zona OD República foi classificada como uma zona que possui uma alta caminhabilidade na macro escala, e um elevado índice de deslocamentos a pé. Possui 75 ha e seu uso predominante do solo está relacionado a atividades de comércio e serviços, usos mistos e zonas residenciais verticalizadas. Localiza-se na zona central do município. É uma região predominantemente densa e verticalizada e possui 269 segmentos de rua (Figuras 4.6. e 4.7).

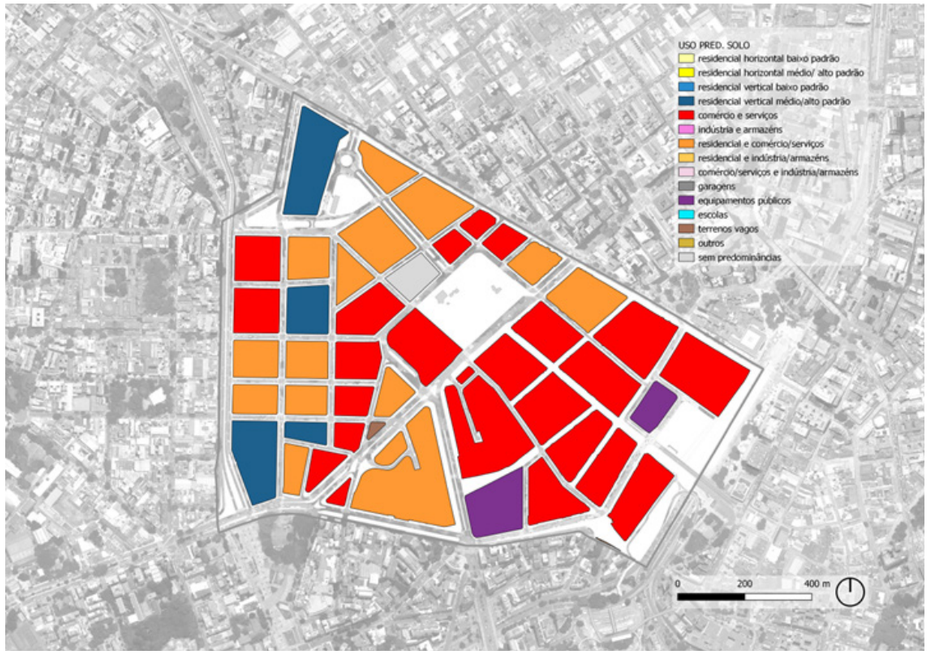
Apesar de possuir muitas vias arteriais, a região tem sua velocidade de veículos máxima limitada a 40km/h, por estar inscrita em uma área 40 do Município. Na porção leste, verifica-se uma grande rede de vias destinadas exclusivamente a pedestres. É uma zona caracterizada pelo intenso fluxo de pessoas, observando-se elevada densidade de pontos de atropelamentos.

A região apresenta uma grande rede de calçadas e ciclovias, além de elevada oferta de transporte público e grande densidade de pontos de interesse.

A iluminação pública está presente em todos os percursos. A rede cicloviária, apesar de presente na malha urbana desta zona OD, aparece de forma mais perimetral. No centro da zona está a Praça da República (Figura 4.5), que contém importante massa arbórea na região central do município. Na praça localiza-se uma estação de metrô, que atrai grande fluxo de pessoas.

Figura 4.5. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD República, com praça da República em destaque. Fonte: *Google Earth Pro.*

Uso predominante do solo



Classificação viária

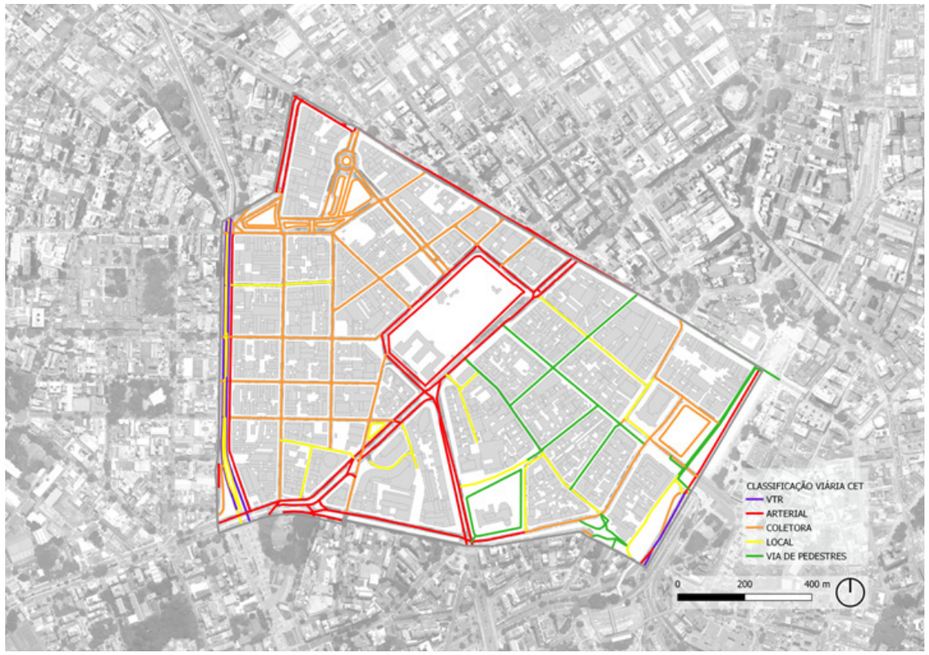
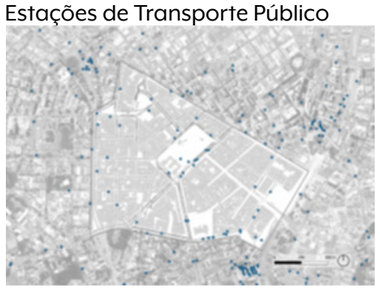


Figura 4.6. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD República, parte 1. Fonte: Elaboração própria.

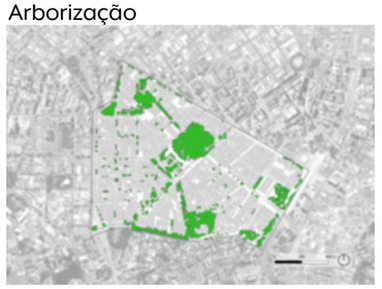
Rede de Calçadas

Rede Cicloviária

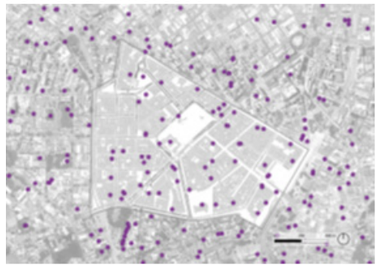
Estações de Transporte Público



Arborização



Pontos de Interesse



Iluminação Pública

Atropelamentos

Figura 4.7. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD República, parte 2. Fonte: Elaboração própria.

4.1.2. Tipologia Alto/ Baixo - Zona OD Barra Funda

A Zona OD Barra Funda possui 118 hectares e foi classificada como uma zona que possui uma alta caminhabilidade na macro escala, e baixo índice de deslocamentos a pé. A zona é composta atualmente por 136 segmentos de rua. Não há uma predominância de uso do solo, havendo zonas comerciais, residenciais, zonas de armazéns, dentre outros. As áreas de comércio e com mais fluxo de pessoas concentram-se em torno da estação Barra Funda (Figura 4.8), ao sul da Avenida Marquês de São Vicente, avenida que corta a zona OD de fora a fora. A estação é um grande atrativo de deslocamentos a pé na região, já que comporta estação de metrô, trem e terminal de ônibus. A malha cicloviária também é mais presente nesta região. A verticalização da região é baixa (Figuras 4.9 e 4.10).

Ao norte da avenida Marquês de São Vicente, a situação é outra, e a malha urbana é composta por quadras extensas e com usos menos atrativos, permeada por muitas zonas vazias. Esta zona OD possui um interesse particular pelo fato de estar inserida no perímetro da Operação Urbana Consorciada Água Branca[2] (regulamentada pela lei municipal 17.561/2021) e do Projeto de Intervenção Urbana – PIU Arco Tietê[3]. A expectativa, portanto, é que esses vazios sejam transformados, dinamizando a região.

Diferentemente da Zona OD República, a zona OD Barra Funda não possui nenhuma via exclusiva de pedestres, de acordo à classificação viária da CET. Seu perímetro é marcado por grandes eixos de circulação do município. A porção norte da zona é delimitada por uma via de trânsito rápido, a marginal Tietê, que possui elevado fluxo de veículos leves e pesados. A marginal e a linha ferroviária, presente na porção sul, em conjunto, configuram-se como barreiras para o deslocamento a pé nesta região da cidade.

Nota-se a presença de calçadas e iluminação pública em praticamente todas as vias, mas observa-se que há locais com quadras muito extensas, principalmente ao norte da avenida Marquês de São Vicente. A arborização presente na região não está nos percursos de pedestres, concentrando-se em locais ainda não urbanizados.

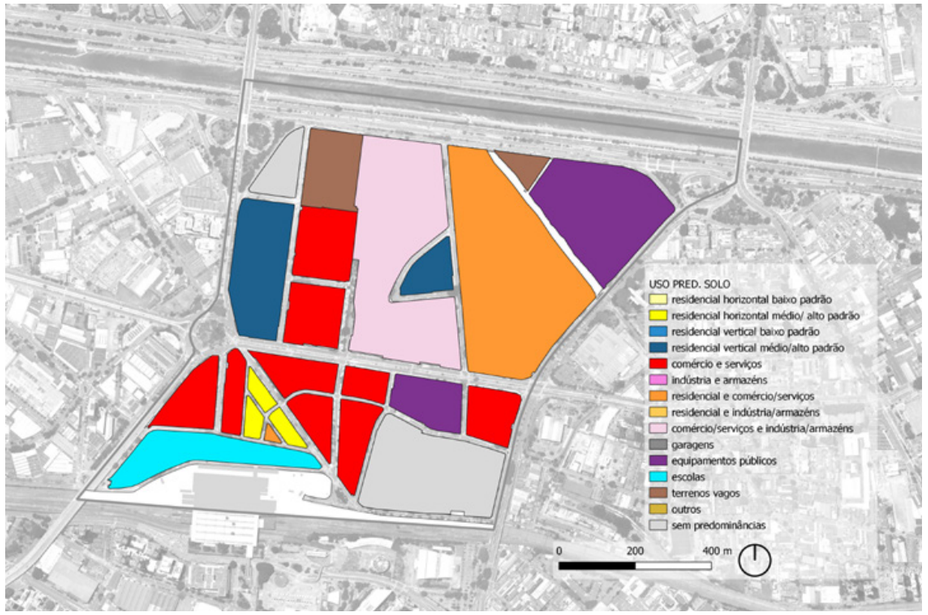
A região possui elevada oferta de transporte público, mas baixa densidade de pontos de interesse.

Figura 4.8. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD Barra Funda. Fonte: *Google Earth Pro*.

[2] OUC é um instrumento urbanístico público, previsto no Plano Diretor Estratégico - PDE do Município de São Paulo. Em linhas gerais, a OUC é utilizada para requalificar determinada área da cidade. Desta maneira, as áreas circunscritas em uma OUC podem ser dotadas de índices e parâmetros urbanísticos adicionais, em troca de uma contrapartida financeira do interessado. Com os recursos advindos dessas concessões, a Prefeitura reverte os valores arrecadados dentro da própria OUC, como, por exemplo, melhorias viárias e de urbanização, construção de habitação de interesse social, dentre outros. O instrumento viabilizador da OUCAB são os Certificados de Potencial Adicional de Construção – CEPACs, que consistem em valores mobiliários emitidos pela Prefeitura, e que permitem construir além do permitido em determinados locais. Com isso, a OUCAB estabelece um valor mínimo para o metro quadrado de área adicional de construção. O objetivo principal da OUCAB é a construção de habitação de interesse social na região da Barra Funda. Assim, 30% do valor arrecadado com os CEPACs são destinados a essa finalidade (SÃO PAULO, 2014).

[3] O PIU Arco Tietê encontra-se atualmente em discussão pública e compreende um conjunto de intervenções para articular o ordenamento e a reestruturação urbana em áreas subutilizadas e com potencial de transformação, no território do Arco Tietê. Por meio de investimentos dos setores públicos e privados na região, tem por objetivos: incrementar a oferta de empregos, o desenvolvimento econômico e a criação de infraestrutura; e minimizar os problemas ambientais do território, como enchentes e efeito das ilhas de calor. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/piu-arco-tiete/>. Acesso em: 10 nov. 2022.

Uso predominante do solo



Classificação viária

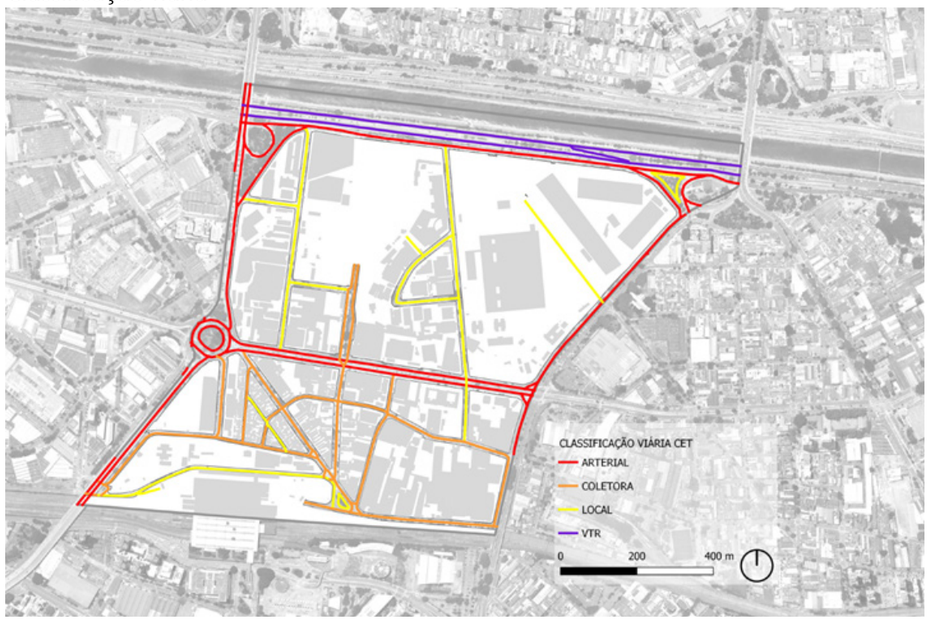
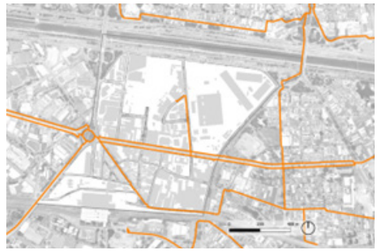


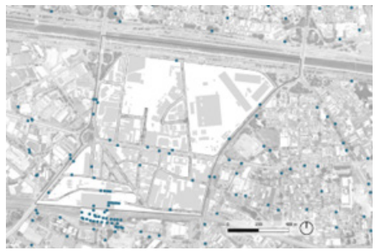
Figura 4.9. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Barra Funda, parte 1. Fonte: Elaboração própria.

Rede de Calçadas

Rede Cicloviária

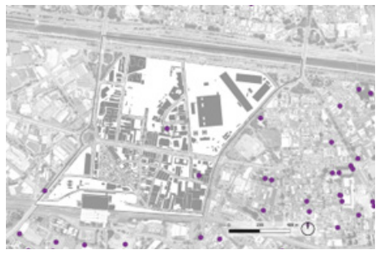


Estações de Transporte Público



Arborização

Pontos de Interesse



Iluminação Pública

Atropelamentos

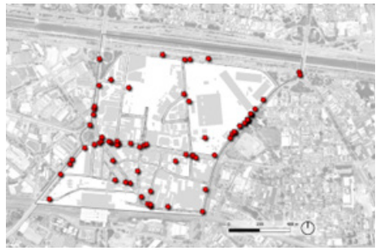


Figura 4.10. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Barra Funda, parte 2. Fonte: Elaboração própria.

4.1.3. Tipologia Baixo/ Baixo - Zona OD Vila Anglo Brasileira

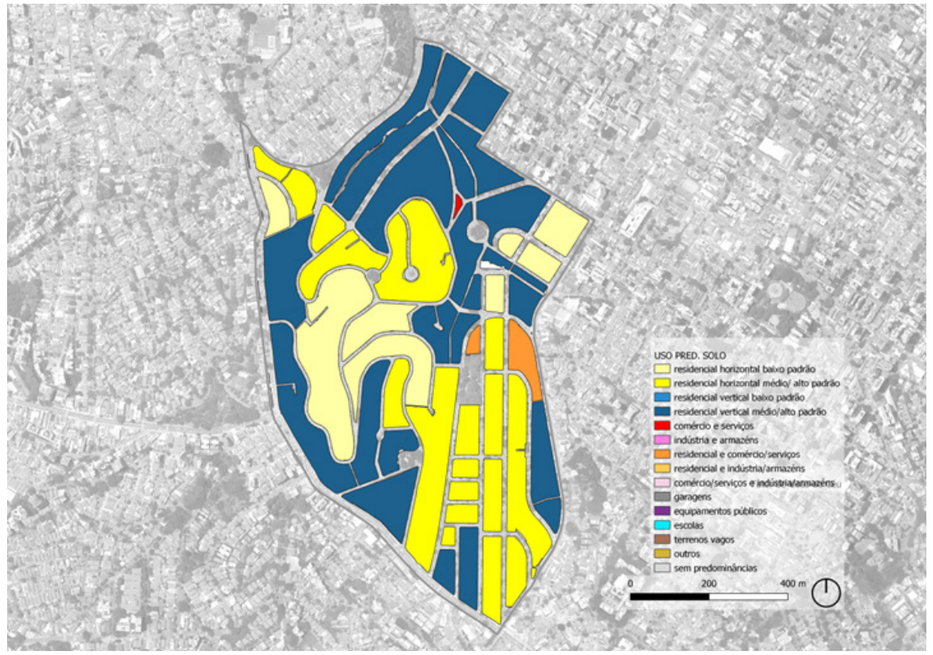
A Zona OD Vila Anglo Brasileira foi classificada como uma zona que possui baixa caminhabilidade na macro escala, e um baixo índice de deslocamentos a pé. Possui 79 ha e seu uso predominante do solo é quase 100% habitacional. Localiza-se na zona oeste do município, é uma região pouco verticalizada, com 266 segmentos de rua (Figura 4.11). Quase todo o interior desta zona OD é composto por ruas locais. No seu perímetro aparecem vias coletoras e arteriais. A configuração sinuosa das quadras é resultante da alta declividade encontrada na topografia do local. Há trechos com quadras extensas e quadras menores. Observa-se que muitas destas ruas classificadas como locais, são, na realidade, locais de uso exclusivo de pedestres. É comum encontrar nesta zona grandes escadarias e vielas, também utilizadas pelos pedestres em seus percursos.

A região apresenta rede de calçadas e iluminação pública ao longo das vias. No entanto, a malha cicloviária é deficitária, fato explicado em parte pela topografia acentuada da região. A oferta de transporte público se dá nas avenidas maiores do perímetro da zona. Há alguns pontos de interesse na região. Com relação à arborização, nota-se que está presente em várias vias da região, além de algumas praças. O índice de atropelamentos é baixo, havendo incidentes apenas em seu perímetro, em que as vias são coletoras e arteriais (Figuras 4.12. e 4.13).

Figura 4.11. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD Vila Anglo Brasileira. Fonte: *Google Earth Pro.*

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-ESPACIAL – ZONA OD VILA ANGLO BRASILEIRA

Uso predominante do solo



Classificação viária

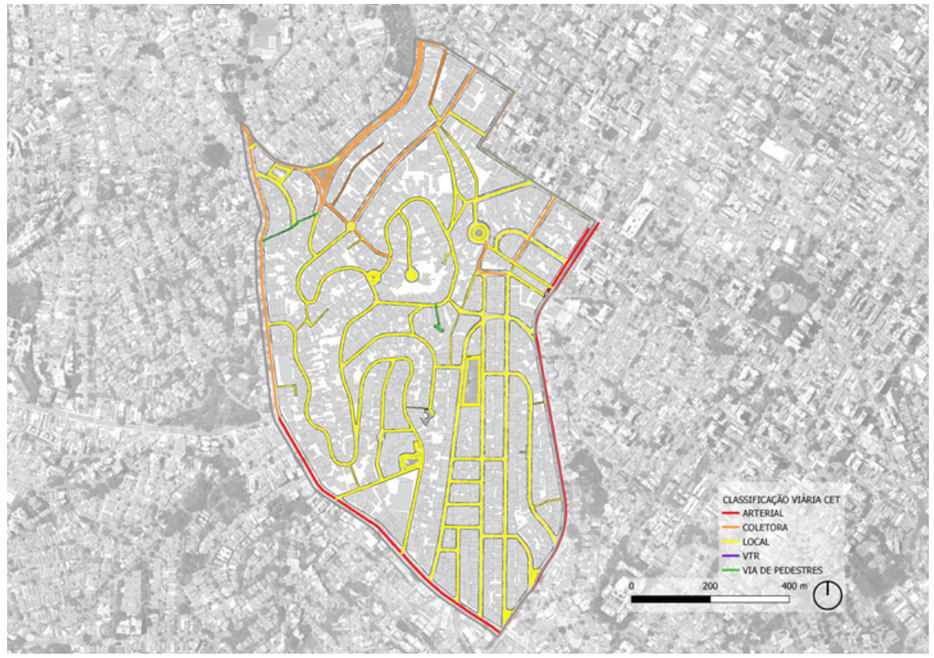
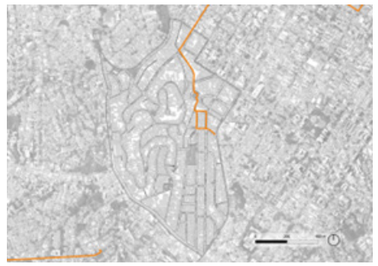


Figura 4.12. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Vila Anglo Brasileira, parte 1. Fonte: Elaboração própria.

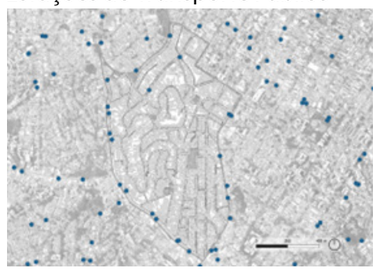
FICHA DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-ESPACIAL – ZONA OD VILA ANGLO BRASILEIRA

Rede de Calçadas

Rede Cicloviária

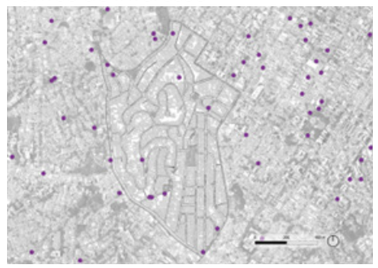


Estações de Transporte Público

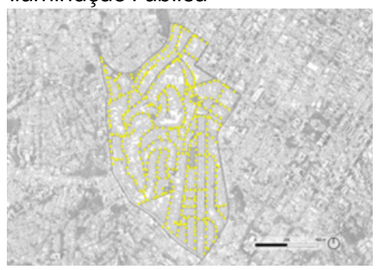


Arborização

Pontos de Interesse



Iluminação Pública



Atropelamentos

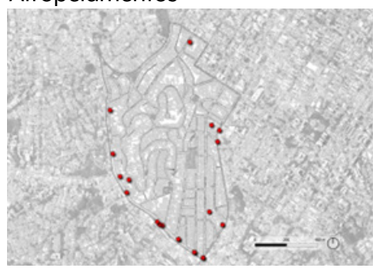


Figura 4.13. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Vila Anglo Brasileira, parte 2. Fonte: Elaboração própria.

4.1.4. Tipologia Baixo/ Alto - Zona OD Jardim Presidente

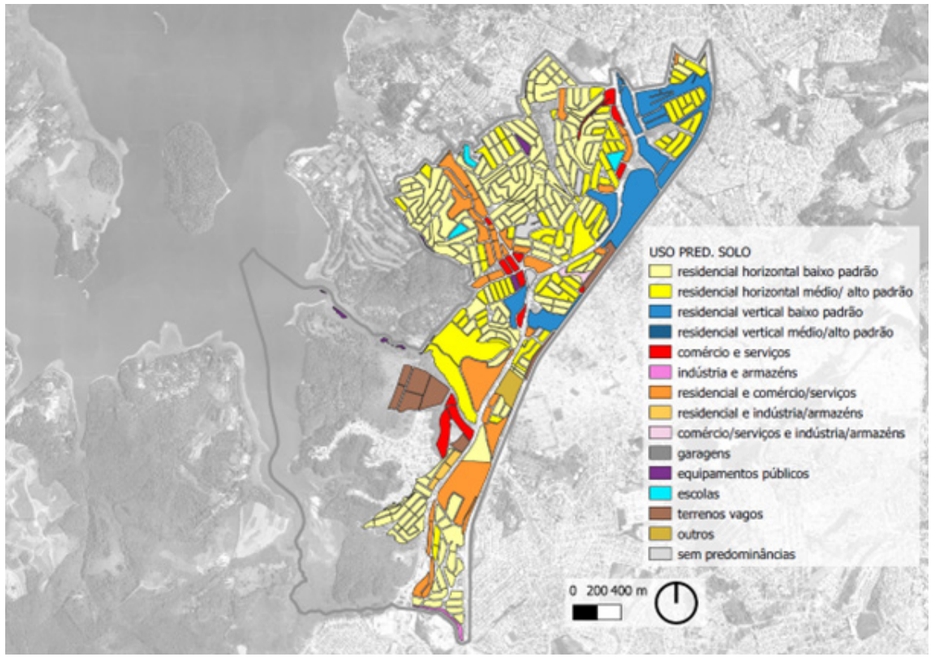
A última zona OD analisada, Jardim Presidente, foi classificada como uma zona que possui baixa caminhabilidade na macro escala, e um alto índice de deslocamentos a pé. Possui 763 ha e seu uso predominante do solo é majoritariamente residencial, permeado por locais com usos comerciais. Localiza-se na zona sul do município, é uma região pouco verticalizada e possui 1735 segmentos de rua.

É importante mencionar aqui a região está localizada próxima à represa Billings, e que, portanto, insere-se em uma zona de proteção aos mananciais. A maior parte da zona está inserida na porção de urbanização consolidada. Na porção sul da zona, há uma extensa massa arbórea. No entanto, não faz parte de percursos de pedestres no meio urbano. Nas vias urbanizadas, nota-se a escassez de árvores e de praças.

A região é atravessada de norte a sul por uma grande via arterial, Av. Sen. Teotonio Vilela, que concentra grande parte dos atropelamentos existentes na região. Quase todo o interior da zona é composto por ruas locais (Figura 4.14). Apresenta rede de calçadas e iluminação pública ao longo das vias. No entanto, diferentemente das demais zonas analisadas, observam-se muitos locais com ocupação irregular e informal, locais em que se verificam, muitas vezes, ausência dessas infraestruturas urbanas. A malha cicloviária é pequena comparada ao tamanho da zona, e está localizada em apenas duas avenidas. A oferta de transporte público se dá nas avenidas maiores. Há alguns pontos de interesse na região (Figuras 4.15. e 4.16).

Figura 4.14. Vista em perspectiva aérea de parte da Zona OD Vila Anglo Brasileira. Fonte: Google Earth Pro.

Uso predominante do solo



Classificação viária

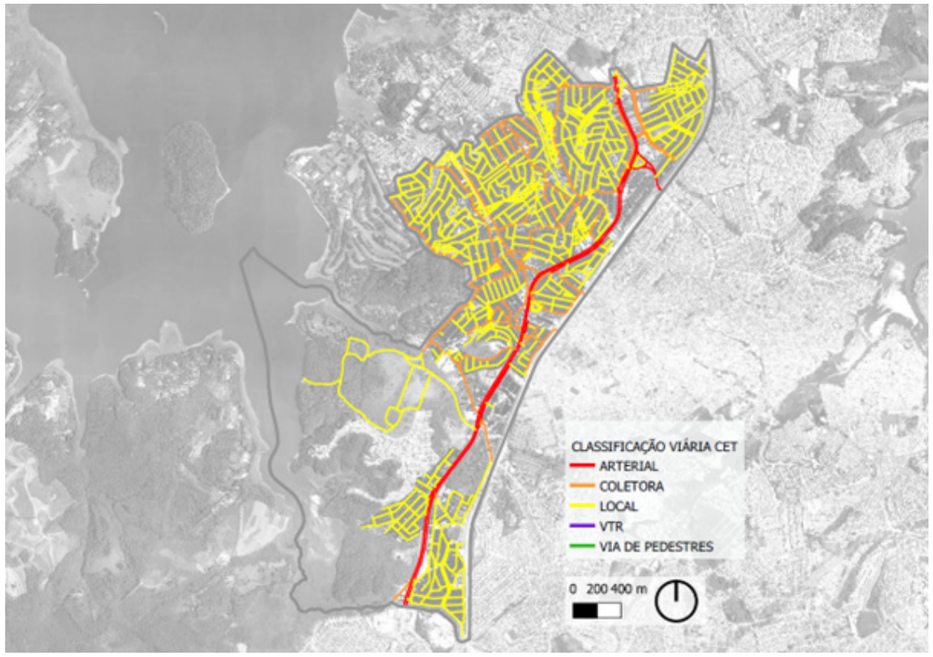
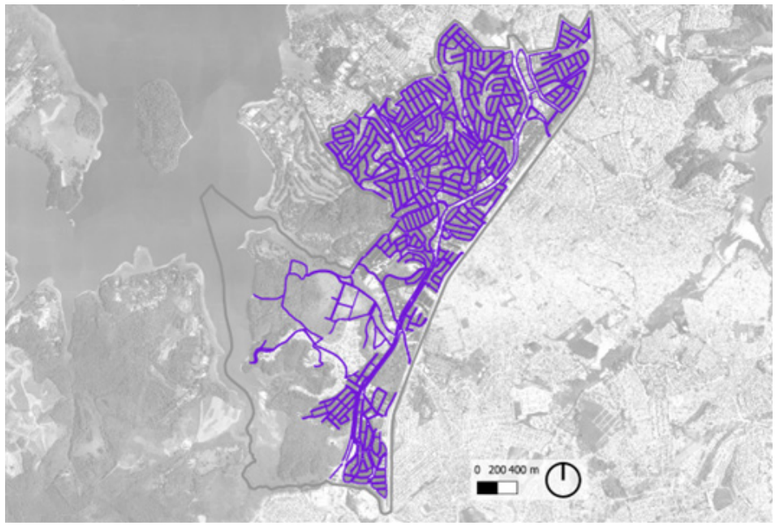
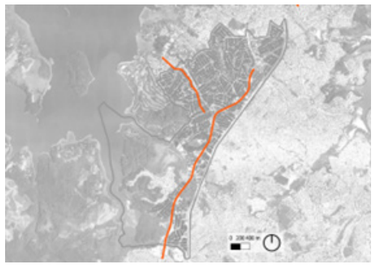


Figura 4.15. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Jardim Presidente, parte 1. Fonte: Elaboração própria.

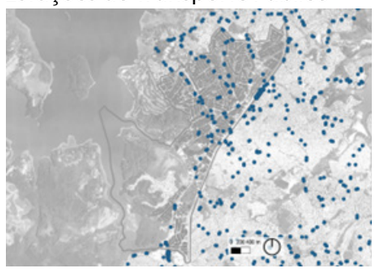
Rede de Calçadas



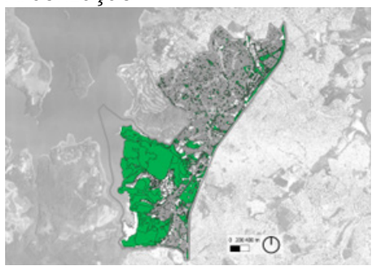
Rede Cicloviária



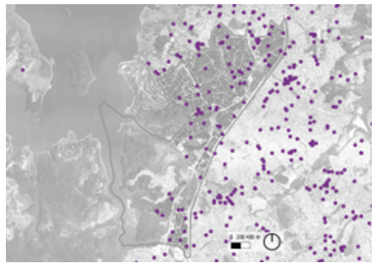
Estações de Transporte Público



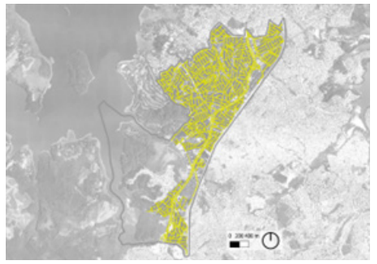
Arborização



Pontos de Interesse



Iluminação Pública



Atropelamentos

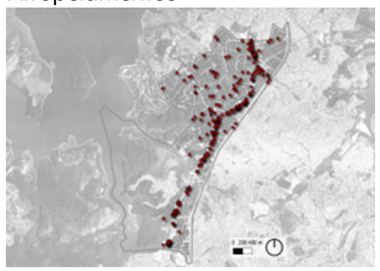


Figura 4.16. Ficha de caracterização físico-espacial da Zona OD Jardim Presidente, parte 2. Fonte: Elaboração própria.

4.2. CONFORTO TÉRMICO DO PEDESTRE – ICTP

Conforme explanado na metodologia, a avaliação do conforto térmico se deu pelo cálculo do ICTP – Índice de Conforto Térmico do Pedestre. Para cada zona OD, foram simuladas duas situações: solstício de verão (21 de dezembro) e solstício de inverno (21 de junho). O índice é baseado no UTCI, e possui sete escalas de avaliação, reapresentadas na imagem a seguir:

Índice de Conforto Térmico do Pedestre – ICTP

UTCI < 6 °C	0.00	(desconforto térmico – muito frio)
6 °C ≤ UTCI < 13 °C	0.33	(desconforto térmico – frio)
13 °C ≤ UTCI < 19 °C	0.67	(desconforto térmico – pouco frio)
19 °C ≤ UTCI ≤ 26 °C	1.00	(conforto térmico – neutralidade)
26°C ≤ UTCI ≤ 31 °C	0.67	(desconforto térmico – pouco calor)
31 °C ≤ UTCI ≤ 38 °C	0.33	(desconforto térmico – calor)
38 °C < UTCI	0.00	(desconforto térmico – muito calor)

Figura 4.17. Escalas de avaliação do índice ICTP. Fonte: Elaboração Própria.

Nos gráficos 4.1. a 4.9 das páginas seguintes, apresentam-se as médias diárias do UTCI para cada uma das zonas analisadas.

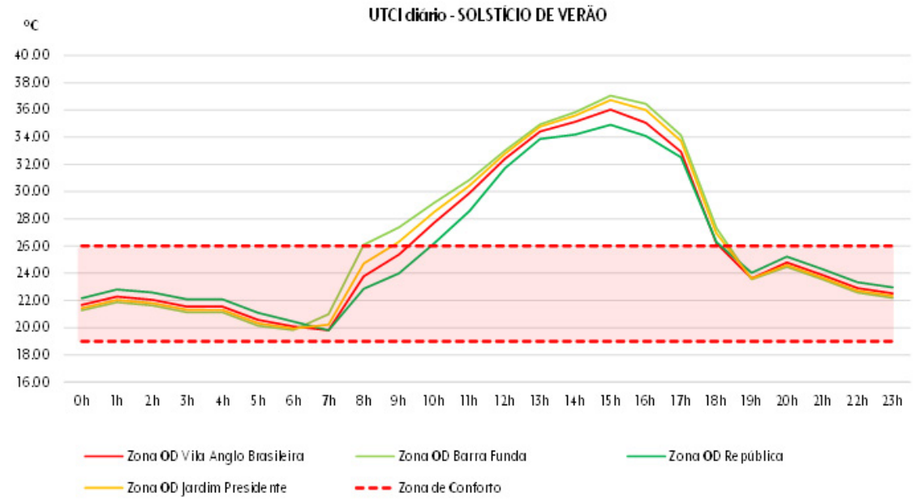
A primeira observação com relação aos resultados obtidos é a constatação de que, em ambos os solstícios, o UTCI está fora da faixa de conforto na maior parte do dia. Isso se observa em todas as zonas no intervalo entre 8h00 e 18h00, principal período em que há pedestres circulando no meio urbano. No caso do verão, o horário mais crítico foi observado às 15 horas; no inverno, às 8h00[4]. Por essa razão, os mapas apresentados nas imagens a seguir (Figuras 4.18 a 4.27) apresentam o diagnóstico destes horários críticos.

O pior desempenho do ICTP observado é na zona OD Barra Funda. No verão, no horário crítico (15 horas), o UTCI chega ao patamar de 37ºC. Observa-se, ainda, uma diferença de quase dois graus Celsius quando comparado ao valor máximo de UTCI médio obtido na República (35ºC) (Figura 4.1). Parte desta diferença é explicada pela grande presença de vegetação na zona OD República. Apesar de já ser algo amplamente discutido

[4] Desconsiderou-se o valor obtido na madrugada, por considerar que há menos pedestres circulando a esse horário. Portanto, para fins desta pesquisa, o horário crítico elencado abarcou o período entre 7h00 e 19h00.

e reconhecido na literatura, é necessário ressaltar aqui o importante papel que a vegetação urbana tem no arrefecimento das cidades. De fato, dentro da mesma zona OD, verifica-se que o UTCI medido em locais dotados de vegetação pode ser de até dez graus mais baixo que o UTCI medido em local adjacente sem sombreamento. Portanto, pensar o conforto do pedestre é, entre outras medidas, prover arborização adequada nos seus percursos.

Gráfico 4.1. UTCI diário nas quatro zonas analisadas.



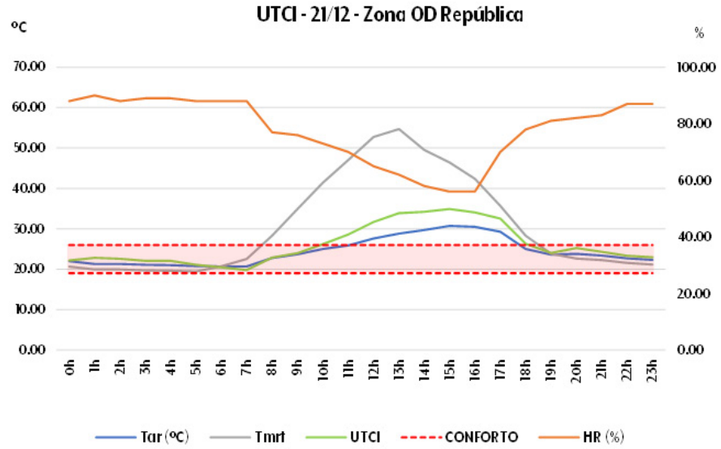
Fonte: Elaboração Própria.

Apesar de haver desconforto por calor, no verão, e por frio, no inverno, os graus de desconforto não são os mesmos em ambas as estações. Nas quatro tipologias analisadas, o desconforto por calor atinge maiores proporções: todos os pontos da malha obtiveram pontuação entre "0" e "0.33", ou seja, estão em zonas de desconforto por calor ou muito calor. No inverno, 100% dos pontos de todas as zonas obtiveram pontuação "0.33" (desconforto por frio). No verão, a zona com melhor desempenho é a República, que apresenta 69% dos pontos em zonas de calor e 31% em zonas de muito calor. A pior zona é Barra funda, na qual estes valores são 35% e 65%, respectivamente. As figuras 4.26 e 4.27 elucidam estas diferenças, permitindo uma análise comparada entre as quatro zonas OD analisadas.

Figura 4.18. ICTP – Zona OD República, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.

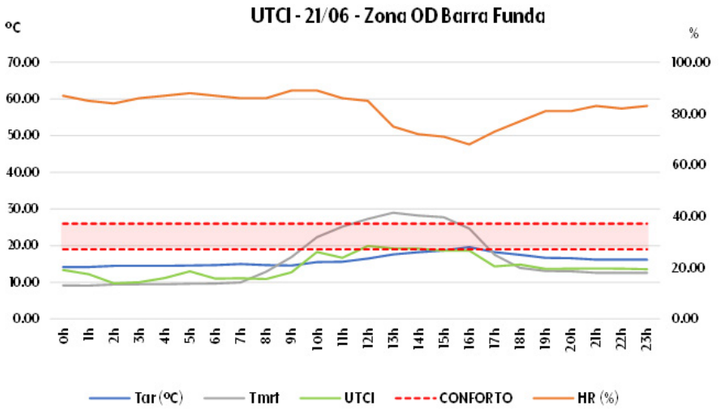
Figura 4.19. ICTP – Zona OD República, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 4.2. UTCI diário, Zona OD República, solstício de verão.



Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 4.3. UTCI diário, Zona OD República, solstício de inverno.

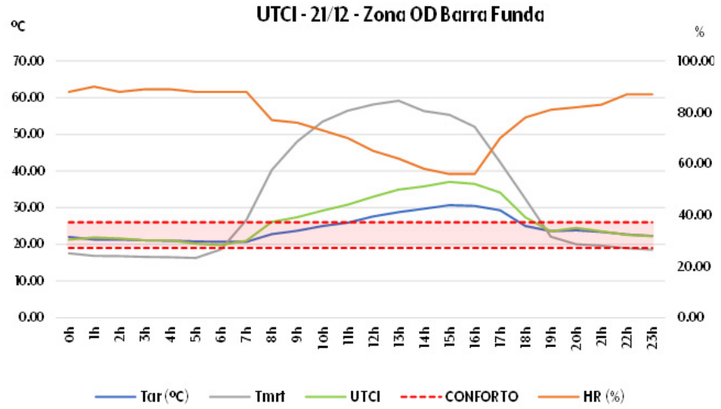


Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.20. ICTP – Zona OD Barra Funda, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.

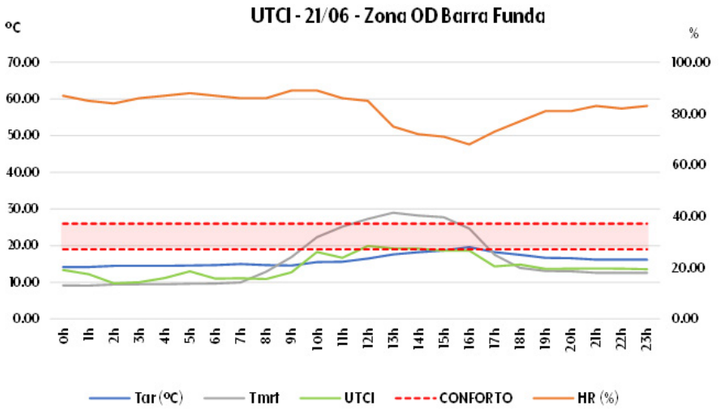
Figura 4.21. ICTP – Zona OD Barra Funda, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 4.4. UTCI diário, Zona OD Barra Funda, solstício de verão.



Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 4.5. UTCI diário, Zona OD Barra Funda, solstício de inverno.



Fonte: Elaboração Própria.

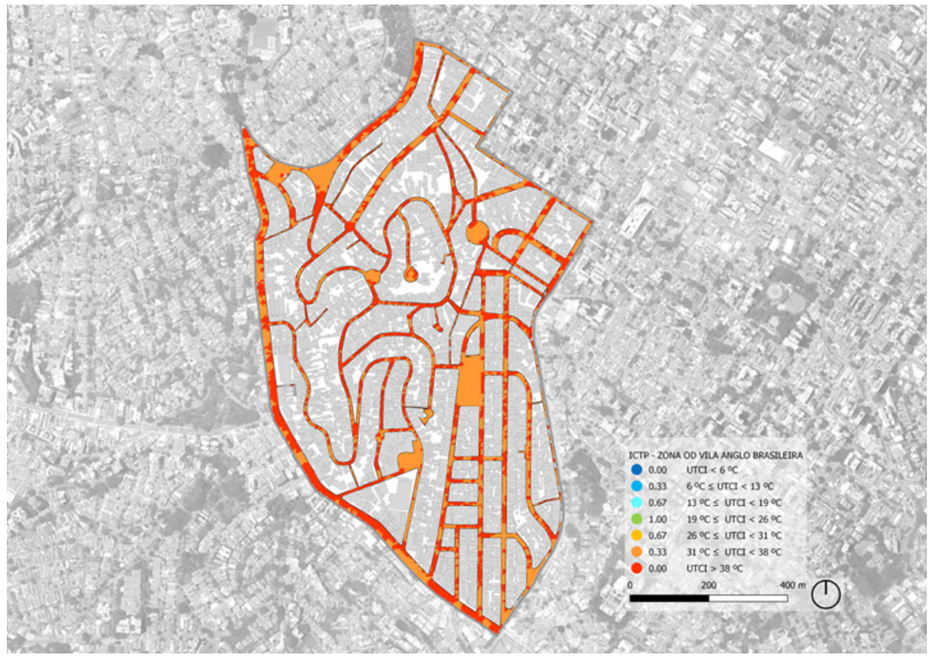


Figura 4.22. ICTP – Zona OD Anglo Brasileira, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.

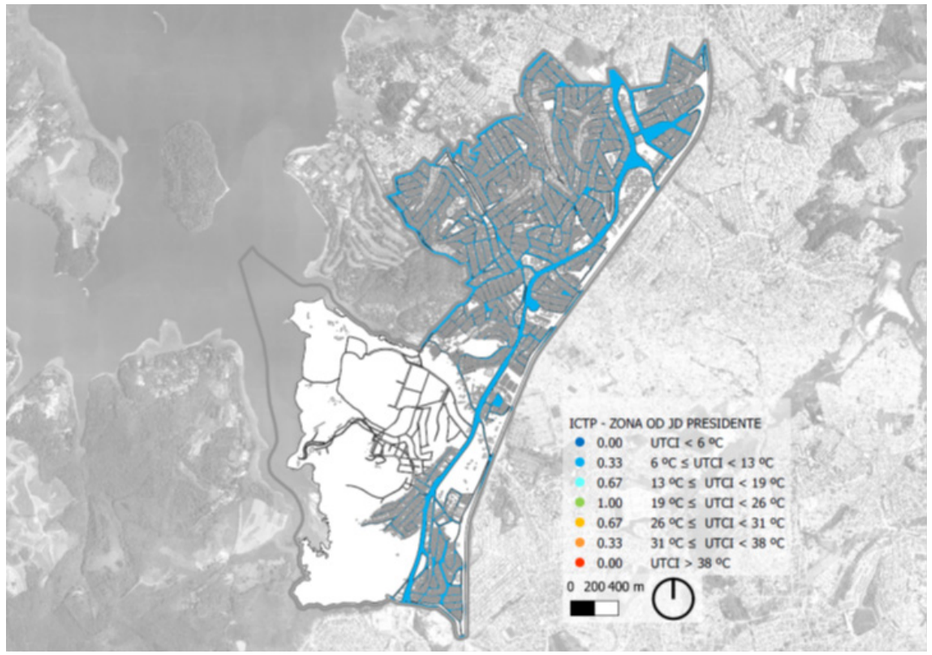
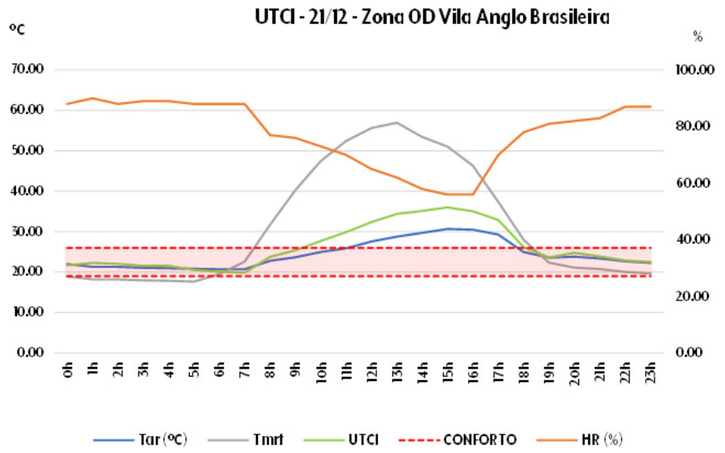


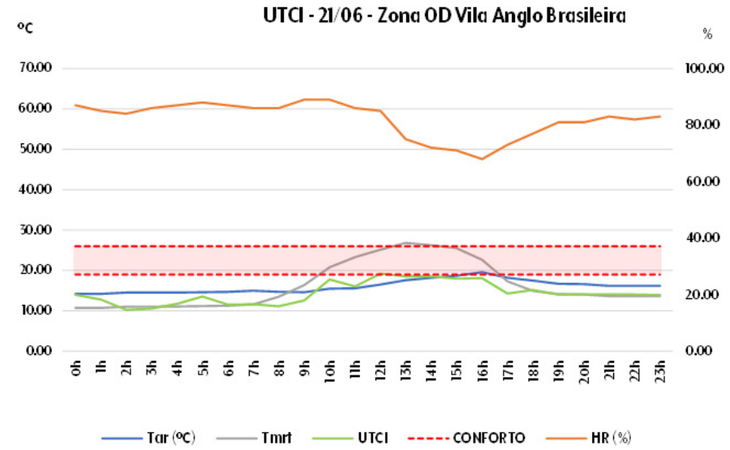
Figura 4.23. ICTP – Zona OD Anglo Brasileira, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 4.6. UTCI diário, Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de verão.



Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 4.7. UTCI diário, Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de inverno.



Fonte: Elaboração Própria.

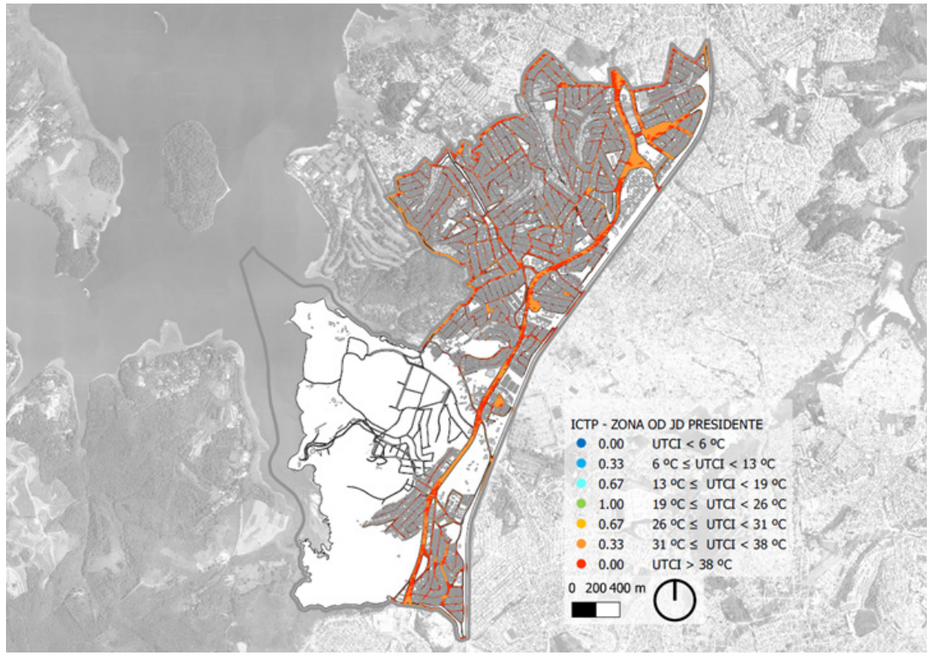


Figura 4.24. ICTP – Zona OD Jardim Presidente, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.

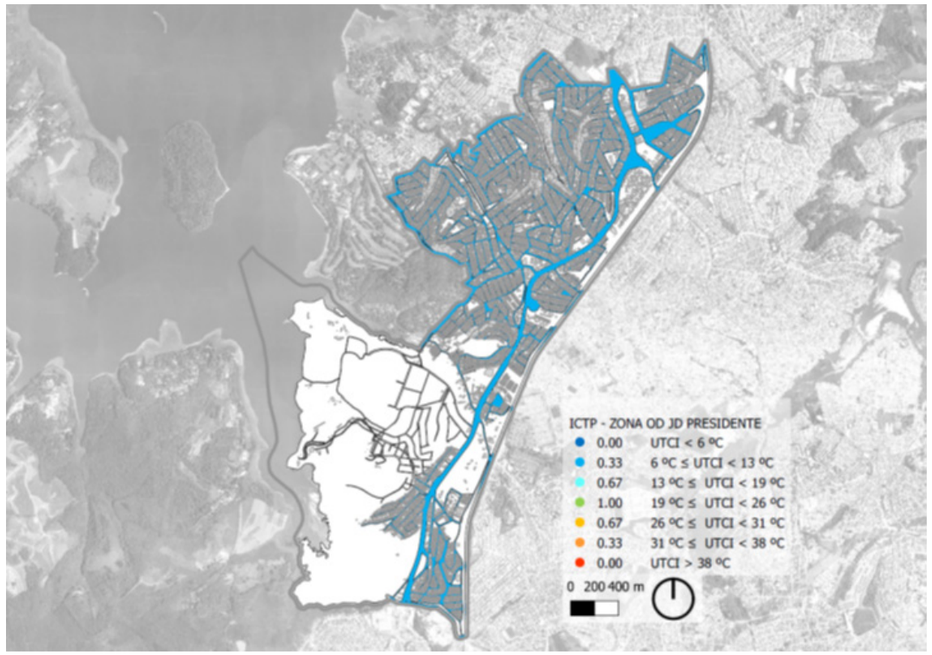
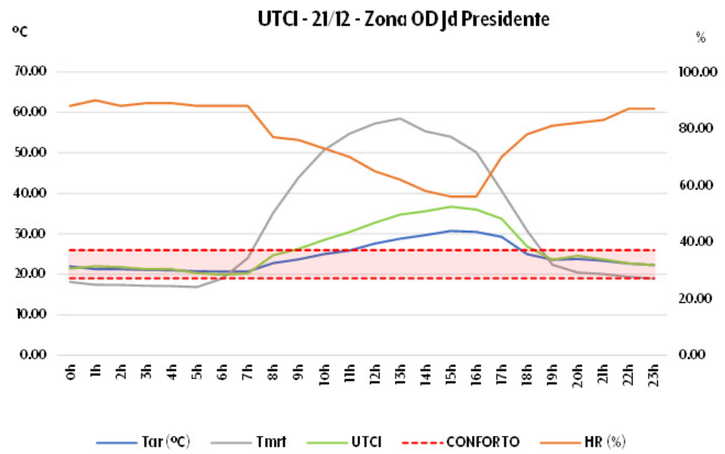


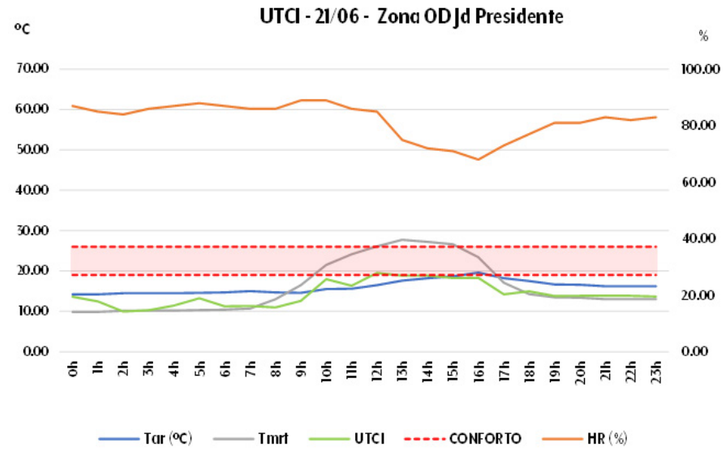
Figura 4.25. ICTP – Zona OD Jardim Presidente, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 4.8. UTCI diário, Zona OD Jardim Presidente, solstício de verão.

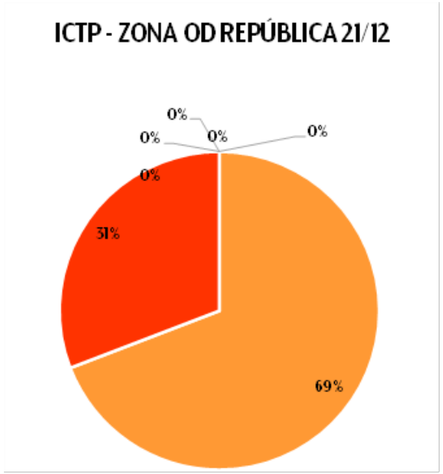


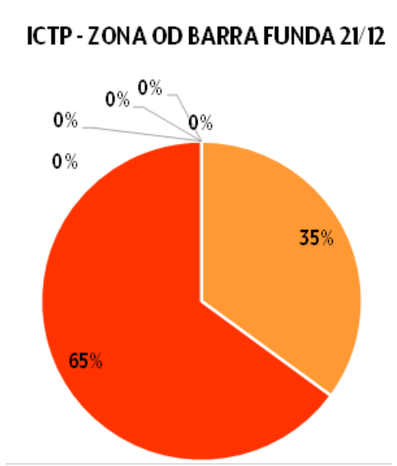
Fonte: Elaboração Própria.

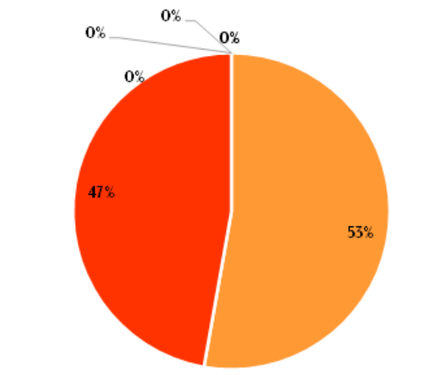
Gráfico 4.9. UTCI diário, Zona OD Jardim Presidente, solstício de inverno.



Fonte: Elaboração Própria.







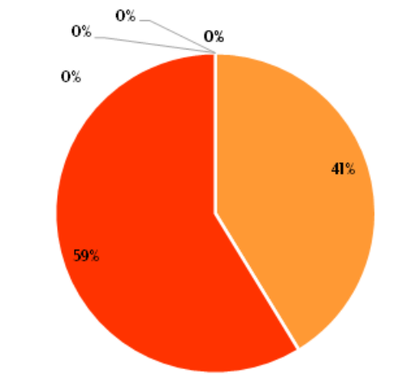
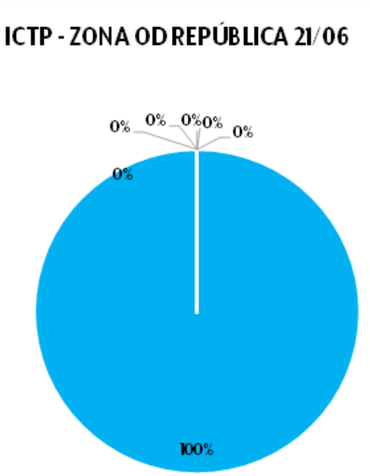
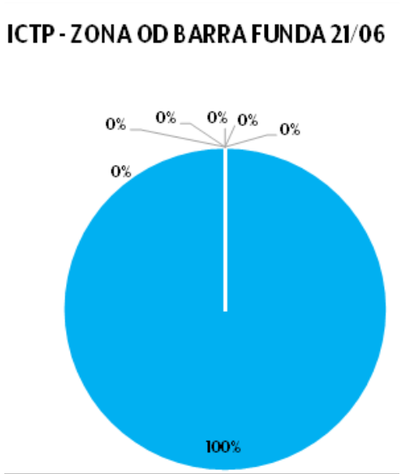
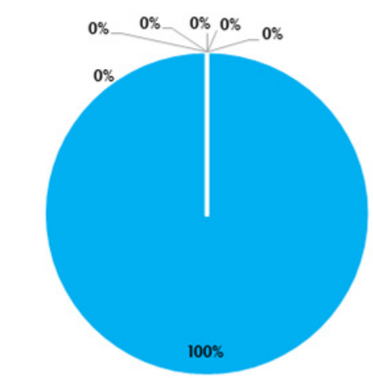
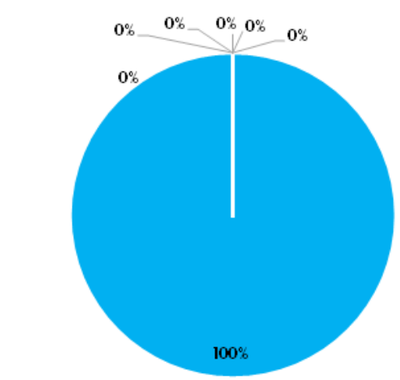


Figura 4.26. Desempenho do índice ICTP para as quatro tipologias, solstício de verão.
Fonte: Elaboração Própria.









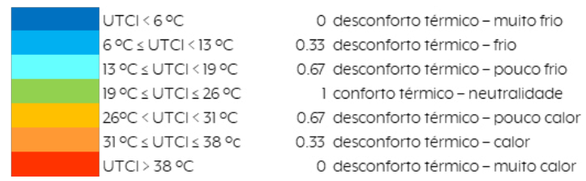


Figura 4.27. Desempenho do índice ICTP para as quatro tipologias, solstício de inverno.
Fonte: Elaboração Própria.

4.3. CONFORTO ACÚSTICO DO PEDESTRE – ICAP

Neste item, apresentam-se, comparativamente, os resultados obtidos com as simulações acústicas no CadnaA. Conforme visto no capítulo 3, o conforto acústico do pedestre foi avaliado nas zonas OD por meio do índice ICAP. O índice é baseado no L_{Aeq}, e possui sete escalas de avaliação, reapresentadas na imagem a seguir:

Índice de Conforto Acústico do Pedestre – ICAP

0 dB ≤ L_{aeq} < 55 dB	1.00	(conforto acústico do pedestre)
55dB ≤ L_{aeq} < 60 dB	0.83	(desconforto acústico do pedestre – muito leve)
60 dB ≤ L_{aeq} < 65 dB	0.67	(desconforto acústico do pedestre - leve)
65 dB ≤ L_{aeq} <70 dB	0.50	(desconforto acústico do pedestre - moderado)
70 dB ≤ L_{aeq} <75 dB	0.33	(desconforto acústico do pedestre - forte)
75 dB ≤ L_{aeq} < 80 dB	0.17	(desconforto acústico do pedestre - muito forte)
80 dB ≤ L_{aeq}	0.00	(desconforto acústico do pedestre - extremo)

Figura 4.28. Escalas de avaliação do índice ICAP. Fonte: Elaboração Própria.

Conforme se observa nas figuras seguintes (Figura 4.29 a Figura 4.34), todas as zonas analisadas apresentam áreas com ruído abaixo de 55 dB. No entanto, no caso da zona OD Barra Funda, esses valores não se situam em zonas destinadas a percursos de pedestres (Figuras 4.30 e 4.31). A zona OD Vila Anglo Brasileira e República são as zonas que apresentam os melhores resultados. Possuem, respectivamente, 22,45% e 11,21% da área dos percursos de pedestres dentro da faixa de conforto acústico.

No caso da Vila Anglo Brasileira, sua configuração viária, composta basicamente por ruas locais, somado ao baixo fluxo de veículos, contribui a esse resultado. Já no caso da República, é notável o impacto da pedestrianização de ruas no conforto acústico do pedestre. O perímetro da zona de conforto, visível na figura 4.29, sobrepõe-se à malha de ruas de pedestres existentes na região (vide ficha de caracterização da zona). O fato de ser uma zona inscrita no perímetro de área 40 também contribui a esses resultados.

Por outro lado, é notável também o impacto dos grandes eixos de circulação de veículos no conforto acústico do pedestre. Esse fato se observa de forma mais evidente na zona OD Barra

Funda, em que há extensas áreas com níveis que excedem 80 dB, principalmente junto à VTR (marginal Tietê) e à linha férrea. Ainda sobre esta região, verifica-se que quase 70% da área tem ruído acima de 70dB, indicando que o pedestre, nesta região, sente intenso desconforto acústico. São locais, ainda, em que devem ser realizadas intervenções para que se possibilite a permanência do pedestre. Caso contrário, a exposição prolongada do pedestre a esta situação urbana pode trazer consequências à sua saúde, como visto na etapa teórica da pesquisa.

Em Jardim Presidente, 7,6% da área encontra-se na zona de conforto. Verifica-se que a Avenida Senador Teotonio Vilela é a maior fonte de ruído da região, cujo nível mínimo encontra-se na faixa de 70 dB. Já no interior da zona, nas áreas mais residenciais e com ruas menores, o desconforto é menor.

Se somarmos as porcentagens referentes às escalas de conforto a desconforto leve, tem-se que a Vila Anglo Brasileira é a melhor região, com 75,9% da região nessa situação. Jardim Presidente, República, e Barra Funda, possuem, respectivamente, 62,3%, 35,1% e 16,1% da área dentro desta faixa.

Na sequência, apresentam-se os mapas produzidos para cada uma das tipologias analisadas. A Figura 4.34. compara o desempenho do índice ICAP dentro das quatro zonas.

Figura 4.29. ICAP – Zona OD República. Fonte: Elaboração Própria.

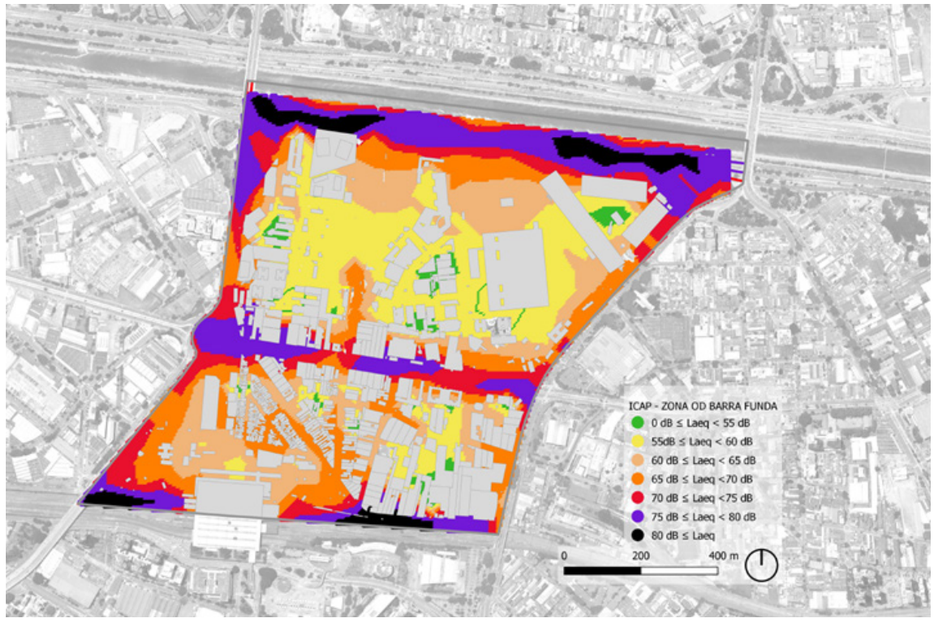


Figura 4.30. ICAP – Zona OD Barra Funda (área completa). Fonte: Elaboração Própria.

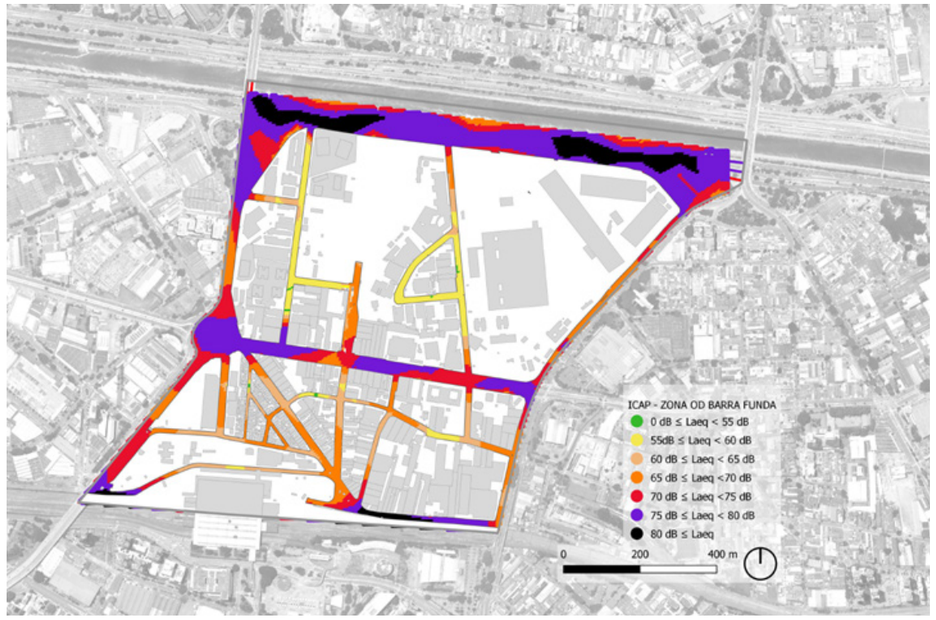


Figura 4.31. ICAP – Zona OD Barra Funda (percursos de pedestres). Fonte: Elaboração Própria.

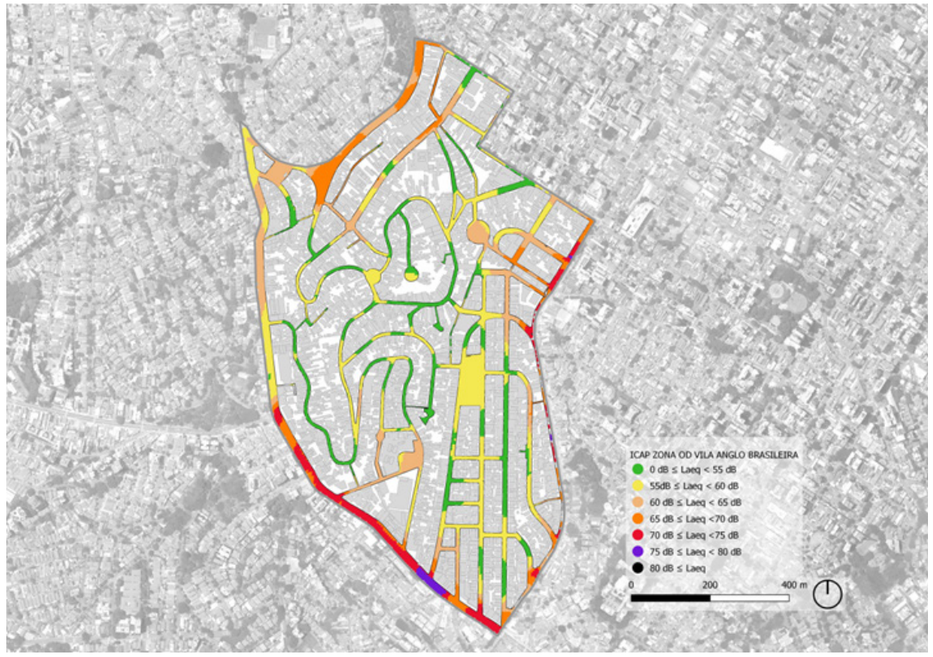


Figura 4.32. ICAP – Zona OD Vila Anglo Brasileira. Fonte: Elaboração Própria.

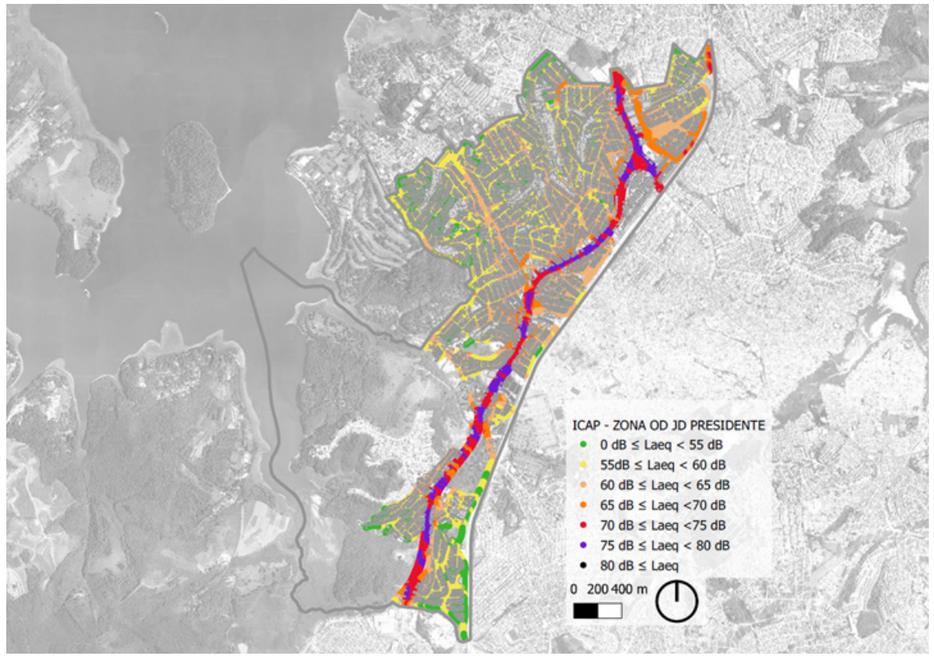


Figura 4.33. ICAP – Zona OD Jardim Presidente. Fonte: Elaboração Própria.

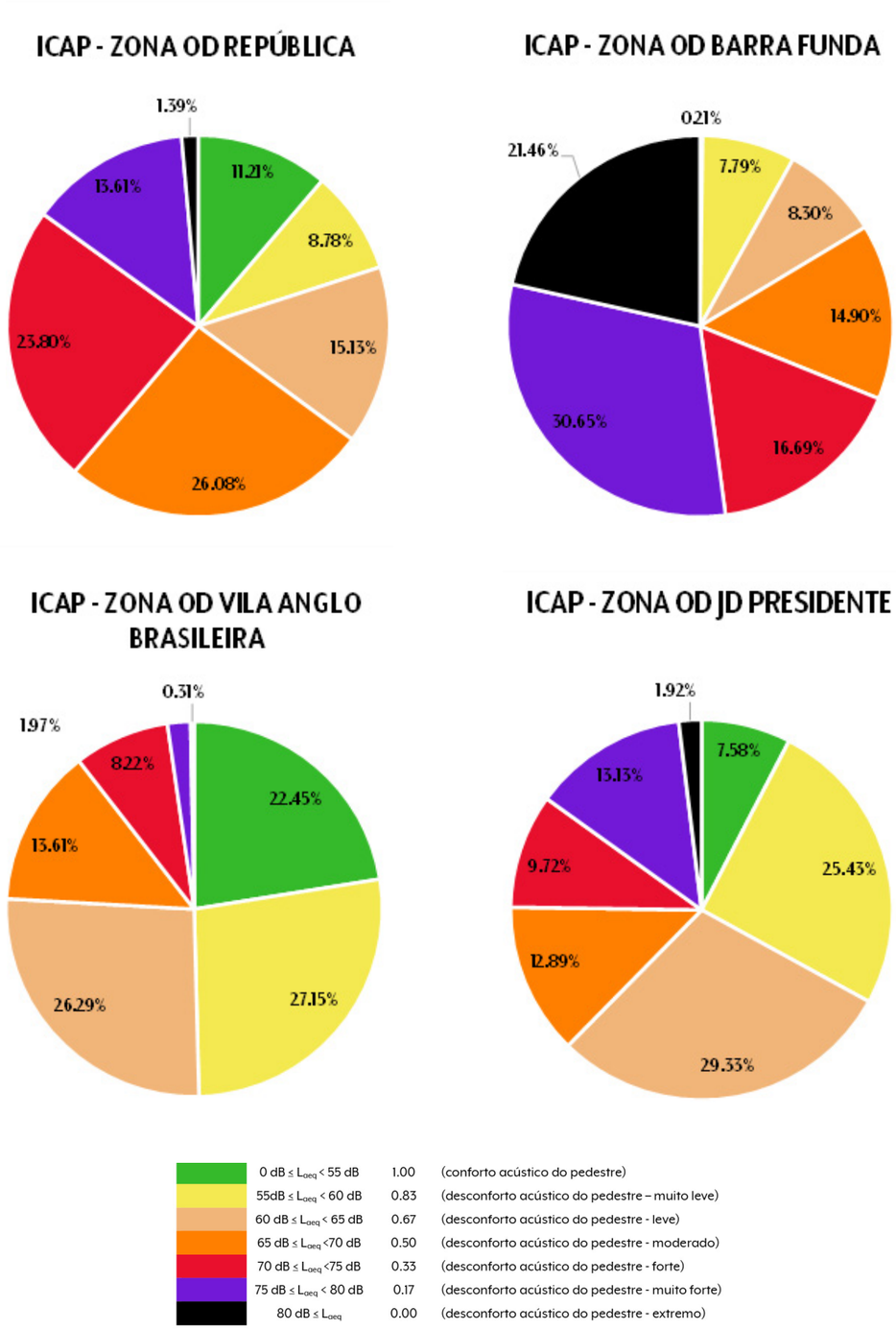


Figura 4.34. Desempenho do índice ICAP para as quatro tipologias. Fonte: Elaboração Própria.

4.4. CONFORTO ERGONÔMICO DO PEDESTRE – ICEP

Após o cálculo do ICTP e do ICAP, procedeu-se ao cálculo do ICEP, índice parcial de avaliação ergonômica, que agrega os indicadores de caminhabilidade "tradicionais" com aspectos "ergonômicos" (vide capítulo 2 e 3). Os resultados foram obtidos a partir de observações individuais dos segmentos de rua das zonas OD avaliadas, somadas às análises de dados previamente disponíveis na plataforma GEOSAMPA, conforme explanado detalhadamente na metodologia. Assim como os demais índices, o ICEP possui sete escalas de avaliação, reapresentadas na imagem a seguir:

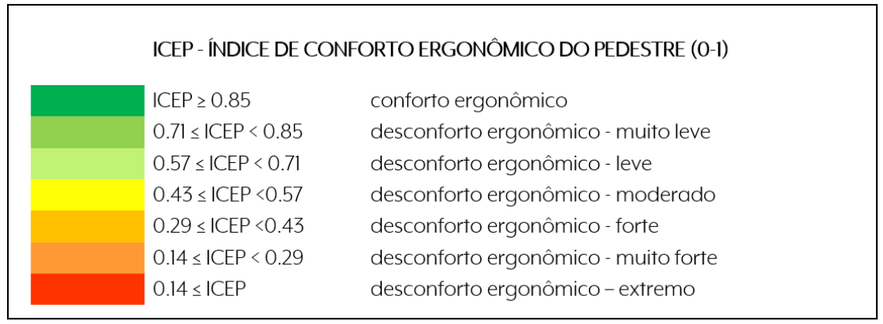


Figura 4.35. Escalas de avaliação do índice ICEP. Fonte: Elaboração Própria.

Dentre as tipologias analisadas, a zona OD República é a região que mais pontuou no ICEP, atingindo 0.68 pontos. Ao avaliar o quadro 4.2, verifica-se que a região possui avaliação positiva em relação à qualidade do percurso e à mobilidade e acessibilidade. A partir da análise do ICEP da região no mapa (Figura 4.36), é possível notar, ainda, que as zonas de praças e vias de pedestres são locais que recebem alta pontuação em termos de conforto ergonômico. Portanto, são elementos urbanos que devem ser explorados nos percursos de pedestres.

A Zona OD Barra Funda, novamente, obteve a pior pontuação. O quadro 4.3. aponta as principais deficiências da região, e, consequentemente, as oportunidades para revitalização da área com foco no pedestre. Nota-se, por exemplo, que há poucas fachadas ativas na zona, bem como poucos pontos de interesse na região. Adicionalmente, não possui nenhuma via destinada ao trânsito exclusivo de pedestres, Verifica-se também que tanto a OD Barra Funda quanto a OD Jardim Presidente carecem de calçadas e percursos de pedestres dotados

de continuidade (a continuidade está presente, respectivamente, em 7% e 22% das zonas).

A Zona Anglo Brasileira, por sua vez, teve nota semelhante à Barra Funda, ainda que ligeiramente melhor. É importante lembrar aqui, que, diferentemente da Barra Funda, a zona Vila Anglo Brasileiro é uma região de baixa caminhabilidade na macro escala também. Na mesoecala, revela ser uma região de pouca atratividade.

Por último, são abarcados aqui alguns aspectos relativos à avaliação ergonômica da zona OD Jardim Presidente. A categoria pior avaliada é a de atratividade e diversidade: apenas 16% dos locais avaliados possuem fachada ativa e pontos de interesse. A categoria melhor avaliada é, por sua vez, mobilidade e acessibilidade. Ainda, assim, verifica-se que a infraestrutura cicloviária na região é ainda escassa (16%), tendo potencial para ser expandida. Na figura 4.36 abaixo, é possível contrastar o desempenho do índice ICEP para as quatro tipologias. Nas imagens e quadros seguintes, apresentam-se os resultados detalhados por tipologia.

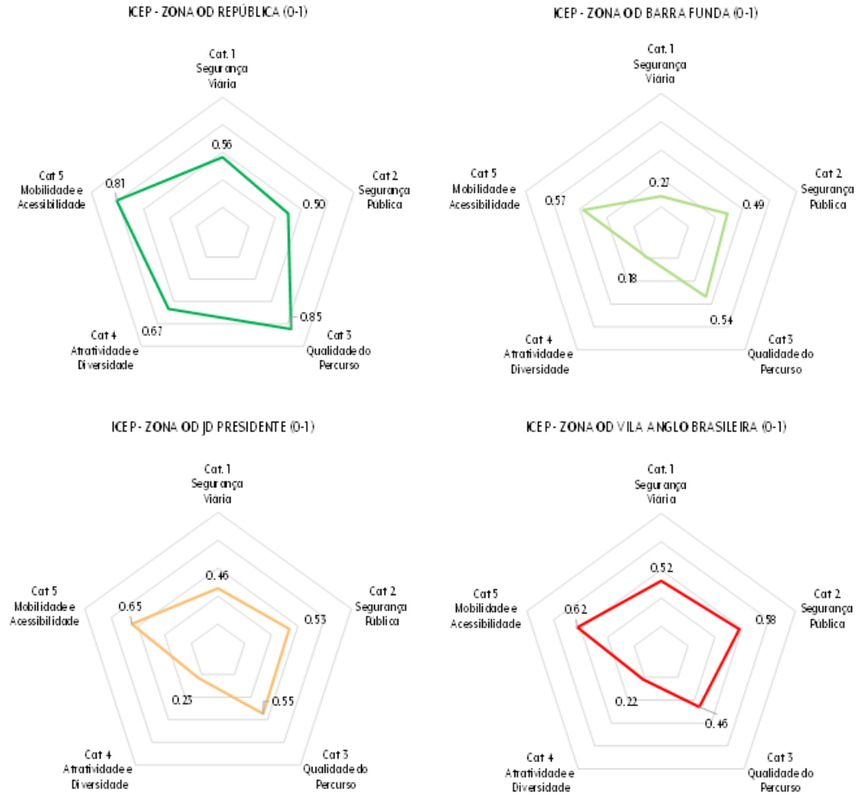


Figura 4.36. Desempenho do índice ICEP para as quatro tipologias. Fonte: Elaboração Própria.

Por último, é interessante notar, também, que a análise espacial do índice de forma desagregada, isto é, por categoria, também elucida diversas características presentes nos percursos de pedestres. No anexo 6, é possível consultar os mapas para cada uma das cinco categorias, para as quatro regiões analisadas.

Quadro 4.2. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD República. Fonte: Elaboração Própria.

CATEGORIA	INDICADOR	PONTUAÇÃO INDICADOR	PONTUAÇÃO CATEGORIA	ICEP
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da via	0.339	0.564	0.68
	1.2. Velocidade da via	1.000		
	1.3. Presença de faixa de pedestre	0.915		
	1.4. Índice de acidentes	0.000		
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	1.000	0.500	
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0.000		
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	0.944	0.846	
	3.2. Continuidade da calçada	0.890		
	3.3. Largura da calçada	0.891		
	3.4. Declividade da calçada	0.924		
	3.5. Presença de arborização	0.581		
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	0.626	0.667	
	4.2. Presença de Pontos de interesse	0.605		
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	0.770		
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	0.498	0.806	
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	1.000		
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	0.920		

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.37. ICEP – Zona OD República. Fonte: Elaboração Própria.

Quadro 4.3. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD Barra Funda.

CATEGORIA	INDICADOR	PONTUAÇÃO INDICADOR	PONTUAÇÃO CATEGORIA	ICEP
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da via	0.000	0.276	0.41
	1.2. Velocidade da via	0.380		
	1.3. Presença de faixa de pedestre	0.546		
	1.4. Índice de acidentes	0.179		
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	0.987	0.493	
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0.000		
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	0.791	0.540	
	3.2. Continuidade da calçada	0.332		
	3.3. Largura da calçada	0.450		
	3.4. Declividade da calçada	0.786		
	3.5. Presença de arborização	0.339		
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	0.046	0.186	
	4.2. Presença de Pontos de interesse	0.041		
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	0.470		
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	0.228	0.579	
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	1.000		
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	0.508		

Fonte: Elaboração Própria.

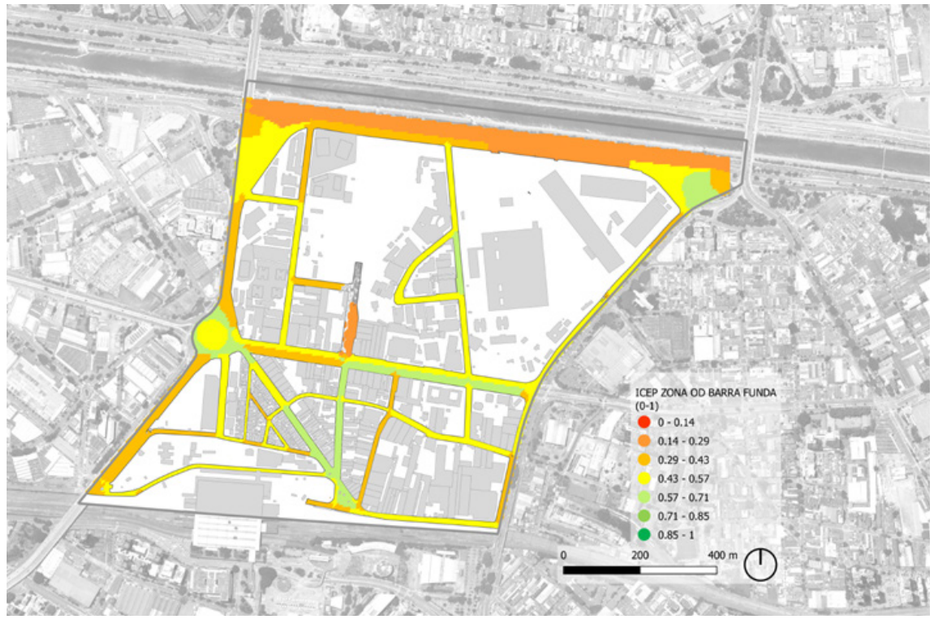


Figura 4.38. ICEP – Zona OD Barra Funda. Fonte: Elaboração Própria.

Quadro 4.4. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD Vila Anglo Brasileira.

CATEGORIA	INDICADOR	PONTUAÇÃO INDICADOR	PONTUAÇÃO CATEGORIA	ICEP
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da via	0.107	0.522	0.48
	1.2. Velocidade da via	0.910		
	1.3. Presença de faixa de pedestre	0.326		
	1.4. Índice de acidentes	0.744		
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	0.964	0.582	
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0.200		
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	0.976	0.459	
	3.2. Continuidade da calçada	0.071		
	3.3. Largura da calçada	0.605		
	3.4. Declividade da calçada	0.300		
	3.5. Presença de arborização	0.342		
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	0.084	0.218	
	4.2. Presença de Pontos de interesse	0.065		
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	0.504		
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	0.075	0.624	
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	1.000		
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	0.797		

Fonte: Elaboração Própria.

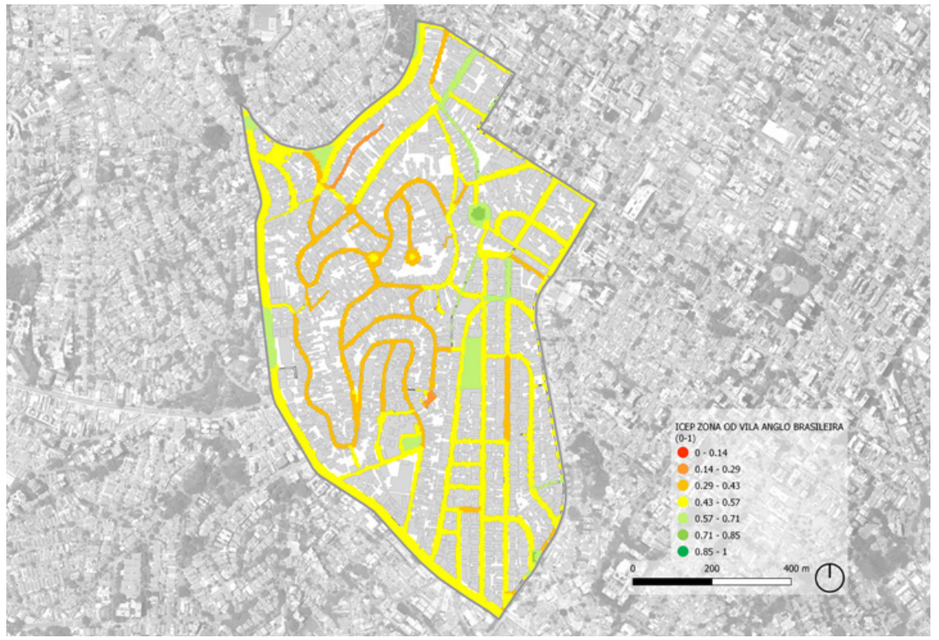


Figura 4.39. ICEP – Zona OD Vila Anglo Brasileira. Fonte: Elaboração Própria.

Quadro 4.5. Síntese da Avaliação do ICEP – Zona OD Jardim Presidente.

CATEGORIA	INDICADOR	PONTUAÇÃO INDICADOR	PONTUAÇÃO CATEGORIA	ICEP
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da via	0.045	0.456	0.48
	1.2. Velocidade da via	0.815		
	1.3. Presença de faixa de pedestre	0.376		
	1.4. Índice de acidentes	0.589		
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	0.969	0.535	
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0.100		
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	0.976	0.547	
	3.2. Continuidade da calçada	0.225		
	3.3. Largura da calçada	0.507		
	3.4. Declividade da calçada	0.691		
	3.5. Presença de arborização	0.334		
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	0.163	0.233	
	4.2. Presença de Pontos de interesse	0.168		
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	0.368		
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	0.167	0.646	
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	1.000		
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	0.773		

Fonte: Elaboração Própria.

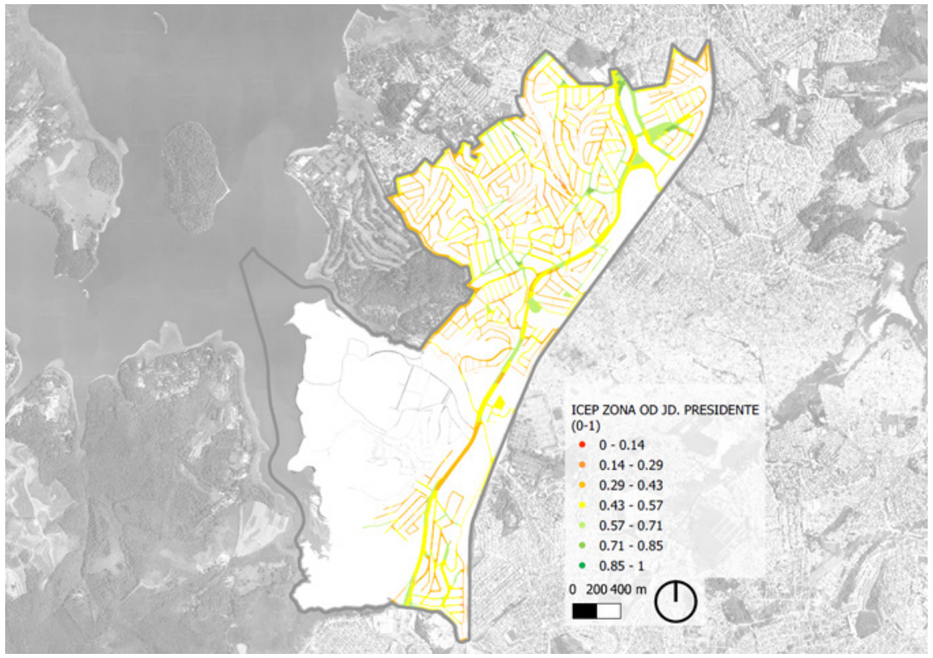


Figura 4.40. ICEP – Zona OD Jardim Presidente. Fonte: Elaboração Própria.

4.5. CAMINHABILIDADE E CONFORTO DO PEDESTRE – ICCP: UMA ANÁLISE COMPARADA

Após os cálculos dos índices parciais de conforto térmico, acústico e ergonômico, procedeu-se ao cálculo do ICCP – índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre, que tem por objetivo integrar de maneira sistematizada aspectos de conforto ambiental à caminhabilidade, como explanado no capítulo anterior. A escala do ICCP, dividida em sete níveis, é reapresentada na imagem a seguir (Figura 4.41):

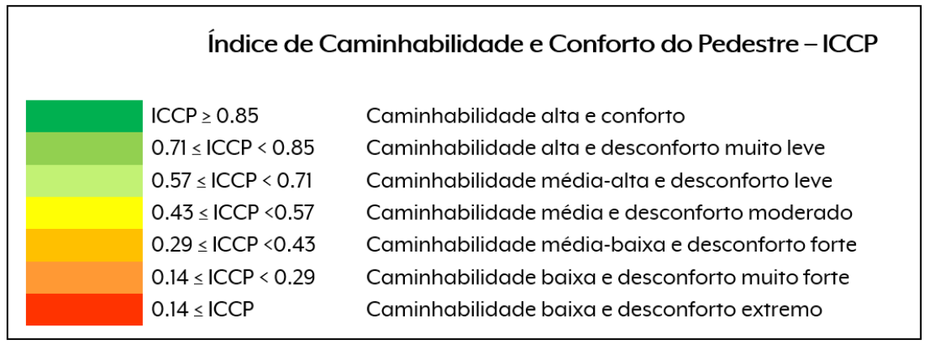


Figura 4.41. Escalas de avaliação do Índice ICCP. Fonte: Elaboração Própria.

Primeiramente, a fim de elucidar visualmente o que representa um local com alta e baixa pontuação no ICCP, apresentam-se aqui algumas imagens extraídas do *Google Street View*, referentes às ruas que obtiveram maior e menor avaliação no índice, dentro da amostra analisada (Figuras 4.42 e 4.43).

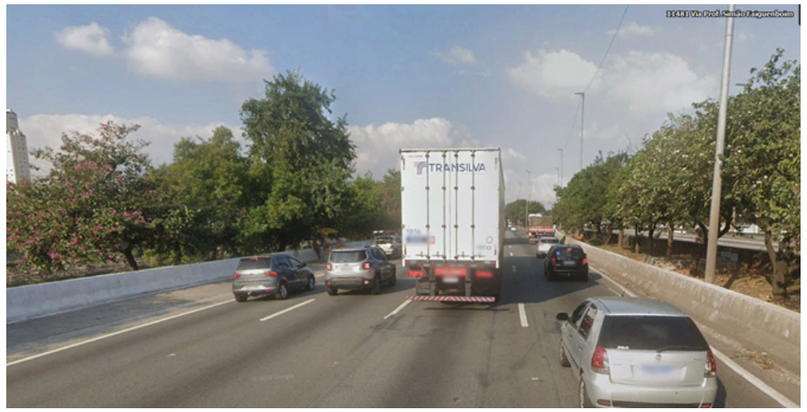


Figura 4.42. Pior nota no índice ICCP: marginal Tietê, pontuação 0.04: "zona de caminhabilidade baixa e desconforto extremo". Fonte: *Google Street View*.

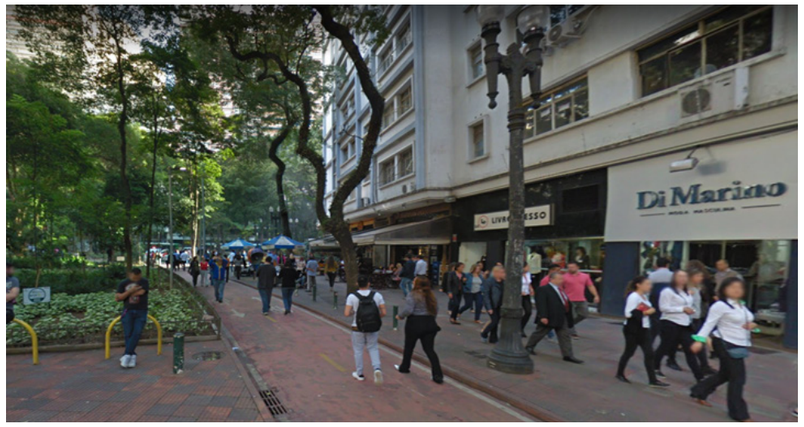
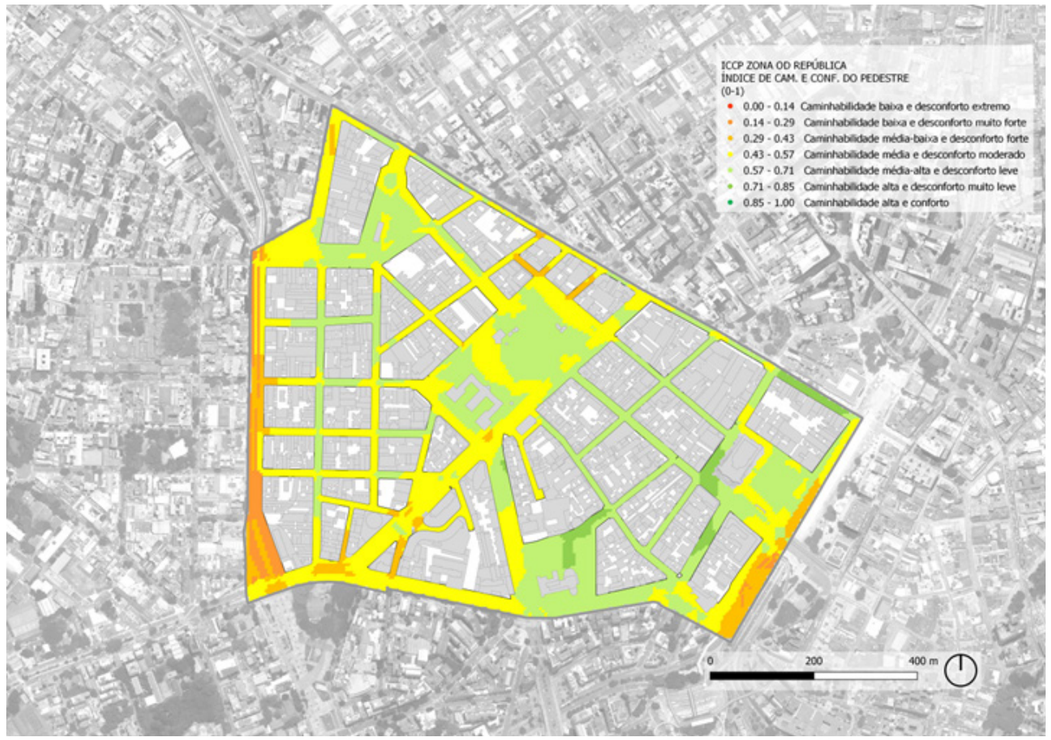


Figura 4.43. Melhor nota no índice ICCP: praça Dom José Gaspar, na República, pontuação 0.76: "zona de caminhabilidade alta e desconforto muito leve". Fonte: *Google Street View*.

Como mencionado no capítulo 1, a caminhabilidade dinâmica é um viés a ser explorado, dado que permite compreender as variações que ocorrem nos percursos de pedestres ao longo dia. O índice ICCP, ao considerar aspectos de conforto térmico de verão e inverno, possibilita essa análise dinâmica. Nas imagens a seguir (Figuras 4.44 a 4.51), é possível observar as variações do ICCP, em função do solstícios de inverno ou verão. Como visto na análise térmica, o desconforto mais significativo nas regiões analisadas é por calor. Desta forma, o ICCP de verão acaba tendo resultados um pouco inferiores ao ICCP de inverno, especialmente nas regiões com arborização ausente e altamente impermeabilizadas.

Em todos os mapas, sejam de inverno ou verão, e em todas as áreas, é possível verificar como as áreas de praças e vias de pedestres, em geral, demonstram melhores resultados. Por outro lado, é notável o impacto negativo que os grandes eixos de circulação de veículos têm no resultado do índice. De fato, as vias arteriais contemplam diversos requisitos hostis ao pedestre: são ruidosas, impermeabilizadas, menos seguras, e, muitas vezes, desprovidas de vegetação. Dito isso, fica evidenciado que repensar a caminhabilidade com conforto ambiental no meio urbano requer uma abordagem integrada de todo o sistema de mobilidade e de infraestrutura urbana do município.

Figura 4.44. ICCP – Zona OD República, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.



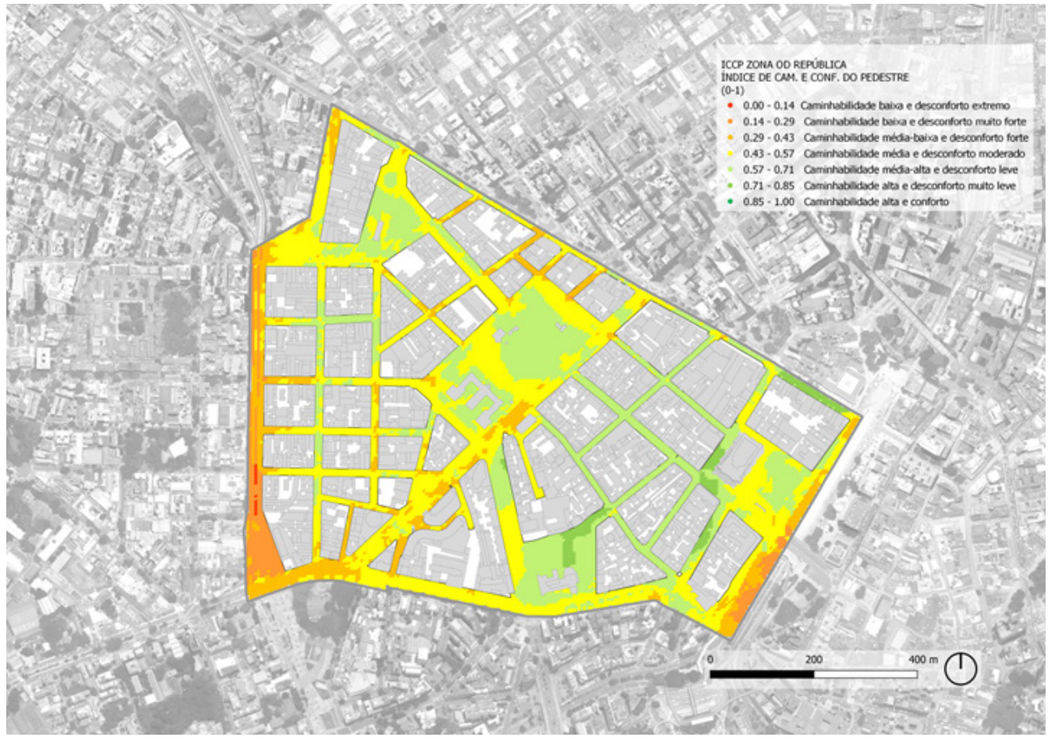
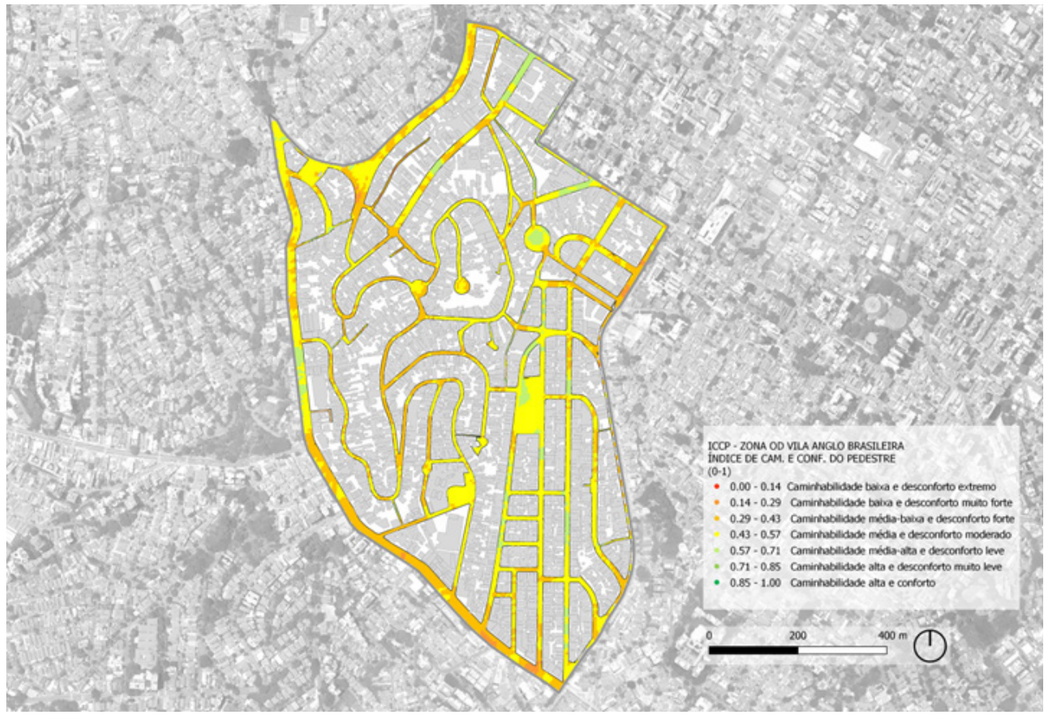


Figura 4.45. ICCP – Zona OD República, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.46. ICCP – Zona OD Barra Funda, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.47. ICCP – Zona OD Barra Funda, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.48. ICCP – Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.



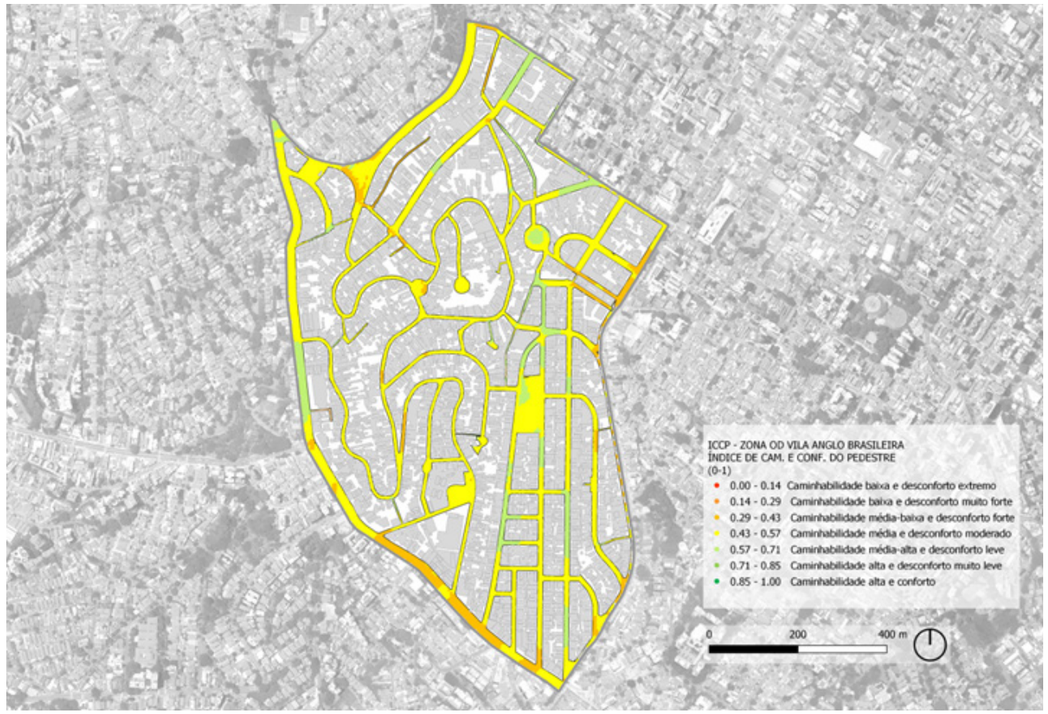
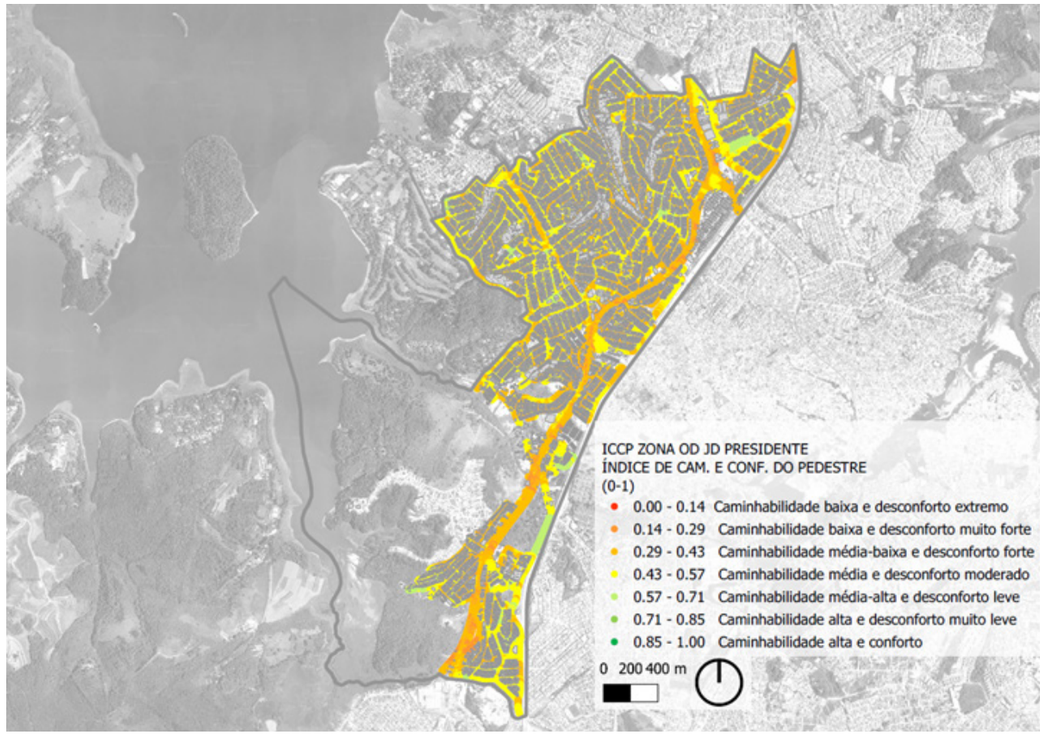


Figura 4.49. ICCP – Zona OD Vila Anglo Brasileira, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.50. ICCP – Zona OD Jardim Presidente, solstício de verão, 15h. Fonte: Elaboração Própria.



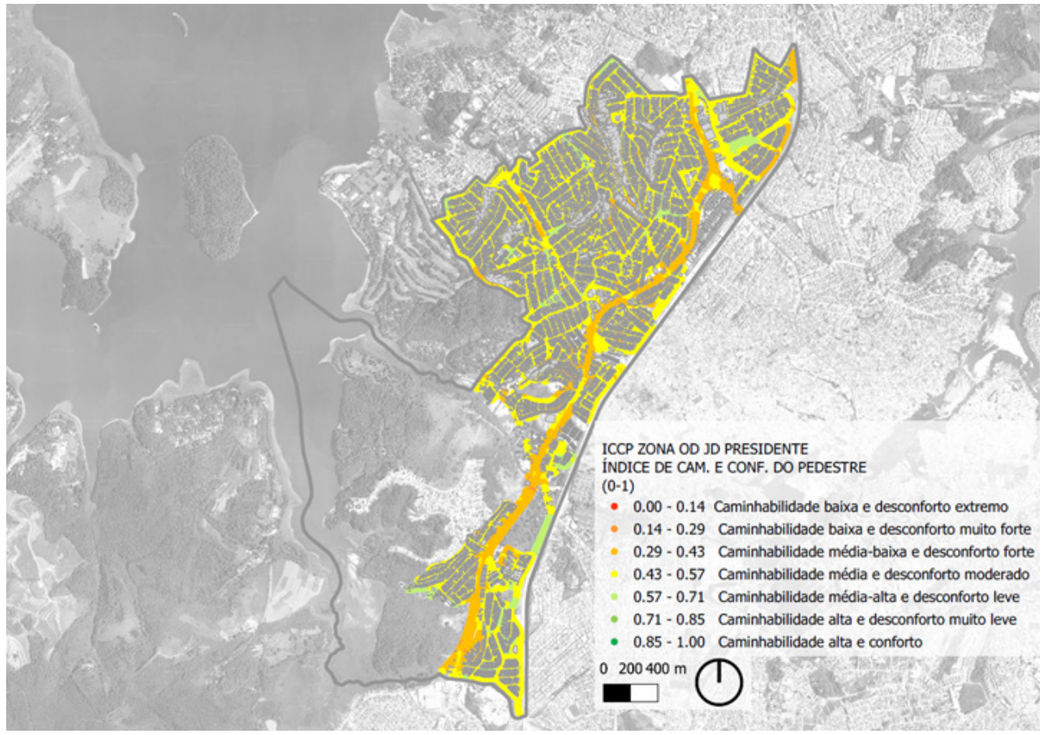


Figura 4.51. ICCP – Zona OD Jardim Presidente, solstício de inverno, 8h. Fonte: Elaboração Própria.

Por último, apresenta-se a seguir um comparativo do índice ICCP desagregado para as quatro regiões analisadas (Figura 4.52). Nesta comparação, fica evidente o desempenho da zona OD Barra Funda aquém das demais regiões analisadas. Fica evidente, também, como a questão térmica é um ponto chave a ser trabalhado em todas as regiões. Por último, é notável observar como a região da República, mais central, mais arborizada e mais atrativa, obtém um índice ergonômico muito superior às demais zonas analisadas.

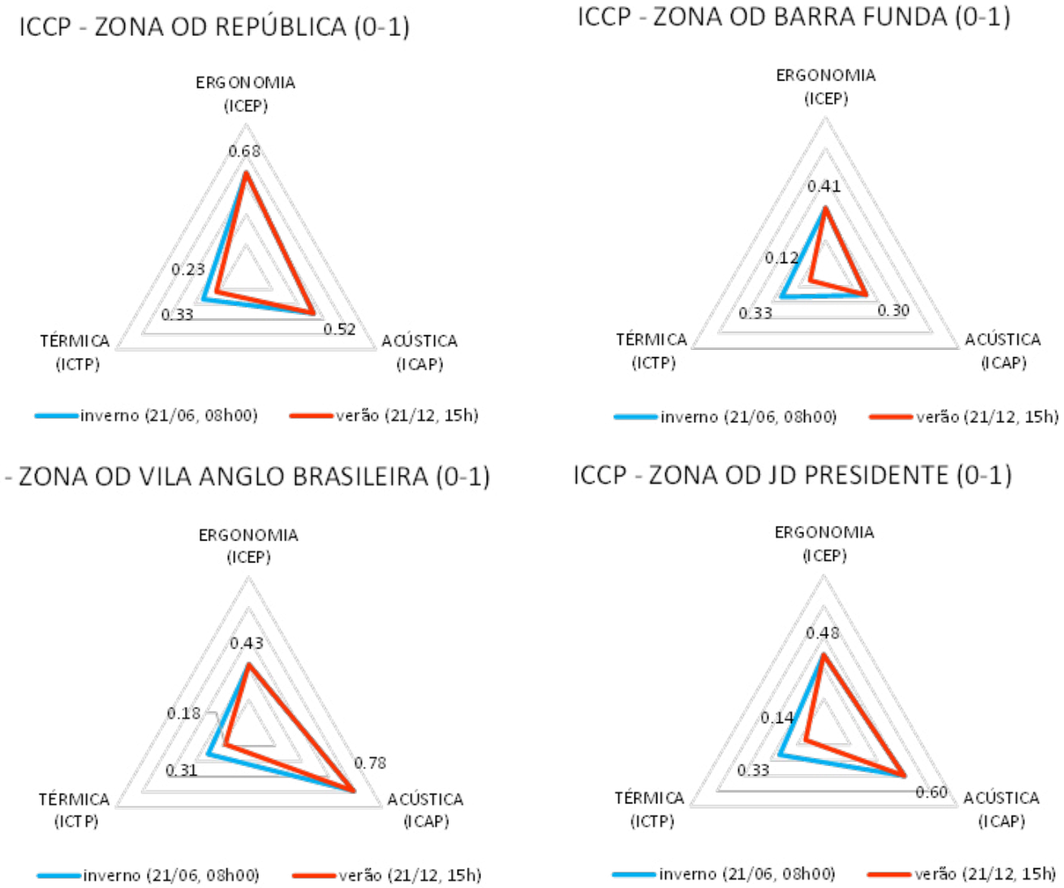


Figura 4.52. Desempenho do índice ICCP para as quatro tipologias. Fonte: Elaboração Própria.

4.6. CENÁRIOS POSSÍVEIS: PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E A CIDADE QUE QUEREMOS

Neste item, faz-se um ensaio propositivo, a fim de aprofundar as possibilidades de fornecer mais subsídios ao planejamento estratégico a partir das análises de caminhabilidade e conforto ambiental. Para a realização desta etapa, foi selecionada uma única zona OD, para a qual foram ensaiados dois cenários.

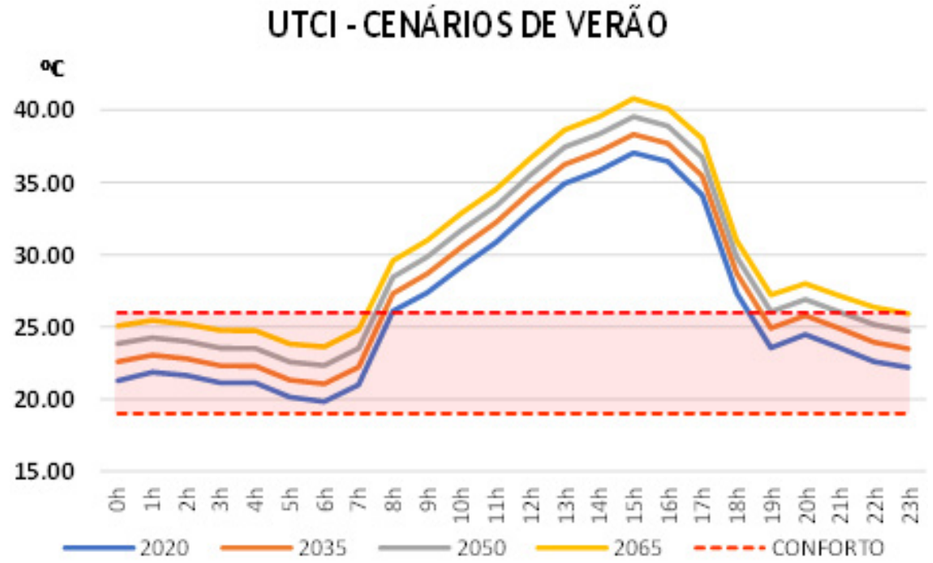
O primeiro cenário, chamado aqui de "cenário de tendência", tem por objetivo demonstrar um dos possíveis impactos negativos na caminhabilidade e conforto ambiental do pedestre, caso a cidade se mantenha com sua atual configuração a longo prazo. Já o segundo, chamado de "cenário desejável", tem por objetivo demostrar um dos possíveis impactos positivos na caminhabilidade e conforto ambiental do pedestre, caso a cidade adote algumas estratégias mitigadoras no decorrer dos anos.

Em função dos resultados analisados nos itens anteriores, elegeu-se a zona OD Barra Funda para esta avaliação. A zona OD Barra Funda, além de concentrar as avaliações mais baixas - tanto com relação aos índices parciais de conforto, como em relação ao ICCP, é a zona, dentre as quatro analisadas, com maior potencial de transformação. Isso se dá pelo fato de estar inserida no perímetro da Operação Urbana Consorciada Água Branca e do PIU Arco Tietê, como visto anteriormente. Assim, caracteriza-se como um polo catalizador de intervenções urbanísticas e desenvolvimento habitacional no município ao longo das próximas décadas.

4.6.1. Um cenário de tendência: conforto do pedestre no aquecimento global

Este cenário faz o exercício de avaliar como a caminhabilidade e o conforto térmico do pedestre poderiam ser afetados a longo prazo, na zona OD Barra Funda. Para isso, foram realizadas simulações com arquivos climáticos futuros, desenvolvidos com base nas projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas das Nações Unidas – IPCC, na plataforma *on line Weathershift*. Os arquivos climáticos futuros, gerados em formato epw, a partir do arquivo climático de São Paulo, foram calculados com base nas projeções do cenário RCP 8.5[5] – percentil 50%. As simulações foram realizadas considerando o arquivo climático de 2035 e 2065 fornecidos pela plataforma. A partir dos resultados obtidos para esses períodos, obteve-se a projeção para 2050, por meio de da interpolação dos resultados. A simulação dos cenários avaliou o solstício de verão, dado que se verificou, nas etapas anteriores do trabalho, que o desconforto por calor é o mais significativo. O gráfico a seguir (Gráfico 4.10) demonstra a variação do UTCI diário ao longo dos anos, que pode chegar a ter uma diferença de 2,5ºC com relação aos resultados atuais. A figura seguinte (Figura 4.53), compara o desempenho do índice ITCP ao longo dos anos. Se atualmente, a zona OD Barra Funda já tem 35% de sua área em desconforto por calor e 65% por muito calor, esse cenário pode ir a 71% e 29%, respectivamente, em 2050, se nenhuma intervenção urbanística for realizada na região.

Gráfico 4.10. UTCI diário para 4 situações: 2020 (atual), 2035, 2050 e 2065 (projetadas), horário de 15h.



Fonte: Elaboração Própria.

[5] Os RCPs (*Representative Concentration Pathways*, termo em inglês) são cenários de emissão de Gases de Efeito Estufa - GEE para o século 21 criados pelos IPCC. O cenário RCP 8.5 é o cenário de altas emissões, e, portanto, o mais pessimista. É considerado, por muitos pesquisadores, como o cenário "*business-as-usual*", ou seja, que indica a tendência climática se as emissões continuarem se produzindo da maneira atual, sem a realização de esforços para mitigá-las.

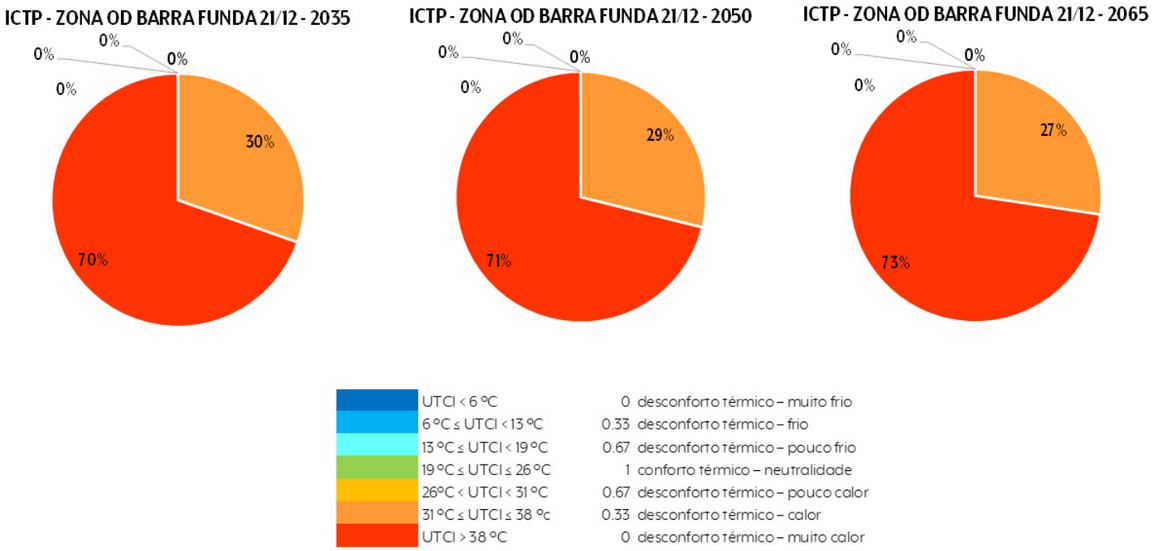


Figura 4.53. Desempenho do ICTP na zona OD Barra Funda: 2035, 2050 e 2065.
Fonte: Elaboração Própria.

Por fim, com o intuito de comparar o cenário atual com o cenário de 2050, identificando situações potencialmente extremas ao pedestre, apresentam-se aqui os mapas de ICTP para os dois períodos, classificados em três escalas:

i. Zona de conforto: o UTCI obtido encontra-se dentro da zona de conforto;

ii. Zona de desconforto: o UTCI obtido encontra-se fora da zona de conforto, mas abaixo de 38ºC;

iii. Zona de desconforto extremo: o UTCI obtido encontra-se fora da zona de conforto, acima de 38ºC.

A seguir, é mostrado o mapa da situação atual (Figura 4.54), comparado com o cenário de 2050 (Figura 4.55).

Figura 4.54.
ICTP – Zona OD Barra Funda (atual), identificando situações extremas.
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.55.
ICTP – Zona OD Barra Funda (2050), identificando situações extremas.
Fonte: Elaboração Própria.

Verifica-se que o cenário atual, que já é desfavorável ao conforto térmico do pedestre, piora significativamente. É evidente o aumento de zonas com condições térmicas extremas, colocando em potencial risco, inclusive, a saúde dos pedestres.

4.6.2. Um cenário desejável: conforto do pedestre na mobilidade de baixo carbono

O segundo cenário analisado na zona OD Barra Funda, por sua vez, avalia a adoção de estratégias de mitigação da poluição sonora, a fim de verificar o seu impacto no conforto acústico do pedestre.

A simulação proposta buscou alinhar-se às premissas de uma cidade de baixo carbono, como por exemplo, a iniciativa L$^{c}O_2$TUS - *Low Carbon Transport for Urban Sustainability* (transporte de baixo carbono para a sustentabilidade urbana), apresentada na COP27 (vide capítulo 2), e o PlanClima do Município de São Paulo[6]. Ambas as iniciativas, totalmente alinhadas aos princípios do DOTS, prezam pela urgente e necessária redução das emissões de gases do efeito estufa, por meio de estratégias de descarbonização dos meios de transporte, que, por sua vez, impactam diretamente na caminhabilidade e conforto do pedestre.

A partir das observações realizadas nas simulações anteriores, esse cenário proposto considerou a redução de velocidade de veículos e a pedestrianização de espaços como eixos norteadores da intervenção. Adicionalmente, considerou-se, na análise, os benefícios advindos da eletrificação das frotas circulantes. De fato, um estudo do ITDP aponta que a limitação do aquecimento global a menos de 1,5ºC só será possível se forem alinhados os princípios de cidade compacta com uma extensa eletrificação de veículos (ITDP, 2021). Essa premissa se faz ainda mais relevantes na fase pós-covid-19, em que é necessário definir modelos para retomar o crescimento das cidades (Figura 4.56).

[6] O Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima SP) tem por objetivo orientar a ação do governo municipal para incluir a variável climática em seu processo decisório. Duas iniciativas anteriores forneceram subsídios à formulação do plano: as Diretrizes para Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (SÃO PAULO, 2011) e o Plano SP 2040 – A Cidade que Queremos (SÃO PAULO, 2012), bem como a Agenda 2030. Assim, o plano indica ações tanto para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), quanto para a adaptação aos impactos da mudança do clima. Assim, o município tem por meta atingir a neutralidade de emissões de gases de efeito estufa em 2050 e aumentar a resiliência urbana frente às mudanças climáticas. Dentre suas metas, prevê que 100% da frota de ônibus do município será elétrica em 2050.É pautada em cinco estratégias principais: i. "rumo ao carbono zero em 2050"; ii. "adaptar a cidade de hoje para o amanhã"; iii. "proteger pessoas e bens"; iv. "Mata Atlântica, precisamos de você!", e v. "gerar trabalhos e riquezas sustentáveis" (SÃO PAULO, 2021).

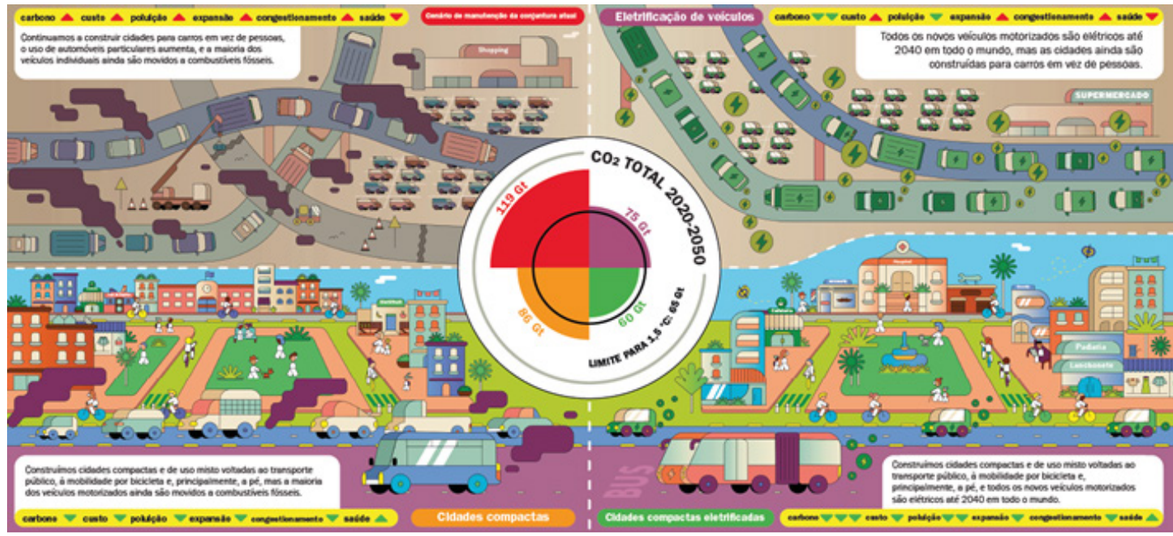


Figura 4.56. O cenário de cidades compactas eletrificadas. Fonte: ITDP, 2021.

Considerando o exposto, o cenário avaliado adotou as seguintes premissas[7] (Figura 4.57):

i. Redução da velocidade nas marginais: 70km/h na via expressa, 60 km/h na pista central e 50 km/h na local;

ii. Redução da velocidade nas vias arteriais do perímetro da zona OD: 50 km/h;

iii. Transformação da zona OD Barra Funda em Área 40[8];

iv. Adoção de matriz elétrica para 30% da frota de veículos[9];

v. Perímetro sem trânsito de veículos no entorno da estação Barra Funda, destinado apenas a pedestres e ciclistas;

[7] Não se consideraram aqui o aumento da frota nem a substituição modal de veículos individuais para modos coletivos e não motorizados. Foram consideradas também as atuais condições tecnológicas e políticas, não levando em conta eventuais incentivos tecnológicos ou governamentais. Outro ponto a ser destacado é que as propostas elencadas no cenário, se aplicadas na prática, certamente requereriam uma análise de impacto no tráfego da cidade como um todo, a fim de aferir sua viabilidade.

[8] Vide capítulo 3 para ver definição de Área 40.

[9] Estudo recente da agência de planejamento energético dos Estados Unidos, a *Energy Information Administration* - EIA, aponta que a frota de veículos leves elétricos vai saltar de 0,7% em 2020 para 30% em 2050 (EIA, 2021).

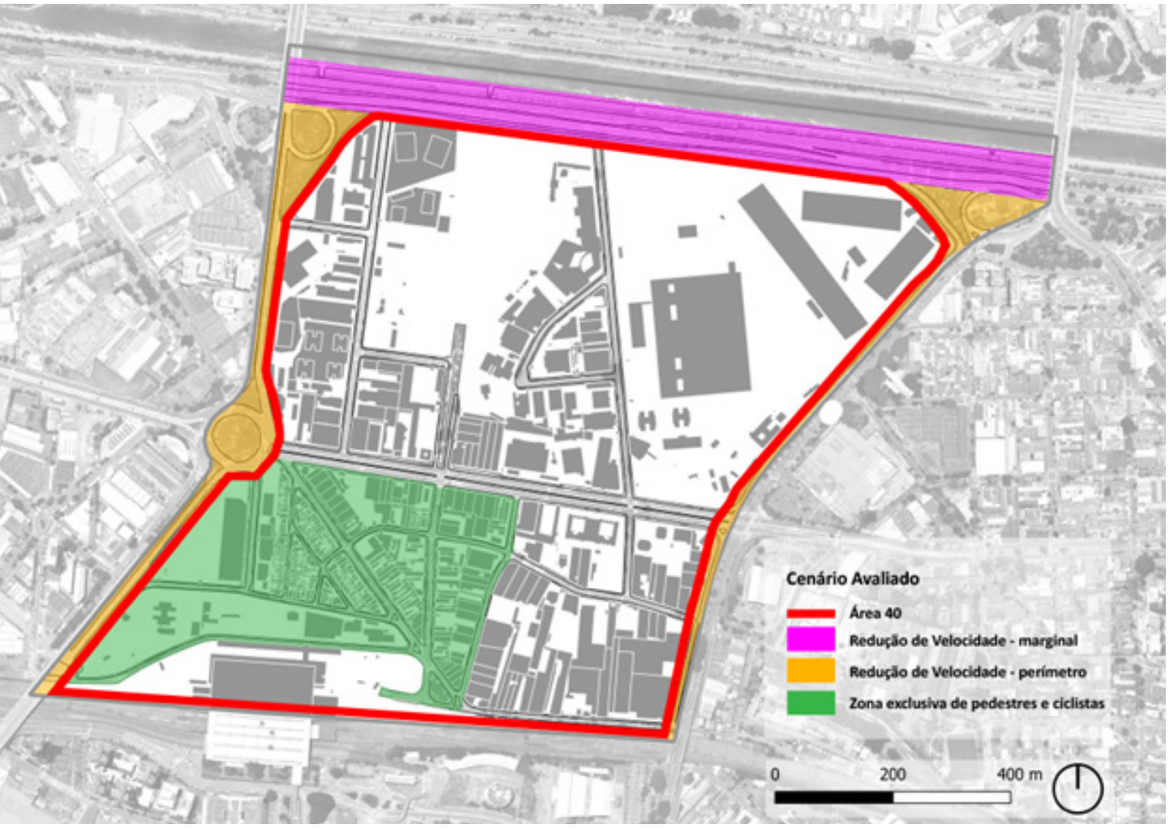


Figura 4.57. Síntese das intervenções propostas. Fonte: Elaboração própria.

Os resultados obtidos para o ICAP deste cenário (Figura 4.58) mostram melhoras no nível de ruído urbano da região, o que afeta, consequentemente o nível de conforto acústico do pedestre.

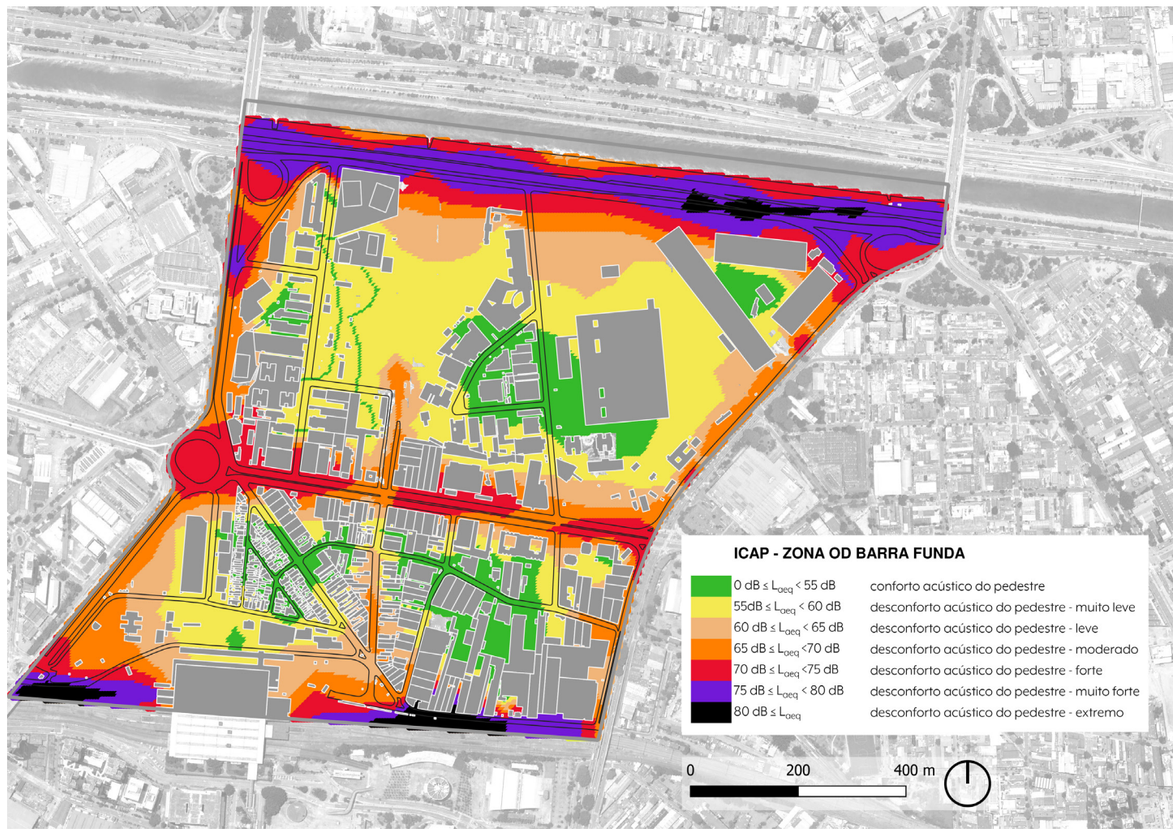


Figura 4.58. ICAP – Zona OD Barra Funda – cenário desejável. Fonte: Elaboração própria.

É notável como as medidas de intervenção propostas – simples, factíveis e eficientes – podem resultar em importantes transformações urbanas ao nível do pedestre. As zonas com menos de 55 dB, inexistentes no cenário atual, passariam a ser 8,33% da área. Estas regiões estariam mais presentes nos miolos de quadra, trazendo possibilidades de intervenção nessas regiões. O desconforto extremo, por outro lado, cairia pela metade: passaria de 21,55% no cenário atual, para menos de 10% no cenário simulado (Figura 4.59).

Com isso, verifica-se que a implantação de tais medidas podem ser atrativas, de baixo custo e de fácil implementação, sendo, portanto, alinhadas com as perspectivas de um planejamento estratégico de cidades.

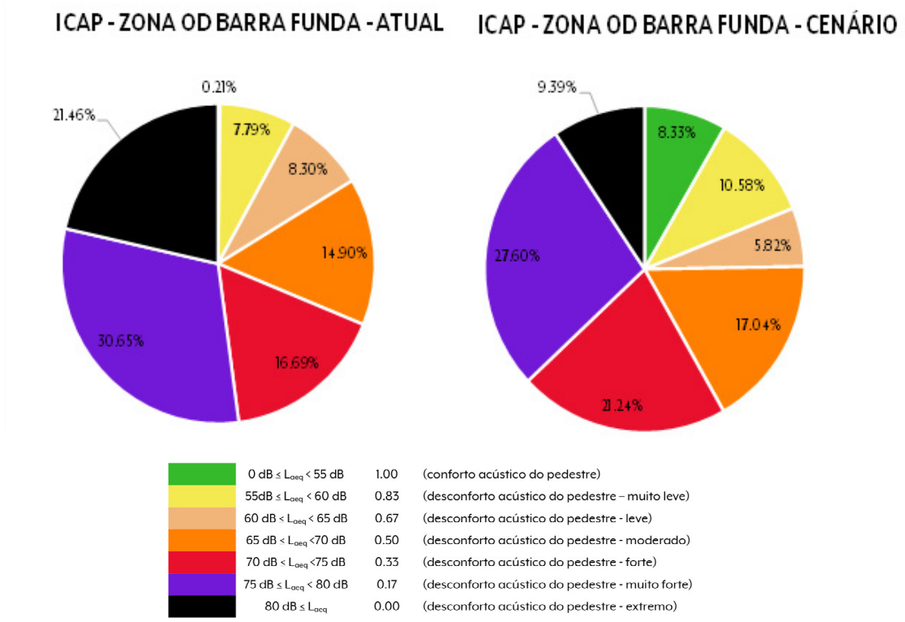


Figura 4.59. Desempenho do ICAP na Zona OD Barra Funda – situação atual e cenário proposto.
Fonte: Elaboração própria.

Por último, com o intuito de comparar o cenário atual com o cenário desejável, identificando situações potencialmente extremas ao pedestre, apresentam-se aqui os mapas de ICAP para os dois períodos, classificados em três escalas:

i. Zona de conforto: o L_{Aeq} obtido encontra-se dentro do limiar de conforto (55 dB);

ii. Zona de desconforto: o L_{Aeq} obtido encontra-se fora da zona de conforto, mas abaixo de 80 dB;

iii. Zona de desconforto extremo: o L_{Aeq} obtido encontra-se fora da zona de conforto, e supera 80 dB.

A seguir, é mostrado o mapa da situação atual (Figura 4.60), comparado com o cenário de 2050 (Figura 4.61). Verifica-se que o cenário atual, desfavorável ao conforto acústico do pedestre, pode obter zonas com melhoras significativas. Nota-se, ainda, uma redução de condições acústicas extremas, diminuindo o potencial risco à saúde dos pedestres.

Figura 4.60. ICAP – Zona OD Barra Funda (atual), identificando situações extremas.
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.61. ICAP – Zona OD Barra Funda (cenário), identificando situações extremas.
Fonte: Elaboração própria.

4.7. SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO: POR CIDADES MAIS CAMINHÁVEIS

Conforme visto nas análises anteriores, aspectos de conforto ambiental se interrelacionam com a caminhabilidade dos pedestres no meio urbano. Ao realizar análises que fusionam estes dois aspectos, é possível extrair diversas conclusões a respeito das regiões analisadas. Se, por um lado, a avaliação na macroescala forneceu um diagnóstico rápido e global da caminhabilidade nas zonas OD do município de São Paulo, a avaliação em meso e microescalas permitiu avaliar em maior detalhe as configurações da caminhabilidade na paisagem da rua. Além de um diagnóstico local com relação aos aspectos avaliados, as análises apontaram deficiências e possibilidades de intervenções de curto e longo prazos.

Por exemplo, como visto na OD Vila Anglo Brasileira, há diversas áreas da zona que dispõem de conforto acústico nos percursos de pedestres. Este é um aspecto que poderia ser explorado para aumentar ou incentivar a caminhabilidade do local. Ainda que a região possua poucos deslocamentos a pé, possui praças agradáveis que poderiam ser conectadas às redes de pedestres da região, por exemplo. Além de soluções pontuais como esta, a pesquisa demonstra que é possível abarcar o tema a partir de uma perspectiva de longo prazo. Os dois cenários simulados – de tendência e desejável – apontam desfechos antagônicos entre si, com resultados a longo prazo distintos em termos de caminhabilidade. A partir de uma política de baixas emissões de carbono – que incluiu pedestrianizar espaços e diminuir as emissões de veículos, por exemplo – verificou-se que pode afetar diretamente o conforto acústico do pedestre. Essas ações podem, ainda, influenciar na caminhabilidade em outros aspectos, como, por exemplo, aumentar a segurança viária, melhorar a qualidade do ar, entre outros.

Em suma, essas simulações confirmam, portanto, que questões que afetam a caminhabilidade e conforto do pedestre no meio urbano podem ser avaliadas em cenários de longo prazo. Portanto, podem fornecer subsídios ao planejamento estratégico (PE).

A partir da análise das quatro tipologias, tecem-se algumas considerações. Primeiramente, verifica-se que cada tipologia da cidade demanda tipos de intervenções diferentes. Em segundo, observa-se que algumas deficiências e oportunidades de melhoria do conforto ambiental e caminhabilidade despontaram como necessárias em todas as áreas, independentemente da tipologia. A primeira delas é a necessidade de arborização dos percursos. A segunda, o impacto dos grandes eixos viários. A terceira, o papel das praças e das vias exclusivas de pedestres.

Considerando o exposto, e a fim de sintetizar os achados da pesquisa, apresenta-se um quadro síntese (Quadro 4.6), com alguns dos possíveis subsídios de caminhabilidade e conforto ambiental ao planejamento estratégico.

Quadro 4.6. Caminhabilidade e conforto ambiental – subsídios ao planejamento estratégico.

VISÃO - "A cidade do pedestre - por cidades mais caminháveis e confortáveis"			Dimensão de conforto ambiental priorizada		
eixo	objetivo	estratégias de implantação	térmico	acústico	ergonômico
1. Caminhabilidade e Conforto do pedestre	Promover a caminhabilidade e conforto do pedestre, com diversidade ambiental e oportunidades de adaptação	preservar e ampliar a vegetação arbórea nos percursos de pedestres	x		x
		conectar a vegetação árborea dos percursos de pedestres às praças e parques	x		x
		criar uma rede de percursos de pedestres segura, iluminada, acessível e contínua			x
		criar zonas sombreadas em caráter temporário, no verão	x		
		ampliar áreas 30 e 40		x	x
		diminuir as áreas de zonas hostis ao pedestre	x	x	x
		aumentar as zonas exclusivas ao trânsito de pedestres e ciclistas		x	x
2. Conforto e Saúde do pedestre	Incentivar o andar a pé para fins de exercício físico e fruição	ampliar as áreas de praças e parques	x		x
		explorar os sons da cidade		x	
		identificar zonas de desconforto extremo, propondo ações mitigadoras ou transformadoras	x	x	x
3. Desenvolvimento Urbano Integrado à Mobilidade a pé	Desenvolver um plano de desenvolvimento urbano que leve em consideração a priorização aos sistemas de deslocamento a pé	diminuir a taxa de motorização do município		x	x
		incentivar e estimular a adoção de veículos elétricos		x	x
		desenvolver um sistema de transporte público conectado à rede de mobilidade a pé			x
		ampliar e conectar a malha cicloviária			x
		implementar uma política de segurança viária voltada ao pedestre			x
		desenhar quadras com dimensões adequadas à escala do pedestre			x
		incentivar usos do solo que atraiam pedestres, com fachadas ativas e permeabilidade visual			x
4. Monitoramento e Avaliação dos Percursos de Pedestres	Diagnosticar, monitorar e avaliar as ações relacionadas à caminhabilidade e conforto do pedestre	criação de um Painel de Informações sobre a Caminhabilidade e Conforto do Pedestre para diagnóstico das cidades, monitoramento e avaliação	x	x	x
		teste de soluções urbanas com o apoio de estratégias de urbanismo tático, acupuntura urbana ou placemaking, com ênfase na caminhabilidade e conforto do pedestre	x	x	x
		participação da população na construção de redes de mobilidade a pé	x	x	x

Fonte: Elaboração Própria.

A partir da análise do quadro anterior, é interessante notar que a análise do PE sob a ótica da caminhabilidade e conforto ambiental traz o pedestre para o centro do debate. Assim, traz o planejamento estratégico para a escala humana, tão defendida pelos urbanistas ao longo das últimas décadas.

Por último, pode-se dizer, ainda, que é evidente uma retroalimentação: a caminhabilidade e aspectos de conforto ambiental podem fornecer subsídios ao planejamento estratégico. E o planejamento estratégico, por sua vez, tem o potencial de afetar diretamente a caminhabilidade e o conforto ambiental.

CONCLUSÕES

"Só resta ao homem
(estará equipado?)
A dificílima dangerosíssima viagem
De si a si mesmo:
Pôr o pé no chão
Do seu coração
Experimentar
Colonizar
Civilizar
Humanizar"

O Homem; As Viagens.

(Carlos Drummond de Andrade)

Este trabalho se ofereceu como investigação em um campo de atuação ainda pouco explorado por arquitetos e urbanistas: a caminhabilidade nos percursos de pedestres e suas inter-relações com aspectos de conforto ambiental, com uma proposta de inclusão destas temáticas de forma mais sistematizada no planejamento estratégico das cidades.

A partir da seleção de tipologias, foi possível analisar diversos cenários urbanos – existentes e hipotéticos – sob a ótica da caminhabilidade e conforto ambiental. Dessa forma, diante dos resultados obtidos, foi possível **aferir como a caminhabilidade se interrelaciona com aspectos de conforto ambiental.**

Portanto, a primeira conclusão aqui colocada é com relação à confirmação da hipótese inicial. O trabalho conclui que **diretrizes de planejamento estratégico podem ser estabelecidas com base em inter-relações entre caminhabilidade e conforto ambiental**. De fato, o último capítulo sintetiza estas diretrizes sob a forma de uma quadro-síntese. Desta forma, a hipótese inicial da tese foi **confirmada.**

Analisando as contribuições da pesquisa para além da confirmação da hipótese em si, são tecidas, a seguir, algumas considerações.

A primeira contribuição do trabalho reside no campo da discussão teórica da caminhabilidade e do conforto ambiental. A tese traz à luz o debate sobre a multidisciplinaridade do tema e sobre o processo de construção conceitual em que se encontra. Reforça, também, o conceito de "caminhabilidade dinâmica", mostrando que a caminhabilidade pode ser afetada em função das estações do ano, condições climáticas, horários do dia, dentre outros aspectos.

Nesse âmbito, a tese renova a definição de caminhabilidade proposta por Southworth (2005), acrescentando esse viés temporal. Assim, recapitulando, a pesquisa define caminhabilidade como:

"o grau em que o ambiente construído, em determinado momento, suporta e incentiva o caminhar, com conforto e segurança, conectando pessoas com destinos variáveis dentro de um razoável espaço de tempo e esforço, oferecendo interesse visual ao longo da rede."

Definição da autora

Ainda do ponto de vista conceitual, a pesquisa corrobora com a visão de que a caminhabilidade deve ser abarcada sob distintas escalas – macro, meso e microescalas. O trabalho também traz à tona uma extensa bibliografia com relação à aferição da caminhabilidade, analisando seus parâmetros e diretrizes. A tese conclui, nesse momento, que a construção de índices é fundamental para se avaliar a caminhabilidade em um determinado espaço.

Outra contribuição conceitual do trabalho consiste no debate do conforto ambiental delimitado na esfera da caminhabilidade. As pesquisas acerca do conforto ambiental em espaços urbanos abertos são crescentes. No entanto, a análise destes aspectos sob o recorte da caminhabilidade é um ponto que denota grande potencial a ser explorado. O trabalho conclui que o conforto do pedestre possui caráter holístico, que tem por premissa básica a diversidade ambiental no meio urbano. São essas opções e alternativas inseridas na paisagem da rua que são capazes de albergar as diferentes necessidades e expectativas dos pedestres em seus percursos.

Ainda com relação a este aspecto, a pesquisa também demonstra como aspectos de conforto ambiental na caminhabilidade vão para além da caminhabilidade em si. Discutir essas premissas é discutir um modelo de cidade, não podendo dissociar-se dele, contribuindo com ele. Nesta ótica, verifica-se que o conforto térmico do pedestre é sensível ao clima e ao advento das mudanças climáticas; o acústico, por sua vez, lida com as consequências da poluição sonora resultante das políticas de incentivo ao uso de automóveis; o ergonômico, por fim, demonstra superar o debate sobre aspectos físicos e dimensionais dos percursos de pedestres, sobrepondo-se, muitas vezes, aos aspectos considerados nas abordagens tradicionais de caminhabilidade.

O trabalho também reafirma a importância de se analisar a caminhabilidade dentro da ótica do dos 5 D's e do DOTS – Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável. Considerando que quase 40% da população brasileira se desloca a pé a seus destinos, essa abordagem permite dar a ênfase necessária ao caminhar como meio de transporte, integrando-o de maneira mais sistemáticas às políticas de desenvolvimento urbano.

A partir deste debate, a pesquisa coloca o papel do plano estratégico de longo prazo na caminhabilidade: contribui ao estabelecimento de uma visão de futuro para a cidade. Apesar de dar ênfase à inserção destas temáticas no planejamento estratégico de cidades, a tese também pontua a importância das novas práticas de intervenções urbanas – como urbanismo tático, *placemaking* e acupuntura urbana - em questões relacionadas à caminhabilidade. Oferece exemplos, inclusive, de como tais abordagens podem contribuir à caminhabilidade dinâmica, como o caso, por exemplo, de sombreamento de vias de pedestres em períodos de verão ou de chuva.

Além das contribuições de cunho teórico, acima expostas, é importante ressaltar aqui a contribuição de cunho metodológico trazida pela pesquisa. Diante da inexistência de um indicador que abarcasse, de maneira sistemática, aspectos de conforto ambiental na caminhabilidade, a tese contribui com a construção de diversos índices que permitem avaliar a caminhabilidade sob distintas óticas.

A metodologia de construção dos índices e de seleção de estudos de caso pautou-se na utilização do Sistema de Informação Geográfica – SIG como premissa, dado que é uma ferramenta fundamental para demonstrar a espacialização da caminhabilidade. Adicionalmente, denota-se o empenho da pesquisa na utilização das ferramentas de visualização de ruas, como *Google Street View* ou *Open Street Map* para aferição das múltiplas dimensões da caminhabilidade. A tese demonstra que a adoção destas ferramentas é extremamente útil e eficaz, possibilitando a criação de um sistema de aferição de caminhabilidade e conforto ambiental sistematizado e replicável, e de fácil implementação, e que dispensa visitas *in loco*. Assim, permite também a realização de diagnósticos prévios e comparativos, que podem conduzir à seleção de prioridades de intervenções no meio urbano e ações posteriores mais detalhadas.

O primeiro índice criado, o ICMacro, baseado em propostas semelhantes (FRANK et al., 2009; HINO et al., 2012), permite avaliar rapidamente a caminhabilidade de uma região na macroescala. Logo, a metodologia de seleção de caso criada, que contrasta o ICMacro com um Índice de Deslocamentos a Pé, permitiu identificar as tipologias do tipo "mais diversas". Além disso, classificou todas as zonas OD do município de São Paulo com relação a seu ICMacro e seu Índice de Deslocamentos a Pé. Essa classificação permitiu, além de realizar a seleção de caso propriamente dita, elencar zonas prioritárias de intervenção, de acordo aos resultados obtidos. Por exemplo, uma zona de alta caminhabilidade na macro escala, com baixo índice de deslocamentos a pé, pode ser priorizada em determinado contexto, avaliando-se estratégias de macro, meso ou microescalas para aumentar o número de deslocamentos no local.

Além do índice de macroescala e da metodologia de seleção de caso, a tese contribui com a construção do Índice de Caminhabilidade e Conforto do Pedestre - ICCP. Neste sentido, é importante ressaltar aqui o processo de construção do índice, que foi estruturado a partir de índices parciais que contemplam as três esferas de conforto ambiental trabalhadas na pesquisa – térmico, acústico e ergonômico. O Índice de Conforto Térmico do Pedestre – ICTP mostrou-se de fácil aplicação, baseado no UTCI, que tem por premissa ser universal. O Índice de Conforto acústico do Pedestre – ICAP, por sua vez, demonstrou também ser altamente eficaz, identificando desde zonas de conforto acústico a zonas de desconforto extremo do pedestre. Por último, o Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre – ICEP, demonstrou possuir um peso maior nas análises realizadas, diante dos indicadores elencados na composição do índice e pela própria sobreposição dos aspectos ergonômicos com aspectos referentes às avaliações tradicionais de caminhabilidade. Por essa razão, concluiu-se que o conforto ergonômico possui um peso maior, dentre as análises realizadas.

Finalmente, denota-se aqui a contribuição da tese com relação aos resultados obtidos nas avaliações realizadas e nos cenários propostos. As simulações realizadas indicam que questões que afetam a caminhabilidade e conforto do pedestre no meio urbano podem ser avaliadas em cenários de longo prazo. A pesquisa sintetiza os resultados e achados extraídos das avaliações, por meio de um quadro-síntese com alguns subsídios ao planejamento

estratégico (PE), confirmando a hipótese da tese. A análise por tipologias evidencia que diferentes tipos de intervenções são necessários de acordo ao local analisado. Por outro lado, necessidades que se repetem em todas as áreas denotam que algumas deficiências e oportunidades de melhoria do conforto ambiental e caminhabilidade são inerentes à toda a cidade, independentemente de sua tipologia. A primeira diretriz geral, para melhoria do conforto térmico e ergonômico, é a necessidade de arborização dos percursos. A segunda, é a importância de se avaliar o impacto dos grandes eixos viários, pois impactam em todas as esferas de conforto ambiental analisadas. A terceira diretriz, mais relacionada ao conforto ergonômico do pedestre, denota o fundamental papel das praças, parques e das vias exclusivas de pedestres para a promoção da caminhabilidade.

A análise de dois cenários – de tendência e desejável – permitiu demonstrar que estratégias de longo prazo podem impactar na caminhabilidade e conforto do pedestre, e vice-versa. Com isso, a pesquisa conclui que existe uma retroalimentação entre estes dois aspectos: por um lado, a caminhabilidade e aspectos de conforto ambiental podem fornecer subsídios ao planejamento estratégico. E o planejamento estratégico, por sua vez, tem o potencial de afetar diretamente a caminhabilidade e o conforto ambiental.

Diante do exposto, além da confirmação da hipótese da tese, entende-se que tanto **os objetivos gerais como específicos da tese foram alcançados.** Os resultados obtidos nas avaliações das quatro tipologias, somados ao ensaio propositivo, demonstraram a importância de abordar a caminhabilidade e conforto ambiental na esfera do planejamento estratégico.

Por fim, para fechar as conclusões deste trabalho, é fundamental discorrer sobre os possíveis desenvolvimentos futuros a partir da tese elaborada.

O primeiro ponto a ser colocado aqui é a possibilidade de expansão dos índices parciais que compõem o índice ICCP. Essa primeira aproximação desenvolveu uma metodologia para abarcar critérios térmicos, acústicos e ergonômicos. Uma possível expansão do trabalho pode realizar a inclusão e sistematização de outros aspectos de conforto, como, por exemplo, lumínico, visual, dentre outros. Dentro deste refinamento, é possível, ainda, aliar questões

relacionadas mais diretamente a questões de saúde. Podem ser exploradas, por exemplo, as relações entre conforto ambiental, caminhabilidade e análises de qualidade do ar, por exemplo, ou com a prática de atividades físicas nos percursos de pedestres.

Nesse espectro dos índices, outra possibilidade a ser explorada é a avaliação dos índices criados a partir de certos recortes, como, por exemplo, de vulnerabilidade social, gênero, faixa etária, dentre outros.

Por fim, em etapas subsequentes a esta pesquisa, levantamentos de campo complementares podem ser realizados, com o intuito de avaliar e refinar o peso atribuído aos indicadores.

A análise dos cenários também demonstra que é possível avaliar os índices criados desde uma perspectiva de monitoramento de situações extremas, na esfera das mudanças climáticas. Assim, trabalhos podem ser desenvolvidos neste sentido, criando mapas que preveem "situações de risco" ao pedestre, como, por exemplo, a criação de alertas com relação a mudanças bruscas de clima, dentre outros. Assim, esta expansão das análises para a esfera da mitigação das mudanças climáticas é um eixo que pode ser mais explorado e desenvolvido.

Com relação ao universo de análise da pesquisa, é possível, ainda, estender a análise às demais zonas OD do município de São Paulo, criando um panorama global de caminhabilidade e conforto ambiental no município. É possível também estender as análises a outros municípios, podendo ser uma ferramenta comparativa e de priorização de intervenções no âmbito de políticas públicas.

Por último, aspectos da caminhabilidade dinâmica também podem ser mais explorados, com a análise dos índices propostos em outros períodos do ano, ou em períodos noturnos, por exemplo.

Assim, diante do exposto, entende-se que o **trabalhou alcançou seu propósito, contribuindo significativamente para estudos de caminhabilidade e conforto ambiental nos percursos de pedestres, e permitindo uma ampla gama de desdobramentos futuros.**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLEY, S.; TURNER, S. **Predicting Walkability**. Wellington: NZ Transport Agency, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10151:** Informação e documentação: Referências. Rio de Janeiro, 2020.

ACKERMANN, M.; **Cool Comfort: America's romance with air conditioning**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2002.

ADKINS, A. et al. Unpacking Walkability: Testing the Influence of Urban Design Features on Perceptions of Walking Environment Attractiveness. **Journal of Urban Design**, Vol. 17, Num. 4, pp. 499-510, 2012.

AKHTAR, N., et al. Monitoring and Mapping for Some Pre-selected Locations of New Delhi, India. **Fluctuation and Noise Letters** Vol. 15, No. 2. 2016.

ALAM, P., et al., Noise Monitoring, Mapping, and Modelling Studies – A Review. **Journal of Ecological Engineering,** Vol. 21, Num. 4, 82-93, 2020.

ALBALA, P.; Cidades e mobilidade: a importância do caminhar. In: KRONKA MULFART, R. (org). **Repensando Ergonomia: Do edifício ao espaço urbano**. São Paulo: LTC, 2022. Cap 4, pp. 59 – 82.

AL SHAMMAS, T.; ESCOBAR, F. Comfort and Time-Based Walkability Index Design: A GIS-Based Proposal. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, vol. 16, n. 2850, pp. 1-22, 2019.

ALI TOUDERT, F.; **Dependence of Outdoor Thermal Comfort on Street Design in Hot and Dry Climate.** Tese (Doutorado), 230f: University of Freiburg, Freiburg (Alemanha). 2005.

ANDRADE, E; FRANCESCHINI, M. O direito à cidade e as agendas urbanas internacionais: uma análise documental. **Ciência &Saúde Coletiva**, v. 22, n. 12, p. 3849-3858, dez. 2017.

APPLEYARD, D. **Livable Streets: Protected Neighborhoods?** In: The Annals of the American Academy of Political and Social Science, Vol. 451, Changing Cities: A Challenge to Planning (Sep. 1980), pp. 106-117, 1980.

APPOLLONI et al. Walkable Urban Environments: An Ergonomic Approach of Evaluation. **Sustainability**. Vol. 12, Num. 20, pp. 8347, 2020.

ARUP. **Cities Alive - Towards a walking world.** Londres: Arup, 2016.

ASSIS, E. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: Reflexões sobre uma trajetória. In: **Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído –Encac**, 2005, Maceió, **Anais…** Maceió, ENCAC, 2005.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana - Simob/ ANTP: Relatório geral 2016**. São Paulo:

2018. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/simob-2016-v6.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.

_____ **Cidades a pé.** Série Cadernos Técnicos, volume 16, São Paulo, Novembro 2015.

BELDERRAIN, M., et al. A IMPORTÂNCIA DA NBR 16.425-5 PARA OS SISTEMAS DE TRANSPORTE METRO-FERROVIÁRIOS. In: **XXVIII ENCONTRO DA SOBRA**C, 2018, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2018. Disponível em: <https://proceedings.science/sobrac/papers/a-importancia-da-nbr-16-425-5-para-os-sistemas-de-transporte-metro-ferroviarios-?lang=pt-br>. Acesso em: 08 dez. 2022.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). **Desenvolvimento orientado ao transporte: como criar cidades mais compactas, conectadas e coordenadas: recomendações aos municípios brasileiros.** 2021 Disponível em: https://publications.iadb.org/pt/desenvolvimento-orientado-ao-transporte-como-criar-cidades-mais-compactas-conectadas-e-coordenadas. Acesso em: 13 jan. 2022.

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, v. 15, p. 73-80, 2008.

BLAZEJCZYK et. al.; Assessment of urban thermal stress by UTCI - experimental and modelling studies: an example from Poland. **Die Erde,** 145, p. 16-33, 2014.

BOUYER, G. A ciência ergonômica entre a epistemologização e a cientificidade. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais**... Foz do Iguaçu: PUC-PR, 2007.

BRADSHAW, C. Creating a Rating System for Neighborhood Walkability: Towards an Agenda for “”Local Heroes””. In: **14th International Pedestrian Conference.** Boulder, International Pedestrian Conference, 1993.

BRANDAO, Z. Planejamento Estratégico + Desenho Urbano: a importância do projeto urbano e do arquiteto urbanista na produção da cidade contemporânea, **Cadernos FGV Projetos: Cidades Sustentáveis.** v. 13, Num 32, p. 310- 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, 1988.
_____**Lei Federal nº 9.503/199**7, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, 1997.
_____**Lei Federal nº 10.257/200**1 que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências (Estatuto da Cidade), 2001.
_____**Decreto Federal nº 5.296/2004** que regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências, 2004.
_____**Lei Federal nº 13.089/2015** que institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências, 2015a.
_____**Lei Federal nº 13.146/2015** que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), 2015b.

_____**Lei Federal nº 12.587/2012** que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, 2012.

BRÖDE, P., et al. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI--a case study in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology,** Vol. 56, Num. 3, pp. 471-80, 2012.

BRÖDE, P. et al., The Universal Thermal Climate Index UTCI Compared to Ergonomics Standards for Assessing the Thermal Environment. **Industrial Health,** Vol.51, Num. 1, pp. 16-24, 2013.

BUCALEM, M. Planejamento Estratégico de longo prazo: possibilidades para o desenvolvimento urbano, econômico e social das cidades brasileiras. **Estudos Avançados,** Vol. 33, Num.97, pp. 103-118, 2019.

BURATTI et al., A new index combining thermal, acoustic, and visual comfort of moderate environments in temperate climates. **Building and Environment,** vol. 139, num. 1, p. 27–37, 2018.

CAIAFA, G., **Conforto ambiental e vivência urbana do pedestre: mapeamento sonoro.** Dissertação (Iniciação Científica) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

CALLIARI, M. **O pedestre e a cidade: Mobilidade e fruição em São Paulo.** 2019, 339 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

CALTHORPE, P. **The next American metropolis - Ecology, community, and the American dream**. New York: Princeton Architectural Press, 1993.

CAMBRA, P. **Pedestrian Accessibility and Attractiveness Indicators for Walkability Assessment.** Dissertação (Mestrado em Urbanismo e Ordenamento do Território), Instituto Técnico de Lisboa, Lisboa, 2012.

CAMBRA, P. A Walkability Assessment Framework That Works? The issue of validation methods and results. In: **WALK21, 16**., Vienna, 2015. Proceedings... Vienna, 2015.

CAMBRA et al. ON THE CORRELATION OF PEDESTRIAN FLOWS TO URBAN ENVIRONMENT MEASURES: A Space Syntax and Walkability Analysis comparison case. Proceedings of the 11th Space Syntax Symposium Lisboa. 2017.

CAMPOLI, J, **Made for Walking: Density and Neighborhood Form.** Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy. 2012.

CARERI, Francesco. **Walkscapes- O caminhar como prática estética.** São Paulo: Gustavo Gili, 2ª ed., 2013.

CARMO. C. et. al. A Teoria da Sintaxe Espacial e suas aplicações na área de circulação

e transportes. In: **CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL**, 5., Brasília, 2012. **Anais** [...] Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2012 Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2012-1/724-teoria-da-sintaxe-espacial-e-suas-aplicacoes-circulacao-e-transportes-pluris-2012/file>. Acesso em: 01 set. 2019.

CARTER, J. et al. Climate change and the city: building capacity for urban adaptation. **Progress in planning**, v.95, p.1-66, 2015.

CARR, L.J., et al. Validation of Walk Score for estimating access to walkable amenities. **British Journal of Sports Medicine,** Vol. 45, Num 4, pp.1144–1148, 2011.

CARVALHO, I. **Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em geotecnia e Transportes), UFMG, 2018.

CASAGRANDE, M. **Paracity: urban acupuncture**. Rionero in Vulture: Oil Forest League, 2015.

CAVALCANTE, S.; ELALI, G.; **Temas básicos em psicologia ambiental.** Rio de Janeiro.: Editora Vozes, 2011.

CERVERO, R. Built environments and mode choice: Toward a normative framework. **Transportation Research Record, Part D**, Vol. 7, Num. 4, pp. 265–284, 2002.

CERVERO, R., 5 Ds of Urban Development & Rapid Transit Performance. Apresentação Universidade de Winnipeg, Nov. 2011.

CERVERO, R., & KOCKELMAN, K. Travel Demand and the 3DS: Density, Diversity, and Design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment,** Vol. 2, Num. 3, pp. 199-219, 1997.

CERVERO, R., & DUNCAN, M. Walking, bicycling, and urban landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area. **American Journal of Public Health,** Vol. 93, Num. 9, pp. 1478–1483, 2003.

CHAPPELS, H.; SHOVE, E.; **Comfort: A Review of Philosophies and Paradigms**. Unpublished Essay. Lancaster University. 2004. Disponível em: <http://www.lancs.ac.uk/fass/projects/futcom/fc_litfinal1.pdf>. Acesso em: 05 dez 2018.

CHALFIN et al., Reducing Crime Through Environmental Design: Evidence from a Randomized Experiment of Street Lighting in New York City. **Journal of Quantitative Criminology**, Vol. 38, Num. 1, p. 127–157, 2022.

CHEN, X. Prospect of the transit-oriented development in China. **Management Research and Practice**, vol 2, Num 1, pp. 83-93, 2010.

CHIQUETTO, J. et al. Ozone Pollution and Urban Mobility Scenarios in the São Paulo Megacity. **Revista Ambiente e Sociedade,** São Paulo, Vol. 23, num 1, pp. 2-21, 2020.

CLIFTON, K. et. al. The Development and Testing of an Audit for the Pedestrian Environment. **Landscape and Urban Planning,** Vol. 80, Num. 1–2, pp. 5-110, 2007.

COSTA, C.S. Can We Change Processes in Our Cities? Reflections on the Role of Urban Mobility in Strengthening Sustainable Green Infrastructures. **Journal of Traffic and Logistics Engineering** Vol. 2, No. 2, 2014.

CLIMATE.ONEBUILDING.ORG. Disponível em: <https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil>. Acesso em: 26 set 2022.

CRESWELL, J. W. **Research Design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. California, SGA, 2009.

CRUZ, D. et. al. **Estruturação de caminhos de pedestres.** Trabalho Final de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CULLEN, G. **The Concise Townscape**. London: Architectural Press, 1961.

DANIELLOU, F. (org). **A ergonomia em busca de seus princípios – debates epistemológicos**. São Paulo: Blücher, 2004.

DATAKUSTIK.COM. Disponível em: <https://datakustic.com>. Acesso em: 26 set 2022.
DE DEAR, R; BRAGER, G. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. **UC Berkeley: Center for the Built Environment.** 1998. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6>. Acesso em:10 dez. 2022.

DE DEAR, R.; BRAGER, G. The Adaptive Model of Thermal Comfort and Energy Conservation in the Built Environment. **International Journal of Biometeorology**, Vol. 45, Num. 1, pp.100–108. 2001.

DE SCHILLER, S.; EVANS J. M. Sustainable urban development: Design guidelines for warm humid cities. **Urban Design International,** vol. 3, Num. 4, 165-184, 1998
DUL J. et al. A strategy for human factors/ergonomics: Developing the discipline and profession. **Ergonomics**, Vol. 55, Num. 2, pp. 377–395. 2012.

DUNCAN et al. Perceived environment and physical activity: a meta-analysis of selected environmental characteristics. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, Vol. 2, Num. 11, 2005.

EMMANUEL, M. R. **An Urban Approach to Climate-Sensitive Design. Strategies for the Tropics.** New York: Spon Press, 2005.

EVANS, G. Accessibility, Urban Design and the Whole Journey Environment. **Built Environment**, vol 35, num. 3, pp. 366-385, 2009.

EWING, R. et al. Identifying and measuring urban design qualities related to walkability. **Journal of Physical Activity and Health**, Vol. 3, Num. 1, pp. 223-240, 2006.

EWING, R. **Pedestrian and transit friendly design: a primer for Smart Growth.** 1999. Disponível em: <https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/pdf/ptfd_primer.pdf>. Acesso em:09 ago 2019.

EWING, R., HANDY, S. Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability, **Journal of Urban Design,** Vol. 14, num.1, pp. 65-84, 2009.

EWING, R.; CLEMENTE, O. **Measuring Urban Design: Metrics for Livable Places.** Washington: Island Press, 2013.

EWING, R., CERVERO, R. Travel and the Built Environment - A Synthesis. **Transportation Research Record**, Vol 1780. Num. 1, pp. 87-114. 2010.

EWING, R., et al. Traffic Generated by Mixed-Use Developments—A Six-Region Study Using Consistent Built Environmental Measures. **Journal of Urban Planning and Development**, Vol. 137, num.3, pp. 248–61, 2011.

FELIPE, A. S.; et al. A importância do planejamento urbano para o desenvolvimento sustentável: uma revisão de literatura. **Revista brasileira de Planejamento e Desenvolvimento.** Curitiba, vol. 9, num. 2, p. 171-191, mai./ago. 2020.

FERREIRA, M.; SANCHES, S. Índice de qualidade das calçadas - IQC. **Revista dos Transportes Públicos** - ANTP, Ano 23, 2001.

FERREIRA DOS SANTOS, C.; e VOGEL, A. **Quando a rua vira casa: A apropriação de espaços de uso coletivo em um centro de bairro**. 3ª ed. São Paulo: Projeto, 1985.

FORSYTH, A. What is a walkable place? The walkability debate in urban design. **Urban Design International,** Vol. 20, num. 4: 274-292, 2015.

FRANK, L., et. al. Many pathways from land use to health: Associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index and air quality. **Journal of the American Planning Association** Vol. 72, num. 1, pp. 75-87, 2006.

FRANK et al., The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. **British Journal of Sports Medicine**. v. 44: p. 924–933, 2010.

FRUIN, J. Designing for pedestrians: a level-of-service concept. In: **50th Annual Meeting of the Highway Research Board**, Washington District of Columbia, 1971.

FROTA, A B.; SCHIFFER, S. B. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Nobel, 1995 (1969).

GEBEL, K., et. al. Correlates of non-concordance between perceived and objective measures of walkability. **Annals of behavioral medicine** Vol. 37, Num 2, pp. 228-38, 2009.

GEHL, J. **Cidades para Pessoas.** São Paulo: Perspectiva, 2013.

GEHL, J. **Life Between Buildings: Using Public Space**. Washington: Island Press, 6th Ed., 2011 (1971).

GERRING, J. **Case Study Research Principles and Practices.** Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

GHIDINI, R. A caminhabilidade: Medida urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP,** São Paulo, v. 127, p. 21-33, abr. 2011.

GIFFORD, R., **Environmental Psychology: Principles and Practice.** Boston: Allyn and Bacon**.** 2nda ed, 1997.

GIVONI, B.; **Climate considerations in building and urban design.** New York: John Wiley & Sons, 1998.

GOBO, J. et al., Calibração das Faixas de Conforto Térmico Humano para Espaços Abertos em Clima Subtropical. **Revista do Departamento de Geografia,** v. especial, p. 129-139, 2018.

GRIECO, E., ALVES, R. Proposta de Índice Construído orientado à mobilidade sustentável. In: **XXIXX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet**, pp. 2730-2742, 2015.

GROAT, L.; WANG, D. **Architectural Research Methods**, New York: John Wiley and Sons, 2002.

GÜÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomi**a. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

HANDY, S. Critical Assessment of the Literature on the Relationships Among Transportation, Land Use, and Physical Activity. **Transportation Research Board Special Report 282**, Washington, D.C., 2005.

HANDY, S. Urban form and pedestrian choices: Study of Austin neighborhoods. **Transportation Research Record, 1552,** Washington, D.C., 135–144, 1996.

HÄNNINEN et al., Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. **Environmental health perspective**s, Vol. 122, Num. 5, p. 439–446, 2014.

HAMARCU, M; EREN, T. Strategic planning based on sustainability for urban transportation: an application to decision-making. **Sustainability** 2020, v. 12, p. 3589, 2020.

HARVEY, C. et. al. Streetscape skeleton measurement and classification. **Planning B: Urban analytics and City Science**, vol 44, Num.4, pp. 668-692, 2016.

HCM. **Highway capacity manual**. Washington DC: Transportation Research Board, 2000.

HESS, P. at. al. Site design and pedestrian travel. **Transportation Research Record, 1674**, pp. 9-19, 1999.

HILLIER, B. Cities as movement economies. **Urban Design International**, v. 1, p. 41–60, 1996.

HINO, A., et al. Projeto ESPAÇOS de Curitiba, Brasil: aplicabilidade de métodos mistos de pesquisa e informações georreferenciadas em estudos sobre atividade física e ambiente construído. **Revista Panamericana de Salud Pública**. Vol. 32, Num. 3, pp. 226–33, 2012.

HIRASHIMA, S. **Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte – MG, Brasil**. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura), 246 f., FAUUSP, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2014.

HOLTZ, M. C. B. **Avaliação qualitativa da paisagem sonora de parques urbanos. Estudo de caso: parque Villa Lobos, em São Paulo**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, SP, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE **Cidades - Panorama São Paulo.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>. Acesso em: 19 mar 2022.
INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO). **ISO 12913-1**, Geneva: ISO. 2014.

____ **ISO 1996-2:2017** Acoustics — Description, measurement, and assessment of environmental noise —Geneva: ISO. 2018.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY (ITDP). **Padrão de Qualidade TOD Standard** - versão 2.0. Rio de Janeiro: ITDP, 2013.
____DOTS Cidades. Manual de Desenvolvimento Urbano Orientado ao Transporte Sustentável. Rio de Janeiro, ITDP, 2015.
____Padrão de Qualidade DOTS 3.0. Rio de Janeiro: ITDP, 2017.
____Índice de Caminhabilidade. 2ed. Rio de Janeiro: ITDP, 2018a.
____Pedestrians First, Tools for a Walkable City. 1 ed., New York: ITDP, 2018b.

JACOBS, Jane. **The Death and Life of Great American Cities**. Nova Iorque: Random House, 1961.

KACHA, L. **Predicting perceived complexity in streetscapes using contrast statistics, fractal information**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Nagoya Institute of Technology, Nagoya, 2014.

KANG, C. The S+5Ds: Spatial access to pedestrian environments and walking in Seoul, Korea. **Cities**, Vol. 77, Num.1, pp. 130-141, 2018.

KENWORTHY, J. The Eco-City: Ten Key Transport and Planning Dimensions for Sustainable City Development. **Environment and Urbanization**, Vol. 18, Num. 1, pp. 67–85, 2006.

KRAMBECK, H.V. **The Global Walkability Index.** Dissertação (Mestrado em Cidade e Transporte) – Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2006.

KRONKA MÜLFARTH, R; **Proposta metodológica para avaliação ergonômica do ambiente urbano: a inserção da ergonomia no ambiente construído.** Tese (Livre Docência). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

KRONKA MÜLFARTH, R.; MONTEIRO, L. M. **Diagnóstico ambiental de espaços urbanos para desenvolvimento de projetos de microacessibilidade no entorno do Rio Pinheiros.** São Paulo, EMBARQ Brasil, 2014.

KRONKA MULFART, R. (org). **Repensando Ergonomia: Do edifício ao espaço urban**o. Sao Paulo: LTC, 2022.

KRÜGER, E.; DRACH, P.; BROEDE, P. Outdoor comfort study in Rio de Janeiro: site-related context effects on reported thermal sensation. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, n. 3, p. 463-475, 2017.

LACERDA, D. P.; et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gest. Prod**., São Carlos, v.20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LEE, C; MOUDON, A. The 3Ds + R: Quantifying land use and urban form correlates of walking. **Transportation Research Part D: Transport and Environment,** Vol 11, Num 3, pp.204-215, Maio 2006.

LERNER, J**. Acupuntura Urbana**. São Paulo: Ed. Record, 2003.

LESLIE, E. et al. Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes, **Health & Place,** Vol. 13, num 1, pp.111–122, 2007.

LINDBERG et al., Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP): An integrated tool for city-based climate services. **Environmental Modelling & Software**, Vol. 99, Num. 1, pp. 70-87, 2019.

LIU, X. et al. Spatiotemporal patterns of summer urban heat island in Beijing, China using an improved land surface temperature. **Journal of Cleaner Production,** v. 257, 2020.

LO, R. Walkability: what is it? **Journal of Urbanism**, vol 2, n 2, pp. 145-166, 2009.

LYDON, M.; GARCIA, A. **Tactical Urbanism: Short-term Action for Long-term Change**. Washington DC: Island Press. 2015.

LYNCH, Kevin. **The Image of the City.** Cambridge MA: MIT Press, 1960.

LYNCH, Kevin. **La imagen de la ciudad**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

MAGHELAL, P., CAPP, C. Walkability: A Review of Existing Pedestrian Indices. **URISA Journal**, Vol. 23, Num. 2, pp. 5-19, 2011.

MALATESTA, M. **Andar a pé: um modo de transporte para a cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, FAUUSP, São Paulo, 2007.

METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **Pesquisa de Origem e Destino 2017: A Mobilidade Urbana da Região Metropolitana de São Paulo em Detalhes.** São Paulo, 2019.

MEYER, R M. P., et al. São Paulo e suas escalas de urbanização: cidade, metrópole e macrometrópole. **Revista Iberoamericana de Urbanismo**, Vol. 12, Num. 1, pp. 7-31, 2015.

MINISTERIO DAS CIDADES. **Cadernos MCidades 6 - Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável.** Brasília: 2004. Disponível em: < https://erminiamaricato.files.wordpress.com/2016/01/cad-6-politicanacionalmobilidadeurbanasustentavel.pdf>. Acesso em:25 nov 2022.

MOCUTA, G., Noise pollution emitted as a consequence of the urban transport development. **Journal of Environmental Protection and Ecology,** Vol. 13, Num. 2A, pp. 852-861, 2012.

MOHAMMADI, G., An investigation of community response to urban traffic noise. **Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering.** Vol. 6, Num. 2, pp. 137-142, 2009.

MONTEIRO, L.; **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos**. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, SP, 2008.

MONTEIRO, L. **Conforto térmico em espaços urbanos abertos: verificações modelares como aportes à exploração de abordagens**. Tese (Livre Docência). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MONTEIRO, L.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico urbano: temperatura equivalente de globo. In: **XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 2011, Búzios. **Anais** do XI Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VII Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. Búzios: ANTAC, 2011.

MOUDON, A. V. **Public Streets for Public Use**. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1987.
MOUDON, A. et. al. Operational Definitions of walkable neighborhood: theoretical and empirical insights. **Journal of physical activity & health**, Vol.3, Num1, pp. 99-117, 2006.

MOUDON, A. et al. Effects of Site Design on Pedestrian Travel in Mixed-Use, Medium-Density Environments. **Transportation Research Record, Vol. 1578,** Num. 1, pp. 48–55, 1997.

MURILLO-GOMEZ (2015). Assessment of the RLS 90 calculation method for predicting road traffic noise in Colombian conditions. **Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia**, v. 75, p. 175–188, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Highway Capacity Manual**. Londres, 1950.

NANYA, L. M. **Desenvolvimento de um instrumento para auditoria da caminhabilidade em áreas escolares. São Carlos**, 131 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. 2016.

NIKOLOPOULOU, Outdoor comfort. **Frontiers in Bioscience**, Vol. 3, p. 1552-1568, 2011.

NIKOLOPOULOU, M.; Outdoor comfort. In: STEANE, M.A.; K. STEEMERS (eds.), **Environmental Diversity in Architecture**. London: Routledge, 2004.

OKE, T. R. et al. **Urban Climates.** Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Global status report on road safety 2018.** Geneva, 2018. Licence: CC BYNC-SA 3.0 IGO.018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Guidelines for Community Noise**. 1999. Disponível em: <http:// whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). 2018 **Revision of World Urbanization Prospects**. Disponível em: https://population.un.org/wup/. Acesso em: 06 nov. 2022.

ORGANIZAÇAO DAS NAÇOES UNIDAS – HABITAT (ONU). **Citywide Strategic Planning: A step by step guide.** Nairobi: UN HABITAT. 2020.
_____ **Diretrizes Internacionais para Planejamento Urbano e Territorial.** Nairóbi, 2015.
_____ **A new strategy for sustainable neighbourhood planning: five principles.** Urban Planning Discussion Note.' Nairobi, UN-Habitat, 2014.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Segurança de pedestres: Manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. Brasília, DF: OPAS, 2013. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79753/9789275718117_por.pdf;jsessionid=2EA5F6A542CEC7C843DB7ECA88BBF890?sequence=7OPAS 2013>. Acesso em:10 dez 2022.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.** IPCC, 630 p., 2019.

Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf>. Acesso em:04 dez 2020.

SUTTI, D.; PAIVA, L; Urbanismo Caminhável: experiências da circulação de pedestres na cidade. In: CUNHA LINKE, A. & ANDRADE V. (orgs.) **Cidades de Pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: Babilonia Cultura Editorial, 2017, Cap 13, p. 177- 190.

PARK, S. **Defining, Measuring, and Evaluating Path Walkability, and Testing Its Impacts on Transit Users' Mode Choice and Walking Distance to the Station.** Tese (Doutorado em Cidade e Planejamento Regional) - University of California Transportation Center, Berkeley., 2008.

PARLAMENTO EUROPEU, Directiva 2002/49/CE. [S.I.]: [s.n.], 2002.

PEPONIS, J.; WINEMAN, J. Spatial structure of environment and behavior. In BECHTEL, R; CHURCHMAN, A. (Eds.), **Handbook of environmental psychology**. Londres: John Wiley & Sons, 2002, pp. 271–291.

PEREIRA, M.; Percepção Sonora no espaço público: indicadores de tolerância ao ruído na cidade do Rio de Janeiro. In: **Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído –Encac-Cotei**, 2003, Curitiba, **Anais…** Curitiba, ENCAC, 2003.

PIKORA, T. J., et. al. Neighborhood environmental factors correlated with walking near home: Using SPACES. **Medicine and science in sports and exercise**, Vol. 38, Num.4, pp. 708–714, 2006.

PIRES, I. **Índice para Avaliação da Caminhabilidade no Entorno de Estações de Transporte Público**. Dissertação (Mestrado) UNESP, Bauru, 2018.

PIZO, C.; MENEGON, N., Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado. **Produção**, v. 20, n. 4, p. 657-668, out./dez. 2010.

POHL, E.; REYES, C.; **Urbanismo Emergente o "Tactical Urbanism"**. La Ciudad Viva, 2011. Disponível em <http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=9651>. Acesso em: 25 nov 2021.

POZUETA, J. Movilidad Y Planeamiento Sostenible: Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano. **Cuadernos de Investigación Urbanística**, Num. 30, pp. 1-120, 2000.

PROJECT FOR PUBLIC SPACES (PPS). **Placemaking: What if we Built our Cities Around Places?** 2016. Disponível em: <https://placemaking-europe.eu/wp-content/uploads/listing-uploads/file/2021/05/Placemaking-what-if-we-built-our-cities-around-place-.pdf>. Acesso em:10 dez 2022.

____PPS.ORG. Disponível em: <http://www.pps.org>. Acesso em:10 dez 2022.

PSIKUTA, A., et al., Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application. **International Journal of Biometeorology**. Vol. 56, Num. 3, pp. 443-60. 2011.
RAPOPORT, A. Pedestrian Street Use: Culture and Perception. In: MOUDON, ANNE V. **Public Streets for Public Use.** Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1987, cap.5, p.80-92.

RAPOPORT, A. **The Mutual Interaction of People and their Built Environment: a cross-cultural perspective**. The Hague: Mouton and Co, 1976.

RAPOPORT, A. **Aspectos humanos de la forma urbana: Hacia una confrontación de las Ciencias Sociales con el diseño de la forma urbana**. Barcelona: Gustavo Gili. 1978.
RAPOPORT et al., **Leading Cities - A Global Review of City Leadership.** Londres: UCL Press, 2018.

REINHART, C. et al. Umi - An Urban Simulation Environment for Building Energy Use, Daylighting and Walkability. In: **13th Conference of International Building Performance Simulation Association**, Chambéry, France, 2013, Agosto 26-28, p. 476-483.

RIBEIRO, L.; RIBEIRO, M. **IBEU: Índice de Bem-estar urbano**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

ROBINSON, D.; BRUSE, M. Pedestrian Comfort. In: ROBINSON, D. (org). **Computer Modeling for Sustainable Urban Design: Physical Principles, Methods and Applications**. Londres: Routledge, 2011 Cap. 4.

RODE, P.; FLOATER, G. Accessibility in cities: transport and urban form. Londres: **LSE Cities**, v. 3, 2014.

RODRIGUES, A. R. et. al. Indicadores do desenho urbano e sua relação com a propensão a caminhada. **Journal of Transport Literature**, vol. 8, n. 3, pp. 62-88, 2014.

ROGERS, R. **Cities for a small planet.** Londres: Faber & Faber, 1997.

SAELENS, B., et al. Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation. **American Journal Public Health,** Vol. 93, Num.9, pp. 1552–1558, 2003.

SAELENS e Handy, S. Built environment correlates of walking: A review. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. S, p. 550-567. 2008.

SALDIVA, Paulo. **Vida Urbana e Saúde: os desafios dos habitantes das metrópoles.** São Paulo: Ed. Contexto, 1a ed., 2018.

SALLIS, J., FRANK, L.; SAELENS, B.; KRAFT, M. Active transportation and physical activity: Opportunities for collaboration on transportation and public opportunities heath research. **Transportation Research Part A: Policy & Practice**, Vol. 38, Num 3, pp. 249-268, 2004.

SÃO PAULO (PREFEITURA MUNICIPAL DE). **PlanClima SP.** Online. 2022. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/governo/secretaria_executiva_de_mudancas_climaticas/arquivos/planclimasp/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf>. Acesso em:10 dez. 2022.

____ SP 2040: A Cidade que Queremos. São Paulo, 2012.

____ Diretrizes para Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. Online. 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/saopaulo_diretrizes.pdf>. Acesso em:10 dez. 2022.

____Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo 2002 –2012. 1. ed. São Paulo: SENAC, 2004.

____Atlas ambiental de São Paulo. Online. 2002. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/ATLAS%20AMBIENTAL-compactado.pdf>. Acesso em:10 dez. 2022.

SATO, A. **Streetscapes para São Paulo: Caminhabilidade & Ergonomia**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

SATTRUP, P. A. **Architectural Research Paradigms: an overview and a research example.** Royal Danish Academy of Fine Arts School of Architecture. 2012.

SCHAFER, M.R. **The turning of the world**. Toronto: Mc Clellandand Stewart, 1976.

SCHAFER, R. M. A; **Afinação do mundo.** São Paulo: Ed. UNESPE, 1977.

SCHMID, A. **A ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SCHWANDNER L. **Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo.** 2019. 195p. Tese (Doutorado) –Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTE E DA MOBILIDADE URBANA (SEMOB). **Planmob - caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana.** Brasília: Ministério das Cidades, 2007. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Livro-Plano-Mobilidade.pdf. Acesso em: 30 abr. 2022.

SHOVE, E. Social, architectural and environmental conver-gence, in Steemers, K.; Steane, M.A. (Eds) **Environmental Diversity in Architecture,** Londres: E & FN Spon, 2004, pp. 19 – 29.

SILVA et. al. Caminhabilidade em um contexto de envelhecimento populacional. In: Andrade, V. e Cunha Linke, C. (orgs.) **Cidades de Pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo.** Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017, Cap 12, pp. 161-176.

SILVA, C. M. P et al ESPAÇOS COMPARTILHADOS NO CEARÁ: Estudo sobre os modelos do uso em Fortaleza e uma proposta para Aracati. **Anais do XIV Encontro de Iniciação Científica da UNI7**, v. 8 n. 1, pp. 1-21, 2018.

SOLÀ-MORALES, M. **A Matter of things**. Rotterdam: Nai Publishers, 2008.

SOUTHWORTH, M. Designing the Walkable City. **Journal of Urban Planning and Development,** Vol. 131, Num. 4, pp. 246-257, 2005.

SPECK, Jeff. **Walkable City. *How Downtown can save America.*** *One step at a time*. New York: FSG Books, 2012.

STEEMERS, K.; e STEANE, M.A. (Eds.) ***Environmental Diversity in Architecture.*** Londres e Nova Iorque: Spoon Press, 2004.

STEVENSON et al. Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities. **The Lancet. Series Urban design, transport, and health,** Vol. 388, pp. 2925-2935, 2016.

STEWART, I. D.; OKE T. R. (2012). Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Societ**y, v. 93, n. 12, pp. 1879-1900, 2012.

STOCKTON, J.C. et al., Development of a novel walkability index for London, United Kingdom: cross-sectional application to the Whitehall II Study. **BMC Public Health,** Vol. 16, Num.416, pp 1-12, 2016.

SUÁREZ, J. A., GONZÁLEZ-PUMARIEGA, P., ARGÜELLES, R. J., López, A., et al. Importancia y utilidad de la documentación cartográfica y fotográfica histórica para el inventariado de caminos públicos: una visión desde el caso de Oviedo. **Revista Catalana de Geografia**, vol. 19, núm. 50, 2014.

SUPERTI, L. **Relatório Final da pesquisa "Mapeamento sonoro da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira"**. Programa Unificado de Bolsas 2019/2020. São Paulo: FAU USP, 2020.

SWINBURN et al., Valuing Quiet: An Economic Assessment of U.S. Environmental Noise as a Cardiovascular Health Hazard. **American Journal of Preventive Medicine**, Vol. 49, Num. 3, pp.345-353, 2015.

TALAVERA-GARCIA, R., SORIA-LARA, J. Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. **Cities** Vol. 45, Num 1, pp. 7–17, 2015.

TRUGILLO, A.C.; **Gentilezas Urbanas: Estratégias de Transformação na Escala Humana**. TCC (Especialização em planejamento e Gestão de Cidades). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). International Energy Outlook 2021. Washington, DC: EIA. 2021. Disponível em: <https://www.eia.gov/

outlooks/ieo/pdf/IEO2021_Narrative.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2022.
VARDAXIS, N. et al. Review of acoustic comfort evaluation in dwellings—part I: Associations of acoustic field data to subjective responses from building surveys, **Building Acoustics**. Vol. 25, Num. 1, pp. 151–170. 2018.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas.** São Paulo: Annablume, 2001.

VAUGHAN, L. **Space Syntax Method Observation Manual**. Londres. UCL, 2001. online. Acesso em: 13/08/2019. Disponível em: <http://www.neolokator.cz/wp-content/uploads/2017/04/Observation_manual.pdf>. Acesso em:10 out 2019.

WANG, H., YANG, Y. Neighbourhood walkability: A review and bibliometric analysis. **Cities**, Vol. 93, núm. 1, pp-43-61. 2019.

WASHBURN, A. **Nature of Urban Design – A New York Perspective on Resilience.** Washington: Island Press, 2013.

WISNER, A. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In DANIELLOU, F. (org) **A ergonomia em busca de seus princípios – debates epistemológicos**. São Paulo: Blücher, 2004, cap. 5.

WOLF, K., et al., Urban Trees and Human Health: A Scoping Review. International **Journal of Environmental Research and Public Health.** Vol. 17, Num. 12, pp. 43-71, 2020.

WHYTE, W. **The Social Life of Small Urban Spaces.** Nova Iorque: Projects for Public Spaces, 1980.

WORLD RESEARCH INSTITUTE –BRASIL (WRI)**. Mobilidade Ativa.** wribrasil.org.br, 2020. Disponível em: https://wribrasil.org.br/pt/o-que-fazemos/cidades. Acesso em: 11 mai. 2020.
____ DOTS nos Planos Diretores: Guia para inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano. São Paulo/SP. São Paulo: WRI Brasil, 2018.
____. Diagnóstico e propostas para a melhoria da microacessibilidade - estações de trem no entorno do Rio Pinheiros, São Paulo/SP. São Paulo: WRI Brasil, 2015.

ZAJARKIEWICCH, D., **Poluição sonora urbana: principais fontes. Aspectos jurídicos e técnicos.** Dissertação (Mestrado Em Direito) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

ZANNIN, P. et al., Characterization of Environmental Noise Based on Noise Measurements, Noise Mapping and Interviews: a Case Study at a University Campus in Brazil. **Cities**, Vol. 31, Num. 2, pp. 317-327, 2013.

ZEGRAS, PC Influence on Land Use on Travel Behavior in Santiago, Chile. **Transportation Research Record**, Vol. 1898, pp.175-182, 2004.

ZHANG, Y. et. al. Does the Built Environment Make a Difference? An Investigation of Household Vehicle Use in Zhongshan Metropolitan Area, China. **Sustainability**, Vol. 6, Num. 8, pp- 4910-4930, 2014.

ANEXOS

Anexo 1 - Quadro Síntese – Seleção de estudos relacionados a pedestres e caminhabilidade ao longo do tempo (1960-2020)

ANO	AUTOR	CONCEITO ABORDADO	DISCUSSÃO/ PARÂMETROS AVALIADOS	ABORDA CAMINHABILIDADE	ÍNDICE	ABORDA CONFORTO AMBIENTAL	ABORDA GIS	METODOLOGIA/ FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES/ DISCUSSÃO
1960	LYNCH, K.	imaginibilidade da cidade	"característica, num objeto físico, que lhe confere uma alta probalbilidade de evocar uma imagem forte em qualquer observador dado"	indiretamente	não	indiretamente	não	análise visual *in loco* e entrevistas	trabalho relevante no campo do urbanismo que embasa/ antecede a discussão teórica sobre caminhabilidade
1961	JACOBS, J.	diversidade, vitalidade e concentração de uso vs pedestres	"considerações sobre pedestres nas cidades são inseparáveis das considerações sobre diversidade, vitalidade e concentração de uso"	indiretamente	não	indiretamente	não	n/a	trabalho relevante no campo do urbanismo que embasa/ antecede a discussão teórica sobre caminhabilidade
1961	CULLEN, G.	"townscape" ou paisagem urbana/ visão serial	"paisagem urbana é a arte de dar coerência visual e organização ao conjunto de edifícios, ruas e espaços que compõem o meio urbano (...) a paisagem urbana surge, na maioria das vezes, como uma sucessão de surpresas ou revelações súbitas"	indiretamente	não	indiretamente	não	n/a	trabalho relevante no campo do urbanismo que embasa/ antecede a discussão teórica sobre caminhabilidade
1971	GEHL, J.	espaços para caminhar	dimensionamento das ruas, acessibilidade, pavimentação, distâncias caminháveis (física vs percebida), rotas caminháveis, espaços favoráveis ao caminhar, sequência espacial, diferenças em nível	indiretamente	não	indiretamente	não	n/a	trabalho relevante no campo do urbanismo que embasa/ antecede a discussão teórica sobre caminhabilidade
1980	WHYTE, W.	espaços da cidade que "funcionam" para as pessoas	a rua como ponto crítico no desenho urbano; discursa sobre a importância do "sol, vento, árvores e água"	indiretamente	não	indiretamente	não	n/a	aborda aspectos de conforto ambiental
1980	APPLEYARD, D.	a rua ideal	"santuário", vital, saudável, como comunidade, como território da vizinhança, como local de jogar e aprender, como local verde e agradável, como local histórico único	indiretamente	não	indiretamente	não	n/a	trabalho relevante no campo do urbanismo que embasa/ antecede a discussão teórica sobre caminhabilidade
1987	RAPOPORT, A.	variáveis que influenciam o uso da calçada por pedestres	tecnologia, segurança (segurança percebida), variáveis ambientais, clima e tempo topografia, distância a um local, disponibilidade e presença de serviços	indiretamente	não	indiretamente	não	não	apresenta diferenças de percepção do espaço físico entre o pedestre e o motorista
1993	BRADSHAW, C.	índice de caminhabilidade de vizinhança	densidade, estacionamentos na rua por residência, número de assentos em bancos por residência, chance de encontrar alguém conhecido, cidade que criança pode caminhar, segurança da mulher,responsividade do serviço de trânsito, locais com significância, áreas de parque,presença de calçadas	sim	sim	não	não	índice - indicadores obtidos por pontuação e /ou entrevistas	primeiro trabalho em que aparece um índice de caminhabilidade não é um trabalho com embasamento científico, mas o mais citado como o primeiro a levantar esta temática de forma direta
1996	HANDY, S.	forma urbana vs comportamento das viagens	modelo para avaliar escolhas individuais nas viagens a pé (percepção)	indiretamente	não	sim	não	questionários *in loco* e estatística	os questionários sobre percepção do pedestre abordam questões de conforto ambiental. afirma que há estudos que demonstram baixa correlação entre forma urbana e viagens a pé, seu trabalho é um esforço de demonstrar o contrário

ANO	AUTOR	CONCEITO ABORDADO	DISCUSSÃO/ PARÂMETROS AVALIADOS	ABORDA CAMINHABILIDADE	ÍNDICE	ABORDA CONFORTO AMBIENTAL	ABORDA GIS	METODOLOGIA/ FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES/ DISCUSSÃO
1996	EWING, R.	desenho urbano amigável ao pedestre	classificação de aspectos de desenho urbano (10 itens "essenciais", 8 itens "muito desejáveis", 5 itens "interessantes"). Itens essenciais: densidade, uso misto do solo, comprimento da quadra, rotas de trânsito, número de vias por rua, continuidade e largura das calçadas cruzamentos seguros, retenção do trânsito locais seguros e confortáveis para esperar	indiretamente	não	indiretamente	não	ckecklist de itens de desenho urbano orientado ao pedestre	manual simplificado com recomendações de desenho urbano; recomendações são baseadas em evidências de trabalhos realizados em cada um dos aspectos abordados
1997	CERVERO, R. ; KOCKELMAN, K.	3D's da forma urbana	densidade,diversidade de atividades,design (desenho da malha viária)	indiretamente	não	não	não	estatística com variáveis de controle	relaciona as três dimensões do ambiente construído a um maior número de deslocamentos a pé
1997	MOUDON, A. et. al.	desenho urbano afeta o volume de pedestres	tamanho da quadra, sistema viário, calçada, distâncias a centros de comércio, distâncias percorridas	indiretamente	não	indiretamente	não	estatística com variáveis dependentes, independentes e de controle	demonstra que apenas renda, density e uso do solo são insuficientes para determinar o volume de pedestres.
1999	HESS, M. Et al.	desenho urbano afeta o volume de pedestres (baseado em MOUDON et. al, 1997)	tamanho da quadra, sistema viário, calçada, distâncias a centros de comércio, distâncias percorridas	indiretamente	não	indiretamente	não	estatística com variáveis dependentes, independentes e de controle	lida com aspectos físicos do desenho urbano e uso do solo, se relaciona com ergonomia indiretamente
2001	VAUGHAN, L.	método da sintaxe espacial	relação entre o ambiente construído e a dinâmica urbana	não	não	não	não	observacional (diversas técnicas)	método desenvolvido nos anos 70, tem sido adotado em alguns estudos de transporte
2001	FERREIRA, M.; SANCHES, S.	índice de qualidade das calçadas (IQC)	segurança, manutenção, largura efetiva, seguridade e atratividade visual	indiretamente	sim	indiretamente	não	indicadores (ponderados de acordo com importância atribuída por usuários) e questionários *in loco*	fácil aplicação; subjetividade na ponderação dos indicaadores, uma vez que é realizada a partir de entrevistas
2002	CERVERO, R.	ambiente construído vs comportamento de viagens	ressalta a importância do uso do solo, e de fatores econômicos no comportamento de viagens	não	não	não	não	estatística	não aborda especificamente o andar a pé neste trabalho, mas é um autor chave nos estudos de mobilidade urbana
2003	CERVERO, R; DUNCAN, M.	ambiente urbano vs viagens não motorizadas (a pé e bicicleta)	baseado na teoria dos 3D's/ a diversidade do uso do solo afeta o caminhar	indiretamente	não	não	sim	estatística - análise multifatorial e variáveis de controle, GIS	fatores exógenos como topografia, regime de chuvas, dentre outros parecem exercer influência muito mais forte
2003	SAELENS, B. et al.	walkability (NEWS - Neighborhood Walkability Scale)	densidade residencial, uso misto, acesso a serviços, conectividade da rua, presença de locais para andar a pé ou de bicicleta, estética do entorno, segurança do pedestre e do trânsito, segurança (crime), satisfação da vizinhança	sim	sim	indiretamente	não	estatística	diversos estudos adotam esta técnica, que foi sendo aprimorada ao longo dos anos. procedimentos completos em http://sallis.ucsd.edu/measure_news
2004	ZEGRAS, P.	uso do solo, forma urbana e comportamento das viagens	uso do solo, forma urbana afetam o comportamento das viagens	indiretamente	não	não	não	estatística	verificou forte relação entre uso do solo e tipo de viagens (usos comerciais atraem viagens, vazios urbanos diminuem viagens). densidade na origem não apresentou impacto no comportamento das viagens.

ANO	AUTOR	CONCEITO ABORDADO	DISCUSSÃO/ PARÂMETROS AVALIADOS	ABORDA CAMINHABILIDADE	ÍNDICE	ABORDA CONFORTO AMBIENTAL	ABORDA GIS	METODOLOGIA/ FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES/ DISCUSSÃO
2004	SALLIS, J. et. al	planejamento urbano vs transporte vs saúde	explora a interdisciplinaridade destas três áreas	sim	não	indiretamente	não	estatística	trabalho que faz parte do Active Living Research
2005	HANDY, S.	transporte, uso do solo e atividade física	tenta relacionar os três parâmetros	sim	não	não	não	n/a	faz uma análise de 44 trabalhos que buscam relacionar estes parâmetros
2005	SOUTHWORTH, M.	walkability	conectividade dos percursos (micro e macro escala), conexão com outros modais, diversidade de uso do solo, segurança (trânsito e crime), qualidade do percurso (largura, pavimentação, paisagem, sinalização, iluminação), contexto do percurso (desenho da rua, interesses visuais do ambiente construído, transparência, definição espacial, paisagem, possibilidades de explorar o ambiente)	sim	sim	sim	não	n/a	foco em caminhabilidade; trabalho teórico/ descritivo, define caminhabilidade e cada um dos elementos que a compõe; propõe um cálculo
2005	POZUETA, J.	cidades "passeáveis"	os percursos pedonais devem ser: funcionais, seguros, confortáveis, atrativos	sim	não	sim	não	n/a	trabalho relevante na discussão teórica sobre caminhabilidade
2006	PIKORA, T. et. al.	SPACES (Systematic Pedestrian and Cycling Environmental Scan)	relação entre ambiente construído e caminhar; características funcionais (superfície da caminhada, ruas, trânsito, permeabilidade), segurança (pessoal e trânsito), estética (streetscape e vistas), destinos (amenidades, comércios e serviços)	sim	sim	indiretamente	sim	estatística e levantamento de campo	conclui que os fatores urbanos que influenciam o caminhar depende do motivo da viagem. para recreação, impacta a qualidade da superfície. para caminhar até omeio de transporte, importa a superfície e presença de comércio/ serviços no local.
2006	KENWORTHY, J.	transporte vs forma urbana	elementosdesejáveis da forma urbana: compacta e de uso misto, centros bem definidos de alta densidade, orientados para o homem, prioridade para o desenvolvimento de sistemas de transporte público melhores e condições para modos não motorizados, com aumento mínimo de capacidade viária e proteção das áreas naturais da cidade e capacidade de produção de alimentos.	indiretamente	não	não	não	n/a	trabalho relevante na discussão teórica sobre sustentabilidade urbana; elenca 10 pontos de transporte e planejamento para desenvolver uma cidade sustentável
2006	KRAMBECK, H.	global walkability index	14 indicadores, agregados em: segurança e seguridade (acidentes, conflitos nos percursos, segurança nas travessias, percepção com relação a crimes, comportamento do motorista); conveniência e atratividade (manutenção e limpeza dos passeios, infraestrutura para pessoas com deficiência,comércios e serviços, existência de cruzamentos), suporte público (recursos econômicos, estratégias públicas de desenho urbano, leis e regulações, segurança do pedestre)	sim	sim	indiretamente	não	estatística, questionários, levantamento *in loco*	relata a falta de consenso acerca dotermo "caminhabilidade", o que limita a pesquisa, bem como a dificuldade de se levantar todas as variáveis em campo, o que torna sua aplicação difícil e subjetiva

ANO	AUTOR	CONCEITO ABORDADO	DISCUSSÃO/ PARÂMETROS AVALIADOS	ABORDA CAMINHABILIDADE	ÍNDICE	ABORDA CONFORTO AMBIENTAL	ABORDA GIS	METODOLOGIA/ FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES/ DISCUSSÃO
2006	MOUDON, A. et. al.	vizinhança caminhável - teoria	contraste entre dados objetivos e pessoais	sim	não	não	sim	estatística, questionários	questionários in loco, medidas percebidas do ambiente, medidas objetivas do ambiente; conclui que é necessário ajustar a escala de análise da unidade espacial nos estudos de caminhabilidade
2006	LEE, C; MOUDON, A.	3D's (destinos, distância e densidade)+ R (route)	medir objetivamente e individualmente as variáveis na micro escala por meio do BME (Behavioral Model of Environment)	sim	não	não	sim	estatística, GIS, BME	GIS é um instrumento válido para quantificar aspectos do ambiente construído. No entanto, pesquisas acerca dos benefícios da caminhabilidade dependem de análise mais detalhada da micro-escala. as técnicas são muito variadas.
2006	FRANK et. al.	caminhabilidade vs saúde / NQLS (Neighborhood Quality of Life Study)	caminhabilidade como variável independente (densidade, uso do solo, proporção de comércio e conectividade das ruas)	sim	sim	não	não	estatítica	verificam forte relação entre caminhabilidade e saúde; índice de caminhabilidade válido para outras áreas
2006	EWING, R.	qualidades do desenho urbano vs caminhabilidade	parâmetos de desenho urbano focado nos seguintes parâmteros: imaginibilidade, legibilidade, encerramento, escala humana, transparência, conexão, complexidade e e coerência	sim	não	sim	não	painel com especialistas, estatística	esforço em mensurar aspectos qualitativos do desenho urbano; as avaliações foram feitas por especialistas da área, o que pode diferir das opiniões de usuários das ruas
2007	CLIFTON et al.	auditoria de caminhabilidade - PEDS (Pedestrian Environmental Data Scan)	índice focado na associação entre caminhabilidade e saúde e/ou atividade física	sim	sim	não	sim	GIS, levantamento in loco, questionários	possui material de apoio para treinamento; foco na realidade dos Estadis Unidos
2007	LESLIE et. al.	índice de caminhabilidade	adaptado a partir de FRANK (2006); contexto do projeto PLACES (Physical Activity in Localities and community Environments), ênfase em GIS, utiliza as medidas de forma urbana mais adotadas nas áreas de transporte, desenho urbano e planejamento urbano.	sim	sim	não	sim	GIS, estatística	potencial da ferramenta GIS na aplicação de índices de caminhabilidade para cidades, regiões ou comunidades locais; não inclui muitas variáveis importantes, como, por exemplo, presença de parques, continuidade de percursos, acessibilidade, dentre outros
2008	PARK, S.	path walkability	52 indicadores, distribuídos em 8 categorias:características do meio-fio,cruzamentos de pedestres,zonas de buffer (controle), calçada, instalações das calçadas, escala e envoltória, edifícios vizinhos e propriedades	sim	sim	indiretamente	não	estatística, levantamento in loco, análise fatorial	grande dificuldade consta em lidar com a natureza qualitativa da pesquisa em desenho ambiental, o que requer muitos indicadores; alta probabilidade de multicolinearidade - problema evitado utilizando análise fatorial (Cervero & Kockelman)
2009	EVANS, G.	street design index (SDI)	indicadores para promover acessibilidade baseado na plataforma GIS	sim	sim	indiretamente	sim	GIS , mapwalks, observação	desenho urbano é melhor analisado quando se trabalham nas dimensões 2D e 3D
2009	GEBEL et. al.	caminhabilidade percebida vs caminhabilidade objetiva (NEWS)	aferição da correlação entre caminhabilidade percebida e caminhabilidade objetiva	sim	sim	não	sim	estatística descritiva, GIS, pesquisa e-mail	adultos com menor renda, menor nível educacional e sobrepeso estão mais propensos a classificar entornos com alta caminhabilidade como de baixa caminhabilidade. a percepção está mais fortemente atrelada a antecedentes cognitivos e comportamento do que com medidas objetivas. sugere que possa haver uma dimensão subjacente às percepções das pessoas sobre os atributos do ambiente construído, e que, sendo assim, o índice de caminhabilidade global deve ser revisado, incluindo-se medidas compostas de percepções

ANO	AUTOR	CONCEITO ABORDADO	DISCUSSÃO/ PARÂMETROS AVALIADOS	ABORDA CAMINHABILIDADE	ÍNDICE	ABORDA CONFORTO AMBIENTAL	ABORDA GIS	METODOLOGIA/ FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES/ DISCUSSÃO
2009	EWING, R. e HANDY, S.	qualidades do desenho urbano vs caminhabilidade	parâmetos de desenho urbano focado nos seguintes parâmteros: imaginibilidade, legibilidade, encerramento, escala humana, transparência, conexão, complexidade e e coerência	sim	não	sim	não	painel com especialistas, análise Street View, estatistica	esforço em mensurar aspectos qualitativos do desenho urbano; as avaliações foram feitas por especialistas da área, o que pode diferir das opiniões de usuários das ruas
2011	GHIDINI	caminhabilidade	revisão de índices e conceitos relacionados ao tema	sim	não	não	não	n/a	artigo importante ao reforçar, no âmbito nacional a importância da caminhabilidade
2011	CARR, et. al.	Walkscore	análise de rotas caminháveis a amenidades locais	sim	sim	não	sim	ferramenta on line (www.walkscore.com); pontuação que varia de 0 a 100, de acordo com a distância percorrida a pé até uma das treze amenidades no entorno.	ferramenta criada pelo mercado imobiliário em 2007; limitada, visão restrita da caminhabilidade ao analisar apenas um fator
2011	ABLEY, S. e TURNER, S.	índice de caminhabilidade	aborda a avaliação de caminhabilidade a partir de vários modelos matemáticos (geral, por idade, por variáveis ambientais, por segmento de rua e por cruzamentos)	sim	sim	sim	não	estatística	critica o número extenso de modelos matemáticos, aborda as dificuldades de se medir a caminhabilidade ao longo do dia (visão estática da caminhabilidade), comenta a necessidade de abranger pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida nos modelos; trabalho não validado cientificamente.
2012	CAMBRA, P.	índice de caminhabilidade	índice dividido em quatro etapas: global, macro, mezzo e microescala	sim	sim	sim	sim	GIS e levantamento *in loco*	índice bem construído e baseado em referências no tema (ex: FRANK, 2005); tem outros estudos nesta linha (CAMBRA, 2015) e (CAMBRA, 2017), foco ma espacialização dos índices em GIS; considera o clima e iluminação como um dos elementos na análise de conforto na micro escala.
2012	SPECK, J.	dez passos para a caminhabilidade	caminhada útil, caminhada segura, caminhada confortável, caminhada interessante	sim	não	sim	não	n/a	trabalho relevante na discussão teórica sobre caminhabilidade
2012	ADKINS, A. et. al.	auditoria de caminhabilidade (baseada em CLIFTON, 2007 e MICHAEL, 2006)	influência da micro-escala do ambiente construído vs percepção dos residentes quanto à atratividade	sim	sim	indiretamente	não	auditoria ambientae mapas baseados nas respostas de usuários (survey-based respondent mapping tool), estatistica descritiva	conclui quais são as componentes do ambiente construído que afetam as percepções de atratividade para caminhar: ruas verdes, separação de tráfego de veículos, conectividade da rede de pedestres, parques e "abertura limitada"; sugere aplicação em outrso contextos para validação
2012	HINO, et. al.	Indice Dde Caminhabilidade - Espaços de Curitiba (baseado em FRANK,	densidade residencial, conectividade das ruas, uso diversificado do solo e densidade comercial.	sim	sim	não	sim	Estatística, GIS, acelerômetro	Caminhabilidade versus renda
2013	RIBEIRO, L; RIBEIRO, M.	índice de bem estar urbano (IBEU) - observatório das metrópoles	mobilidade urbana, condições ambientais urbanas, condições habitacionais urbanas, condições de serviços coletivos urbanos, infra-estrutura urbana	não	sim	indiretamente	sim	estatistica descritiva, GIS	aborda a concepção de bem-estar urbano como "aquilo que a cidade deve propiciar às pessoas em termos de condições materiais de vida, a serem providas e utilizadas de forma coletiva"; no quesito mobilidade urbana, avalia-se apenas o tempo deslocamento casa-trabalho, considerado um proxy das condições de deslocamento
2013	GEHL, J.	cidades para pessoas	aborda quatro questões humanas como essenciais para o planejamento da cidade bem sucedida: vida, segurança, sustentabilidade e saúde.	sim	não	sim	não	n/a	trabalho relevante no campo do urbanismo que embasa a discussão teórica sobre caminhabilidade

ANO	AUTOR	CONCEITO ABORDADO	DISCUSSÃO/ PARÂMETROS AVALIADOS	ABORDA CAMINHABILIDADE	ÍNDICE	ABORDA CONFORTO AMBIENTAL	ABORDA GIS	METODOLOGIA/ FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES/ DISCUSSÃO
2013	EWING, R. e CLEMENTE, O.	índice de caminhabilidade geral e índice de caminhabilidade percebida	índice de caminhabilidade percebida(imaginibilidade, legibilidade, encerramento, escala humana, transparência, conexão, complexidade e e coerência- ref EWING, 2006)	sim	não	sim	não	painel com especialistas, estatística, levamentos observacionais de campo	afirma que o Google Street View substitui grande parte do levantamento de campo; estatística avançada, método não encoraja urbanistas a adotá-lo
2013	WASHBURN, A.	caminhabilidade vs sustentabilidade	caminhabilidade leva à sustentabilidade, TODnpermite uma mega cidade funcionar como uma cidade policêntrica, local de bairros caminháveis	sim	não	indiretamente	não	n/a	trabalho relevante na discussão teórica sobre caminhabilidade, elenca os benefícios de se utilizar plataforma GIS
2014	RODRIGUES et al.	índice de caminhabilidade	indicadores de caminhabilidade a partir da teoria dos grafos	sim	sim	não	não	estatística	foco em discutir indicadores voltados ao desenho urbano
2015	CRUZ et. al.	índice de atratividade	existência de calçadas, largura das calçadas, qualidade do pavimento das calçadas, continuidade de calçadas, estreiteza do leito carroçável, cobertura vegetal das calçadas, sinalização para o pedestre, fachada ativa	sim	sim	indiretamente	sim	estatística, GIS	atribuição de pesos aos fatores que compõem o índice de atratividade (subjetividade da avaliação)
2016	STOCKTON et. al.	índice de caminhabilidade	densidade residencial, conectividade de ruas, usos do solo - criação de 3 modelos que variam quanto ao agrupamento de usos do solo	sim	sim	não	sim	estatística, GIS	identifica forte correlação entre alta caminhabilidade e caminhar, estudo em Londres
2017	PAIVA, L e SUTTI, D.	índice de caminhabilidade de ruas (ICR)	categoria técnica, categoria percepção, categoria walkscore, vias, qualidade calçadas, mobiliário, travessia, sinalização, edificações, sensações, infraestrutura	sim	sim	indiretamente	não	índice, levantamento in loco, mapas de potencialidades	combina critérios técnicos de análise, com aspectos subjetivos dos pedestres e acesso a amenidades locais
2018	KANG, C.	5 D's - design, density, diversity, destination accessibility, and distance to transit + S (street configuration)	acrescenta o parâmetro de acesso espacial a ambientes de pedestres (configuração da rua) - Reach; Gravity; Betweenness; Closeness; e Straightness	sim	sim	não	sim	estatística, Space Syntax e GIS	retoma análise por meio de Space Syntax
2018	SILVA et. al.	auditoria de caminhabilidade	segmento (infraestrutura para pedestres, largura da calçada, obstáculos sobre a calçada, piso da calçada, arborização seguridade, conflitos com veículos sobre a calçada, atratividade do ambiente, declividade longitudinal, acessibilidade universal no segmento, exposição ao tráfego); travessia (segurança da travessia, acessibilidade universal na travessia)	sim	sim	indiretamente	não	ponderação de notas atribuídas a cada um dos indicadores	população idosa - adaptado de NANYA (2016); ponderação dos indicadores para refletir as premissas levantadas nas análises

ANO	AUTOR	CONCEITO ABORDADO	DISCUSSÃO/ PARÂMETROS AVALIADOS	ABORDA CAMINHABILIDADE	ÍNDICE	ABORDA CONFORTO AMBIENTAL	ABORDA GIS	METODOLOGIA/ FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES/ DISCUSSÃO
2018	CARVALHO, I.	índice de caminhabilidade para o município de Belo Horizonte	27 indicadores agrupados: Acessibilidade; Atratividade; Conectividade; conforto (bancos para assentar, proteção contra intempéries, infraestrutura pluvial); Segurança Pública; Segurança Viária; Uso do Solo; Travessia;	sim	sim	sim	não	ponderação de notas atribuídas a cada um dos indicadores	extensa análise de indicadores e metodologias; grande número de indicadores selecionados pode gerar alguma redundância na análise; analisa segmento de calçada e não a rua como um todo
2018	PIRES, I.	Índice de Caminhabilidade de Macro e Micro Escala (ICMME)	42 indicadores, agrupados por temas: - estrutura urbana: desenho urbano, densidade, diversidade; - calçada: segurança, seguridade, conforto e atratividade; - intersecção: segurança e conforto, ponto de ônibus: segurança e conforto	sim	sim	sim	não	Índice com pontuação,questionários,	Conforto referente a aspectos físicos, de mobiliário urbano e de manutenção
2018	ITDP BRASIL	Índice de caminhabilidade (iCam - versão revisada de 2016)	calçada(largura, pavimentação), mobilidade (dimensão da quadra, distância a pé ao transporte), atração (fachadas fisicamente permeáveis, fachadas visualmente permeáveis, uso misto, uso público diurno e noturno), segurança viária (tipologia da rua, travessias), segurança pública (iluminação, fluxo de pedestres diurno e noturno), ambiente (sombra e abrigo, poluição sonora, coleta de lixo e limpeza)	sim	sim	sim	sim	índice - escala de pontos	primeira versão lançada em 2016, revisada em 2018; trata aspectos físicos da calçada e aspectos de conforto ambiental - indicadores que somam aspectos qualitativos e quantitativos, depende de observação pessoal - subjetividade, agrupamento subjetivo das categorias foco no segmento de calçada, para análises mais abrangentes, sugere-se adotar o modelo do ITDP Global
2018	ITDP GLOBAL	Pedestrians First Tool	indicadores de caminhabilidade em três escalas (cidade, bairro, nível da rua)	sim	sim	sim	sim	checklist de parâmetros in loco e GIS	mais abrangente que o índice de caminhabilidade do ITDP Brasil, por abordar as três escalas da cidade (macro, meso e microescala)
2019	AL SHAMMAS , T.; ESCOBAR, F.	Dynamic Walkability Index	População, atividades, conectividade e indicadores de conforto (ruído, sol e sombra)	sim	sim	sim	sim	GIS	Inclui conforto ambiental, caminhabilidade dinâmica

ANEXO 2. Zonas OD enquadradas nas quatro tipologias da seleção de caso. Fonte: Elaboração Própria.

Zona OD	Nome da Zona	TIPOLOGIAS (ICMacro vs. Índice de Deslocamentos a Pé)
1	Sé	ALTO/ALTO
2	Parque Dom Pedro	ALTO/ALTO
5	República	ALTO/ALTO
6	Santa Ifigênia	ALTO/ALTO
13	João Teodoro	ALTO/BAIXO
17	Gasômetro	ALTO/BAIXO
24	Liberdade	ALTO/ALTO
27	Bela Vista	ALTO/ALTO
31	Vila Buarque	ALTO/ALTO
32	Consolação	ALTO/ALTO
33	Pacaembu	BAIXO/BAIXO
35	Santa Cecília	ALTO/ALTO
37	Rudge	ALTO/BAIXO
39	Belém	BAIXO/BAIXO
42	Celso Garcia	ALTO/BAIXO
47	Vila Bertioga	BAIXO/BAIXO
51	Chácara Klabin	BAIXO/BAIXO
68	Chácara Itaim	ALTO/ALTO
73	Berrini	ALTO/ALTO
79	Trianon	ALTO/ALTO
82	Pinheiros	ALTO/ALTO
85	Cardoso de Almeida	BAIXO/BAIXO
89	Vila Anglo Brasileira	BAIXO/BAIXO
92	Barra Funda	ALTO/BAIXO
93	Francisco Matarazzo	ALTO/ALTO
95	Vila Beatriz	BAIXO/BAIXO
96	Alto de Pinheiros	BAIXO/BAIXO
97	Boaçava	BAIXO/BAIXO
100	Lapa	ALTO/ALTO
103	Gavião Peixoto	BAIXO/BAIXO
104	Bela Aliança	BAIXO/BAIXO
114	Parque do Jaraguá	BAIXO/BAIXO
118	Anhanguera	BAIXO/BAIXO
119	Perus	BAIXO/ALTO
120	Vista Alegre	BAIXO/BAIXO
128	Carandiru	ALTO/BAIXO
130	Zaki Narchi	BAIXO/BAIXO
132	Parque Anhembi	BAIXO/BAIXO
138	Limão	ALTO/BAIXO
143	Reserva da Cantareira	BAIXO/BAIXO
145	Horto Florestal	BAIXO/BAIXO
146	ETA Guaraú	BAIXO/BAIXO
149	Cantareira	BAIXO/BAIXO
164	Vila Guilherme	ALTO/BAIXO
167	Tatuapé	ALTO/ALTO
177	Parque Ecológico do Tietê	BAIXO/BAIXO
178	USP Leste I	BAIXO/BAIXO
179	USP Leste II	BAIXO/BAIXO
180	Ermelino Matarazzo	ALTO/ALTO
218	Artur Alvim	ALTO/ALTO
224	Parque do Carmo	BAIXO/BAIXO
230	Santa Etelvina	BAIXO/ALTO
253	Tamanduateí	BAIXO/BAIXO
268	Joaquim Nabuco	BAIXO/BAIXO
271	Congonhas	BAIXO/BAIXO
272	Jardim Aeroporto	BAIXO/BAIXO
283	Vila Sabará	BAIXO/BAIXO
291	Jardim Presidente	BAIXO/ALTO
294	Cocaia	BAIXO/ALTO
296	Bororé	BAIXO/BAIXO
297	Jaceguava	BAIXO/BAIXO
298	Parelheiros	BAIXO/ALTO
299	Marsilac	BAIXO/BAIXO
302	Santo Amaro	ALTO/ALTO
303	Vila Miranda	ALTO/ALTO
304	Jardim São Luís	ALTO/ALTO
305	Centro Empresarial	ALTO/ALTO
306	Guarapiranga	BAIXO/ALTO
307	Jardim Capela	BAIXO/ALTO
316	Morumbi	BAIXO/BAIXO
317	Jóquei Clube	BAIXO/BAIXO
341	Jardim Caxingui	BAIXO/BAIXO

Anexo 3 - Índice de Conforto Térmico do Pedestre (ICTP) – escala de acordo às categorias de estresse térmico do UTCI.

Caso não haja a calibração do índice UTCI para o local analisado, recomenda-se adotar a seguinte escala de pontuação do ICTP, com base nas zonas de estresse térmico:

Índice de Conforto Térmico do Pedestre – ICTP

UTCI <-40°C	0.00	(desconforto térmico - extremo estresse por frio)
-40 °C ≤ UTCI < -27 °C	0.20	(desconforto térmico – muito forte estresse por frio)
-27 °C ≤ UTCI < -13 °C	0.40	(desconforto térmico – forte estresse por frio)
-13°C ≤ UTCI < 0 °C	0.60	(desconforto térmico – moderado estresse por frio)
0 °C ≤ UTCI < 9 °C	0.80	(desconforto térmico – leve estresse por frio)
9 °C ≤ UTCI < 26 °C	1.00	(conforto térmico do pedestre – sem estresse térmico)
26 °C ≤ UTCI < 32 °C	0.75	(desconforto térmico – leve estresse por calor)
32 °C ≤ UTCI < 38 °C	0.50	(desconforto térmico – moderado estresse por calor)
38 °C ≤ UTCI < 46 °C	0.25	(desconforto térmico – forte estresse por calor)
46° C ≤ UTCI	0.00	(desconforto térmico – extremo estresse por calor)

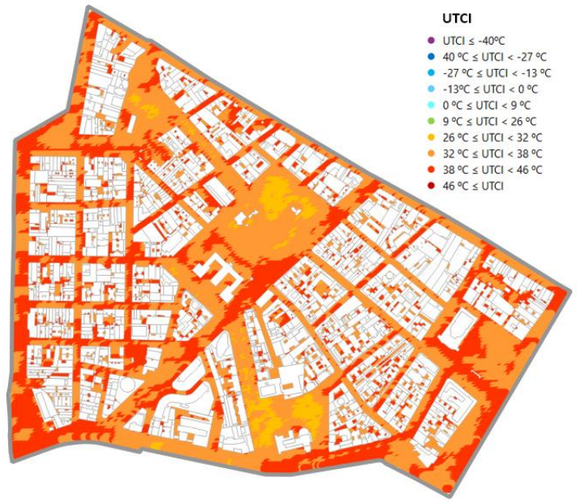
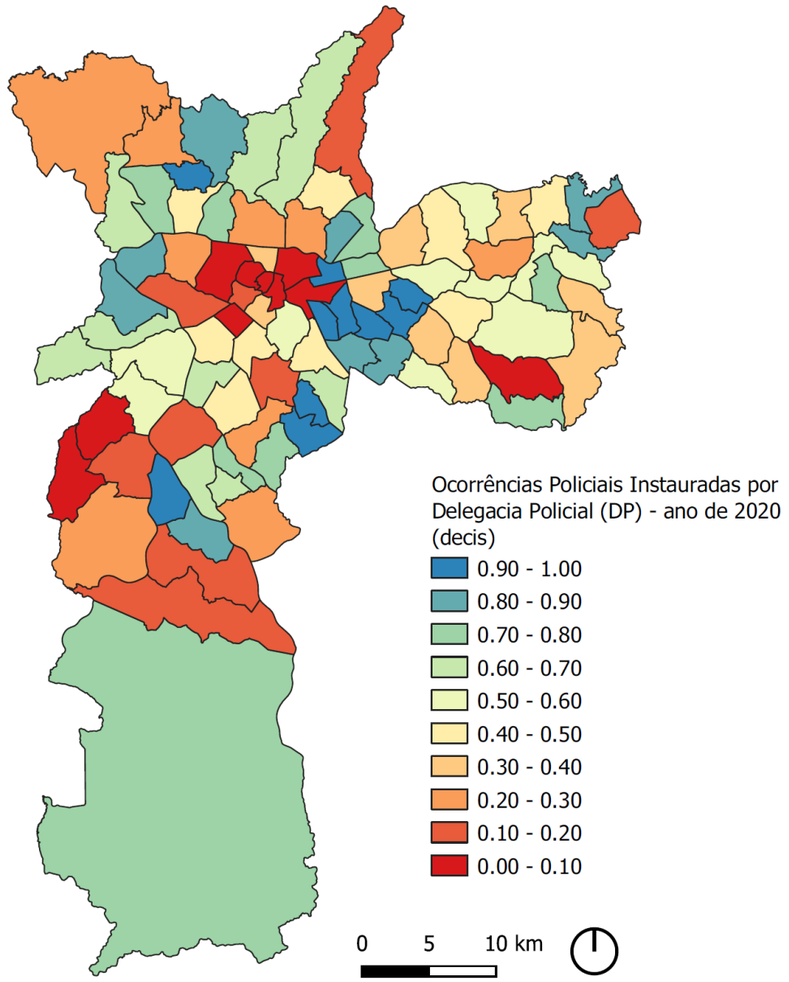


Figura A3.1. Exemplo de mapa de ICTP produzido – zona OD república – a partir da escala universal de estresse térmico do UTCI. Fonte: Elaboração Própria.

Anexo 4. Classificação das Delegacias Policiais do município de São Paulo quanto ao número de ocorrências policiais*

Obs. Análise do Número Total de Ocorrências Policiais Instauradas por Delegacia Policial (DP) (dados de 2020); classificação das DPs em decis.



Anexo 5. Planilhas de Avaliação – Exemplo da Zona OD Barra Funda

Este anexo contém, para tipologia Zona OD Barra Funda:

Anexo 5.1. Planilha com dados de entrada da simulação acústica, extraída do CadnaA

Anexo 5.2. Planilha de avaliação ergonômica

Anexo 5.1. Planilha com dados de entrada da simulação acústica, extraída do CadnaA

Nome	Lme			Contagem exata dos Dados				Limite de	SCS	Superfície	
	Dia	Início de Noite:	Noite	M		p (%)		Auto	Dist.	Dstro	Tipo
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	Dia	Noite	Dia	Noite	(km/h)		(dB)	
AC CASA VERDE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	11	0.0	8
AC CASA VERDE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	8.8	0.0	8
AC DIREITO A PONTE DO LIMAO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	10	0.0	8
AC ESQUERDO A AV PRES C BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	13.8	-4.0	8
AC VIA	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6.7	0.0	8
AC PRES CASTELO BRANCO	71.7	-5.3	-5.3	6548.0	0.0	4.5	0.0	90	7.2	-4.0	8
AV ANTARTICA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	22.6	0.0	8
AV ANTARTICA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	22.6	0.0	8
AV ANTARTICA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	8.1	0.0	8
AV JOAQUIM DA ROCHA FERREIRA	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	0	0.0	8
AV JOAQUIM DA ROCHA FERREIRA	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	17	0.0	8
AV ORDEM E PROGRESSO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	9.6	0.0	8
AV ORDEM E PROGRESSO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	23.5	0.0	8
AV ORDEM E PROGRESSO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	13.3	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	8.6	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	11	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	13.6	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.9	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	10.6	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	7	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	9	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	13.1	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	4.6	0.0	8
AV THOMAS EDISON	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	7.4	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	11	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	11.8	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	9.2	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	15.4	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	13.2	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	15.1	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	18	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	10.4	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	9.6	0.0	8
AV DR ABRAAO RIBEIRO	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	16.1	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	11.1	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	14	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	28.1	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	8	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	11.2	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12.4	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12.4	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	10.3	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12.6	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	11.5	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12.2	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12.7	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	6.9	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	19.1	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	15.8	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	5.7	0.0	8
AV MARQ DE SAO VICENTE	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	16.4	0.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	12.4	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	9.6	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	10.7	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	10	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	9.7	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	12.3	-4.0	8

Nome	Lme			Contagem exata dos Dados				Limite de	SCS	Superfície	
	Dia	Início de Noite:	Noite	M		p (%)		Auto	Dist.	Dstro	Tipo
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	Dia	Noite	Dia	Noite	(km/h)		(dB)	
AV PRES CASTELO BRANCO	69.8	-7.9	-7.9	6548.0	0.0	4.5	0.0	70	11.1	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	71.5	-5.3	-5.3	6548.0	0.0	4.5	0.0	90	15	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	71.5	-5.3	-5.3	6548.0	0.0	4.5	0.0	90	13.9	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	71.5	-5.3	-5.3	6548.0	0.0	4.5	0.0	90	15	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	71.5	-5.3	-5.3	6548.0	0.0	4.5	0.0	90	15	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	71.5	-5.3	-5.3	6548.0	0.0	4.5	0.0	90	13.9	-4.0	8
AV PRES CASTELO BRANCO	71.5	-5.3	-5.3	6548.0	0.0	4.5	0.0	90	16	-4.0	8
PC JOSE DA COSTA BOUCINHAS	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	0	0.0	8
PC LUIZ CARLOS MESQUITA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	0	0.0	8
PC LUIZ CARLOS MESQUITA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	17.2	0.0	8
PC LUIZ CARLOS MESQUITA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	3.5	0.0	8
PC LUIZ CARLOS MESQUITA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	9.9	0.0	8
PC LUIZ CARLOS MESQUITA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	18	0.0	8
PC COMTE RAFAEL DELGADO SOBRIN	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	0	0.0	8
PTE DO LIMAO-ADHEMAR F. DA SILVA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	10	0.0	8
PTE DO LIMAO-ADHEMAR F. DA SILVA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	10	0.0	8
PTE DO LIMAO-ADHEMAR F. DA SILVA	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	7.9	0.0	8
R BRAS GARCIA DE MASCARENHAS	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	5	0.0	8
R BRAS GARCIA DE MASCARENHAS	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	8.3	0.0	8
R FEDERACAO PAULISTA DE FUTEBO	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	8.8	0.0	8
R GASPAR RICARDO JUNIOR	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.9	0.0	8
R GASPAR RICARDO JUNIOR	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	4.7	0.0	8
R GUSTAV WILLI BORGHOFF	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	7.4	0.0	8
R HELIO DE BARROS	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12.2	0.0	8
R HELIO DE BARROS	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	10.8	0.0	8
R INHAUMA	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.6	0.0	8
R INHAUMA	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	8.7	0.0	8
R JOAQUIM MANUEL DE MACEDO	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6.1	0.0	8
R JOAQUIM MANUEL DE MACEDO	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	8.7	0.0	8
R JOSE ANTONIO MUNIZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5	0.0	8
R JOSE GOMES FALCAO	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.8	0.0	8
R JOSE ANTONIO MUNIZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5	0.0	8
R JOSE GOMES FALCAO	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.8	0.0	8
R JOSE GOMES FALCAO	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.2	0.0	8
R JOSE GOMES FALCAO	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.8	0.0	8
R JOSE GOMES FALCAO	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.5	0.0	8
R JOSE GOMES FALCAO	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.8	0.0	8
R OSMAR ROSA	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	6.1	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	12.7	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6.3	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	4.8	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	0	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	4.4	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	0	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	12.2	0.0	8
R QUIRINO DOS SANTOS	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.1	0.0	8
R RUBENS PORTA NOVA	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	10.8	0.0	8
R WALFRIDO DE GRAMMONT	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9.9	0.0	8
R DA VARZEA	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	12	0.0	8
R DA VARZEA	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.1	0.0	8
R DA VARZEA	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	9.2	0.0	8
R DA VARZEA	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.9	0.0	8
R DA VARZEA	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.3	0.0	8
R DA VARZEA	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	7.5	0.0	8
R DO BOSQUE	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	9.5	0.0	8
R DO BOSQUE	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6	0.0	8
R DO BOSQUE	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	13	0.0	8
R DO BOSQUE	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	4.4	0.0	8
R DO BOSQUE	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.2	0.0	8
R DO BOSQUE	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.5	0.0	8
R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6.6	0.0	8
R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	5.2	0.0	8

Nome	Lme			Contagem exata dos Dados				Limite de	SCS	Superfície	
	Dia	Início de Noite:	Noite	M		p (%)		Auto	Dist.	Dstro	Tipo
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	Dia	Noite	Dia	Noite	(km/h)		(dB)	
R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	9	0.0	8
R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6.8	0.0	8
R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	6.6	0.0	8
R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	7.7	0.0	8
R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	56.3	-7.8	-7.8	200.0	0.0	6.3	0.0	40	7.1	0.0	8
R DR JOAO FAIRBANKS	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	4.5	0.0	8
R DR JOAO FAIRBANKS	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	4	0.0	8
R DR JOAO FAIRBANKS	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	7.9	0.0	8
R DR RUBENS MEIRELES	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	11.5	0.0	8
R DR RUBENS MEIRELES	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	11.4	0.0	8
R DR RUBENS MEIRELES	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	12.4	0.0	8
R JORN ALOYSIO BIONDI	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	7	0.0	8
R JORN ALOYSIO BIONDI	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	5.5	0.0	8
R JORN ALOYSIO BIONDI	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	8	0.0	8
R PROF JOAQUIM MONTEIRO DE CARV	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	12.8	0.0	8
VD ANTARCTICA-OBERDAN CATTANI	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	9	0.0	8
VD ANTARCTICA-OBERDAN CATTANI	68.3	-5.2	-5.2	1500.0	0.0	9.1	0.0	60	7.2	0.0	8
VIA SEM DENOMINACAO (BFU)	48.4	-8.8	-8.8	50.0	0.0	4.8	0.0	30	9	0.0	8

Anexo 5.2. Planilha de avaliação ergonômica

							CAT. 1 - SEGURANÇA VIÁRIA				CAT. 2 - SEGURANÇA PÚBLICA		CAT. 3 - QUALIDADE DO PERCURSO					CAT. 4 - ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE			CAT. 5- MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE			
id	Nome do logradouro	Classificação Viária	CET ÁREAS 30 E 40	Velocidade Veículos (km/h)	zona da calçada	Largura mínima da calçada (fluxo)	1.1. tipologia da via	1.2. velocidade das vias	1.3. faixa de pedestre	1.4. índice de acidentes	2.1. postes de iluminação	2.2.inquéritos policiais	3.1. presença de calçadas	3.2. continuidade das calçadas	3.3. largura mínima das calçadas	3.4. declividade máxima da calçada	3.5. presença de arborização	4.1. fachada ativa	4.2. pontos de interesse	4.3. permeabilidade da fachada	5.1. infraestrutura cicloviária	5.2. acesso a transporte coletivo	5.3. tamanho das quadras adjacentes	ICEP
1	AC PRES CASTELO BRANCO	VTR	não	90	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.233
2	AV PRES CASTELO BRANCO	ARTERIAL	não	70	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0.367
3	R JOSE GOMES FALCAO	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0.493
4	R GASPAR RICARDO JUNIOR	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.530
5	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.443
6	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0.460
7	AV PRES CASTELO BRANCO	ARTERIAL	não	70	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0.207
8	R BRAS GARCIA DE MASCARENHAS	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.560
9	R DA VARZEA	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.403
10	R DR JOAO FAIRBANKS	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.413
11	AV PRES CASTELO BRANCO	VTR	não	90	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.167
12	R JOSE GOMES FALCAO	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0.560
13	R JORN ALOYSIO BIONDI	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.403
14	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.487
15	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0.443
16	AC CASA VERDE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.600
17	R BRAS GARCIA DE MASCARENHAS	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.650
18	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0.420
19	R INHAUMA	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0.570
20	AV PRES CASTELO BRANCO	ARTERIAL	não	70	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0.433
21	R DR RUBENS MEIRELES	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.480
22	AV ORDEM E PROGRESSO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0.403
23	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.443
25	R QUIRINO DOS SANTOS	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0.627
27	R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0.653
28	R JOAQUIM MANUEL DE MACEDO	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.347
30	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.537
31	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.617
32	R JOAQUIM MANUEL DE MACEDO	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.413
33	R PROF JOAQUIM MONTEIRO DE CARVALHO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.460
34	R DO BOSQUE	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0.530
35	PC COMTE RAFAEL DELGADO SOBRINHO	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.610
36	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0.587
37	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0.420
38	R DR RUBENS MEIRELES	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.413
39	R DO BOSQUE	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.530
40	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0.470
41	R JOSE GOMES FALCAO	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.510
42	PC LUIZ CARLOS MESQUITA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.567
43	R GASPAR RICARDO JUNIOR	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.530
44	AC DIREITO A PONTE DO LIMAO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.560

							CAT. 1 - SEGURANÇA VIÁRIA				CAT. 2 - SEGURANÇA PÚBLICA		CAT. 3 - QUALIDADE DO PERCURSO					CAT. 4 - ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE			CAT. 5- MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE			
id	Nome do logradouro	Classificação Viária	CET ÁREAS 30 E 40	Velocidade Veículos (km/h)	zona da calçada	Largura mínima da calçada (fluxo)	1.1. tipologia da via	1.2. velocidade das vias	1.3. faixa de pedestre	1.4. índice de acidentes	2.1. postes de iluminação	2.2.inquéritos policiais	3.1. presença de calçadas	3.2. continuidade das calçadas	3.3. largura mínima das calçadas	3.4. declividade máxima da calçada	3.5. presença de arborização	4.1. fachada ativa	4.2. pontos de interesse	4.3. permeabilidade da fachada	5.1. infraestrutura cicloviária	5.2. acesso a transporte coletivo	5.3. tamanho das quadras adjacentes	ICEP
45	R JORN ALOYSIO BIONDI	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0.520
46	PC LUIZ CARLOS MESQUITA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.617
47	R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0.587
48	AV PRES CASTELO BRANCO	ARTERIAL	não	70	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0.327
49	PC JOSE DA COSTA BOUCINHAS	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.550
51	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.627
52	R QUIRINO DOS SANTOS	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.283
53	R JOSE ANTONIO MUNIZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.347
54	R DR RUBENS MEIRELES	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.480
55	AV PRES CASTELO BRANCO	VTR	não	90	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.167
56	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.577
57	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.577
58	AV PRES CASTELO BRANCO	ARTERIAL	não	70	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0.353
60	R JORN ALOYSIO BIONDI	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0.533
61	AV PRES CASTELO BRANCO	ARTERIAL	não	70	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0.287
62	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0.577
63	PTE DO LIMAO-ADHEMAR F. DA SILVA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0.393
64	AC CASA VERDE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.667
65	R WALFRIDO DE GRAMMONT	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.453
66	R OSMAR ROSA	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.373
67	R QUIRINO DOS SANTOS	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.183
69	AV ANTARTICA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.297
70	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0.643
71	PC LUIZ CARLOS MESQUITA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.617
72	VIA SEM DENOMINACAO (BFU)	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0.427
73	R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.347
74	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.393
75	AV PRES CASTELO BRANCO	VTR	não	90	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.167
76	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0.487
77	AV PRES CASTELO BRANCO	VTR	não	90	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.167
78	R HELIO DE BARROS	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.420
79	R DO BOSQUE	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.530
80	PC LUIZ CARLOS MESQUITA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.617
81	R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0.430
82	R DA VARZEA	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0.430
83	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0.470
84	R DO BOSQUE	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0.530
85	R RUBENS PORTA NOVA	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.317
86	R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0.537
87	AV PRES CASTELO BRANCO	VTR	não	90	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.167
89	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.600

							CAT. 1 - SEGURANÇA VIÁRIA				CAT. 2 - SEGURANÇA PÚBLICA		CAT. 3 - QUALIDADE DO PERCURSO					CAT. 4 - ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE			CAT. 5- MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE			
id	Nome do logradouro	Classificação Viária	CET ÁREAS 30 E 40	Velocidade Veículos (km/h)	zona da calçada	Largura mínima da calçada (fluxo)	1.1. tipologia da via	1.2. velocidade das vias	1.3. faixa de pedestre	1.4. índice de acidentes	2.1. postes de iluminação	2.2.inquéritos policiais	3.1. presença de calçadas	3.2. continuidade das calçadas	3.3. largura mínima das calçadas	3.4. declividade máxima da calçada	3.5. presença de arborização	4.1. fachada ativa	4.2. pontos de interesse	4.3. permeabilidade da fachada	5.1. infraestrutura cicloviária	5.2. acesso a transporte coletivo	5.3. tamanho das quadras adjacentes	ICEP
90	PTE DO LIMAO-ADHEMAR F. DA SILVA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0.393
91	R JOSE GOMES FALCAO	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.577
92	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.667
93	AV PRES CASTELO BRANCO	VTR	não	90	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.167
94	AC VIA	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.453
95	R DO BOSQUE	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.463
96	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0.550
97	R HELIO DE BARROS	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0.470
98	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0.470
99	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0.377
100	R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0.693
101	R DA VARZEA	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0.493
102	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0.480
103	AV PRES CASTELO BRANCO	ARTERIAL	não	70	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.393
104	R INHAUMA	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.520
105	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0.393
106	R JOSE GOMES FALCAO	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.577
108	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0.563
109	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0.510
111	R FEDERACAO PAULISTA DE FUTEBOL	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.463
112	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0.693
113	R DO BOSQUE	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0.490
115	AV DR ABRAAO RIBEIRO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0.500
116	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0.603
117	R DR JOAO FAIRBANKS	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.463
118	AV MARQ DE SAO VICENTE	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0.483
121	R QUIRINO DOS SANTOS	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0.577
122	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0.683
123	R DR BENTO TEOBALDO FERRAZ	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0.497
124	R DA VARZEA	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.403
126	AV ORDEM E PROGRESSO	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0.433
127	AV THOMAS EDISON	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0.693
128	VD ANTARCTICA-OBERDAN CATTANI	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0.393
129	R DA VARZEA	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0.453
130	R GUSTAV WILLI BORGHOFF	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0.337
131	VD ANTARCTICA-OBERDAN CATTANI	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.337
132	R DR JOAO FAIRBANKS	LOCAL	não	30	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.363
133	R QUIRINO DOS SANTOS	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0.627
134	R QUIRINO DOS SANTOS	COLETORA	não	40	mista	2.02	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1		1	0	1	0	1	1	0.537
135	PTE DO LIMAO-ADHEMAR F. DA SILVA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0.433
136	PC LUIZ CARLOS MESQUITA	ARTERIAL	não	60	mista	2.02	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.617

Anexo 6. Mapas extras produzidos por tipologia analisada

Este anexo contém, para cada tipologia analisada (Zona OD República, Zona OD Barra Funda, Zona OD Vila Anglo Brasileira e Zona OD Jardim Presidente):

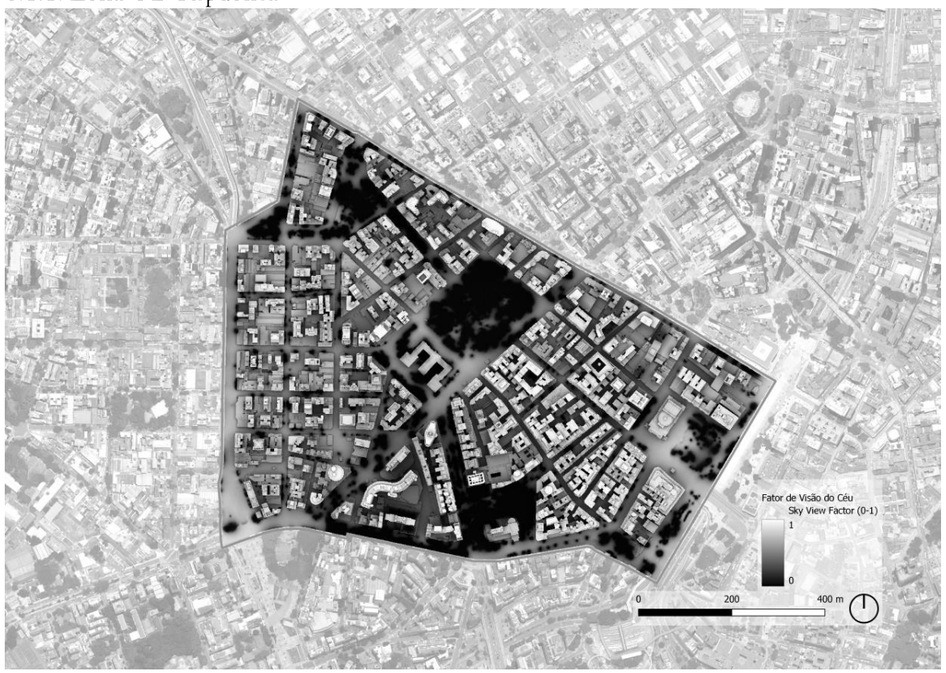
Anexo 6.1. Mapas de Fator de Visão de Céu (*Sky View Factor*)

Anexo 6.2. Mapa de Temperatura Radiante Média (Trmt) nos solstícios de verão e inverno

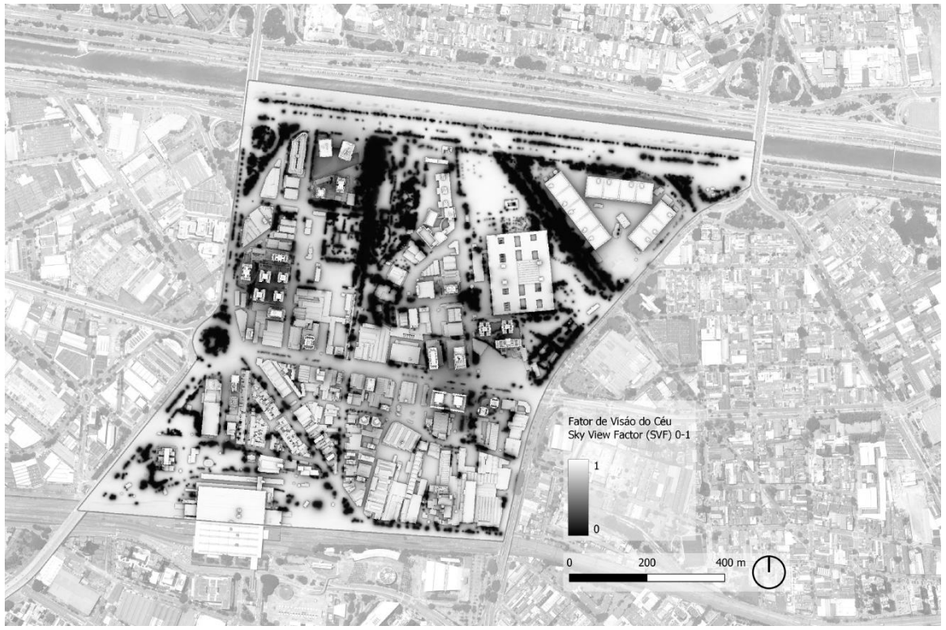
Anexo 6.3. Mapas desagregados da Avaliação Ergonômica (por categoria)

Anexo 6.1. Mapas de Fator de Visão de Céu (*Sky View Factor*)

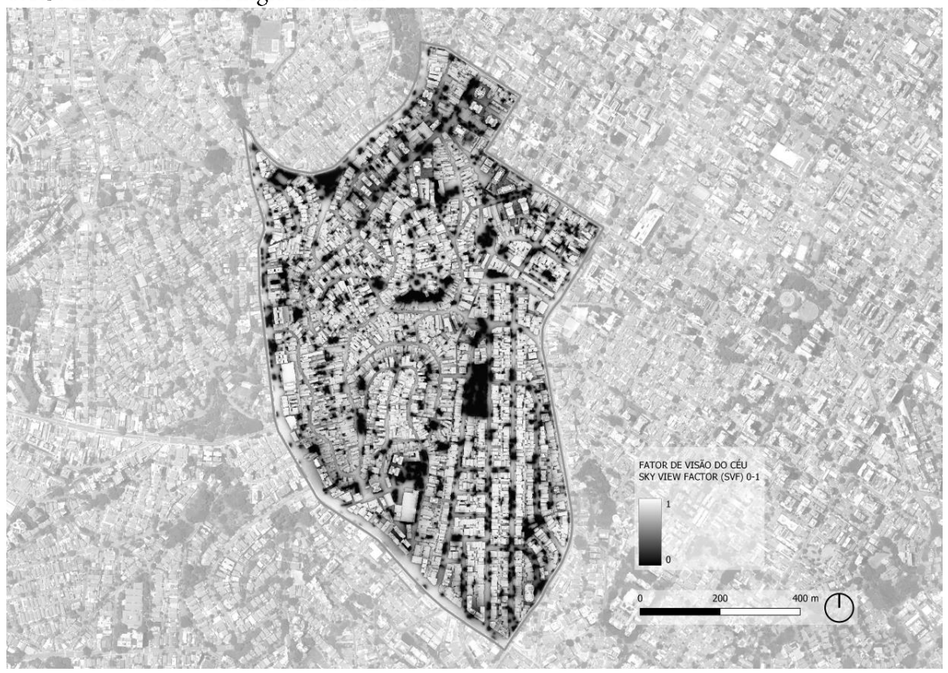
6.1.1. Zona OD República



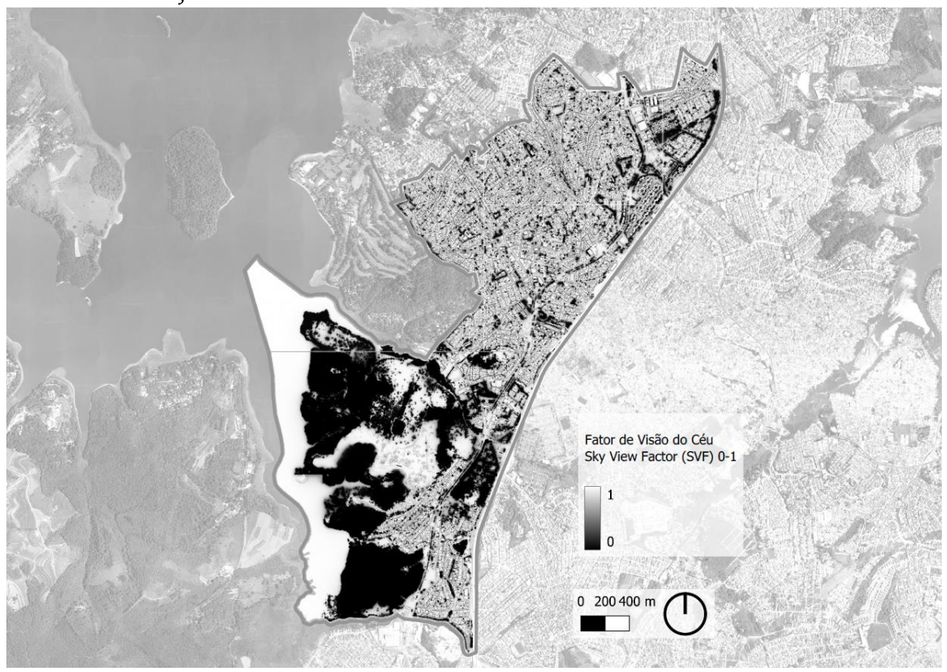
6.1.2. Zona OD Barra Funda



6.1.3. Zona OD Vila Anglo Brasileira

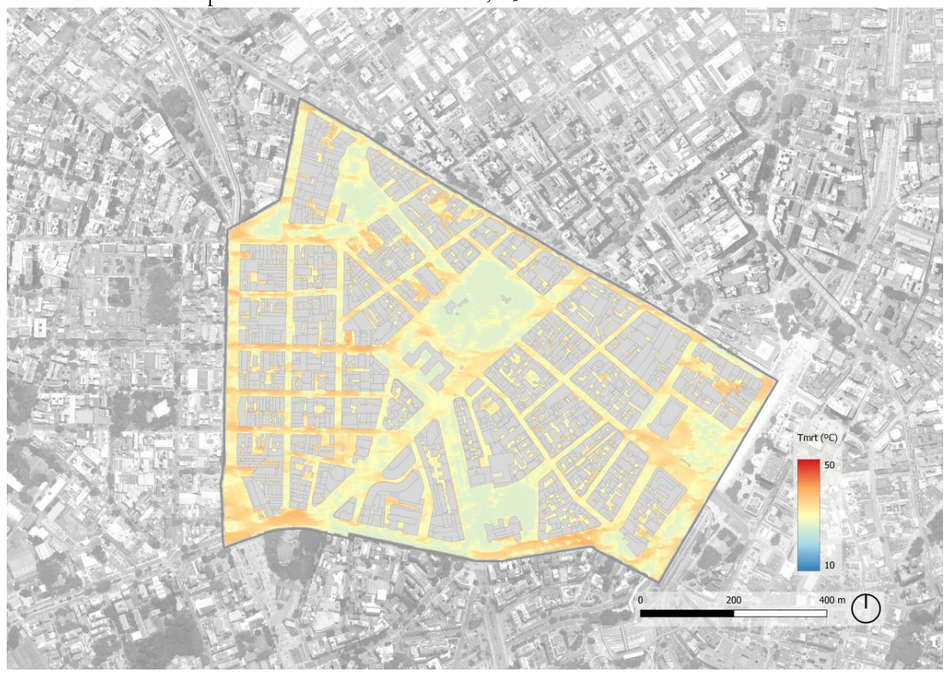


6.1.4. Zona OD Jardim Presidente

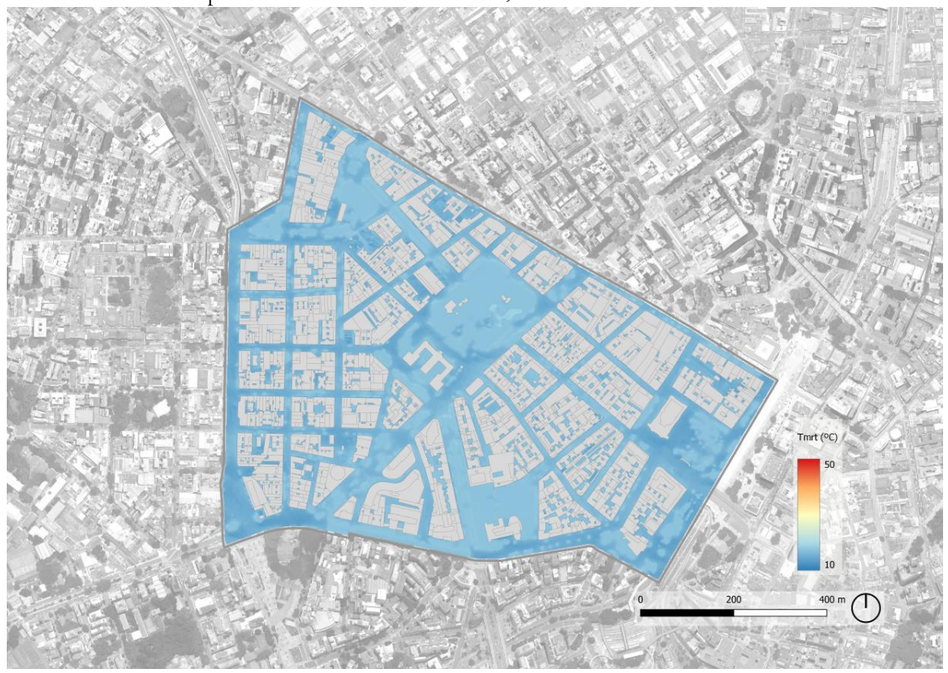


Anexo 6.2. Mapa de Temperatura Radiante Média (Trmt) nos solstícios de verão e inverno

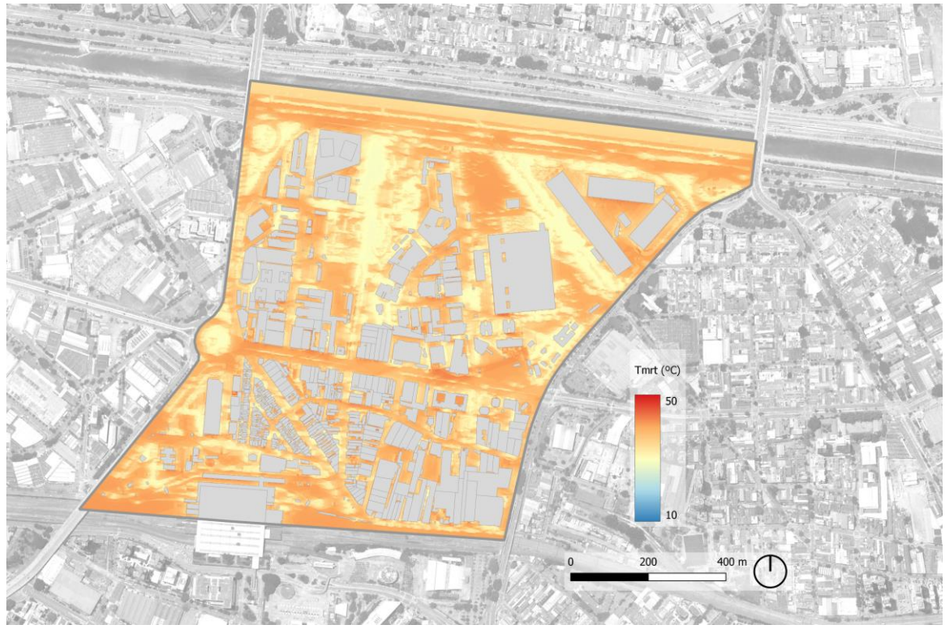
6.2.1. Zona OD República – Solstício de Verão, 15h00



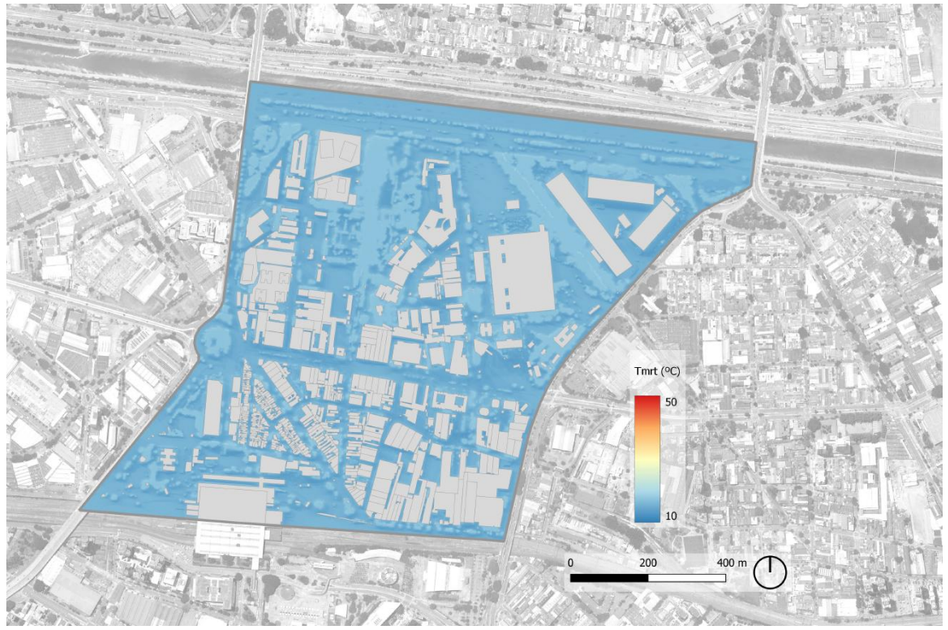
6.2.2. Zona OD República – Solstício de Inverno, 8h00



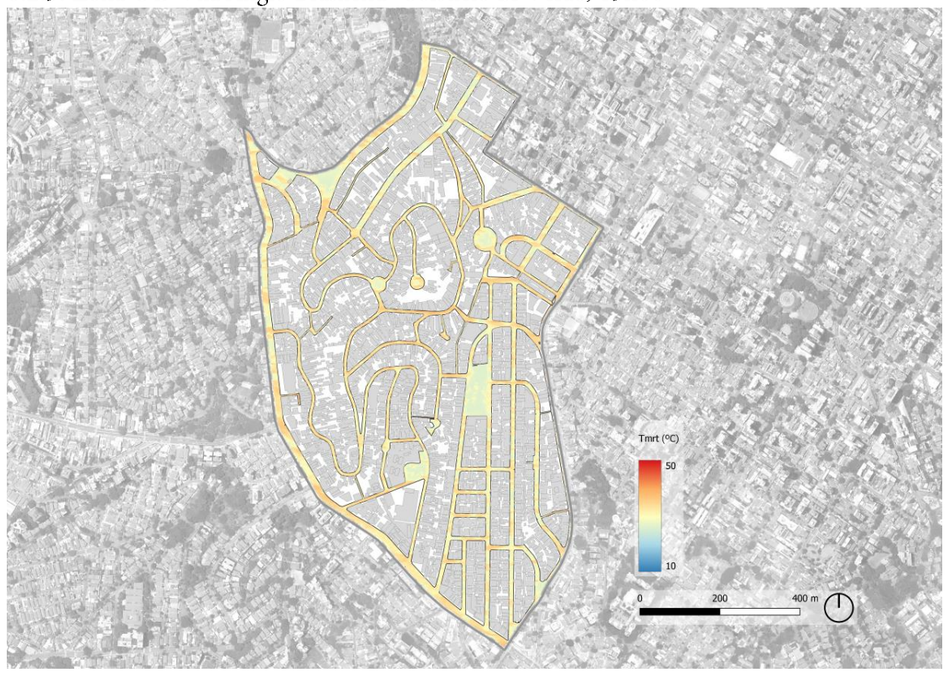
6.2.3. Zona OD Barra Funda – Solstício de Verão, 15h00



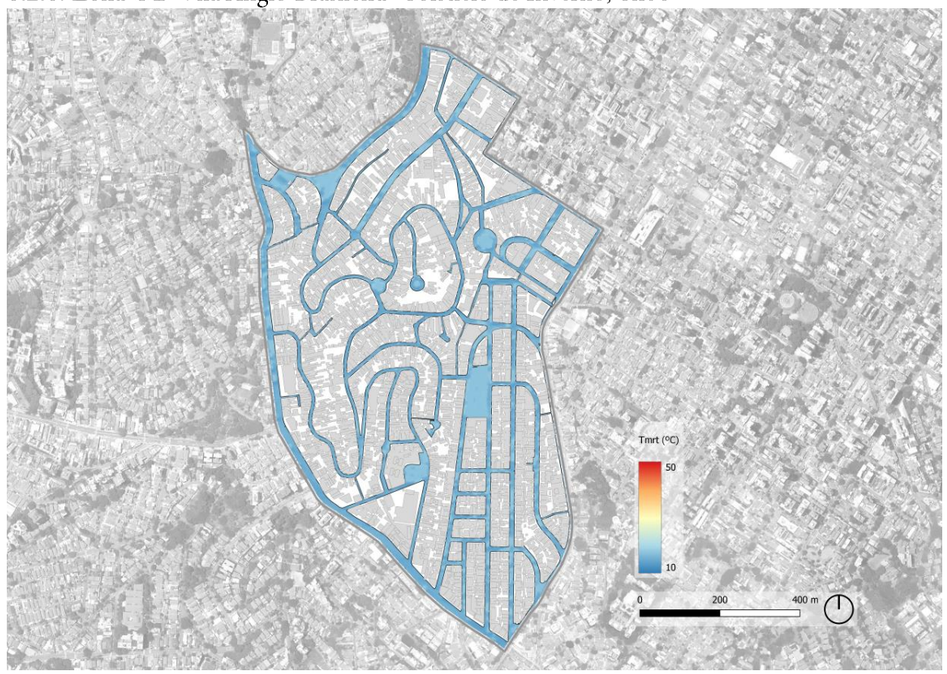
6.2.4. Zona OD Barra Funda – Solstício de Inverno, 8h00



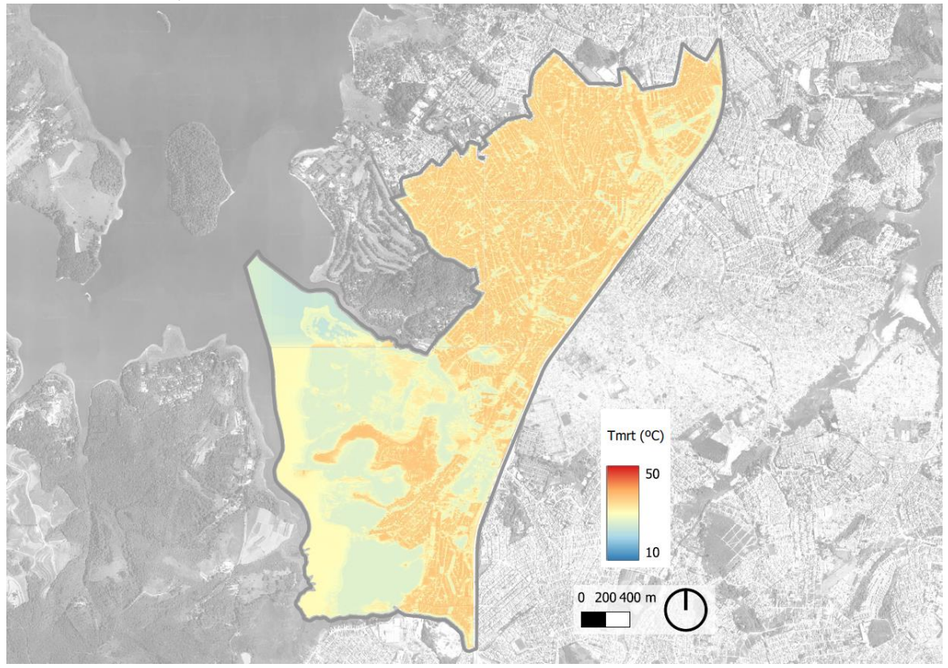
6.2.5. Zona OD Vila Anglo Brasileira– Solstício de Verão, 15h00



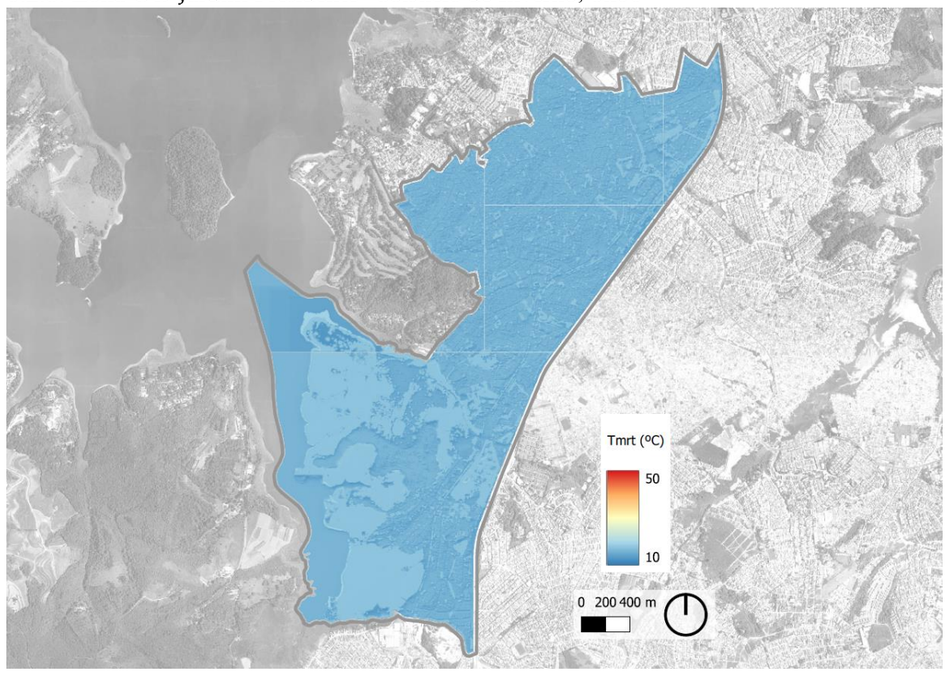
6.2.6. Zona OD Vila Anglo Brasileira– Solstício de Inverno, 8h00



6.2.7. Zona OD Jardim Presidente– Solstício de Verão, 15h00



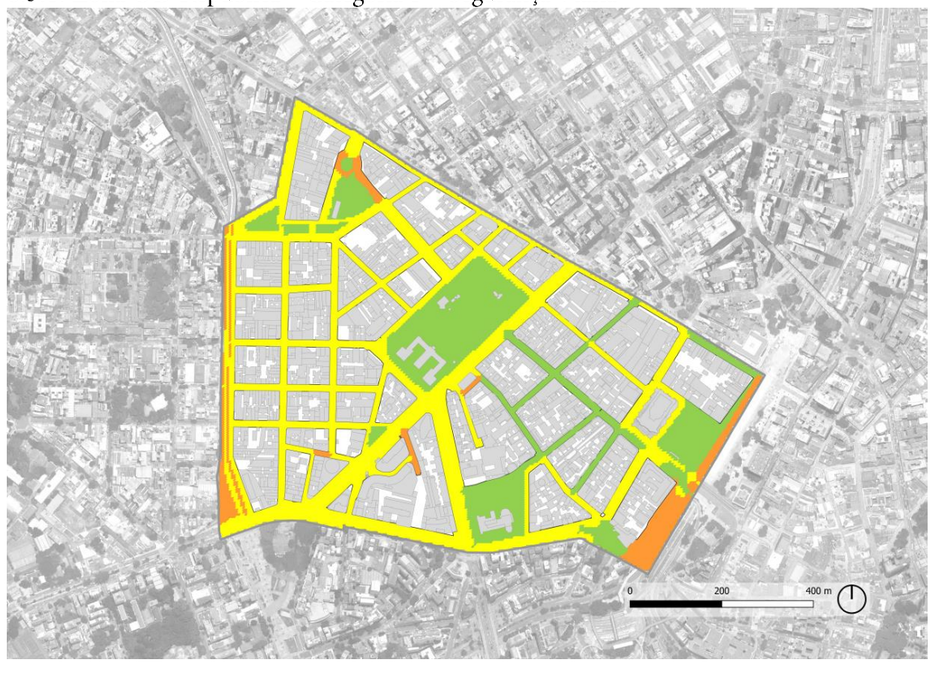
6.2.8. Zona OD Jardim Presidente– Solstício de Inverno, 8h00



Anexo 6.3. Mapas desagregados da Avaliação Ergonômica (por categoria)

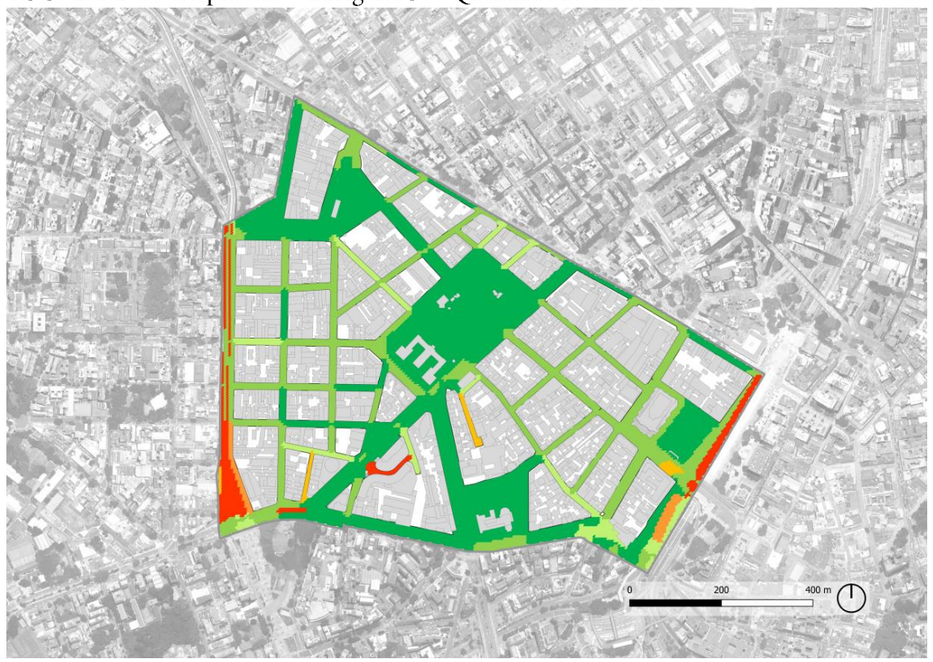
(Obs: Escala de cores segue padrão utilizado no índice ICEP)

6.3.1. Zona OD República – Categoria 1 – Segurança Viária

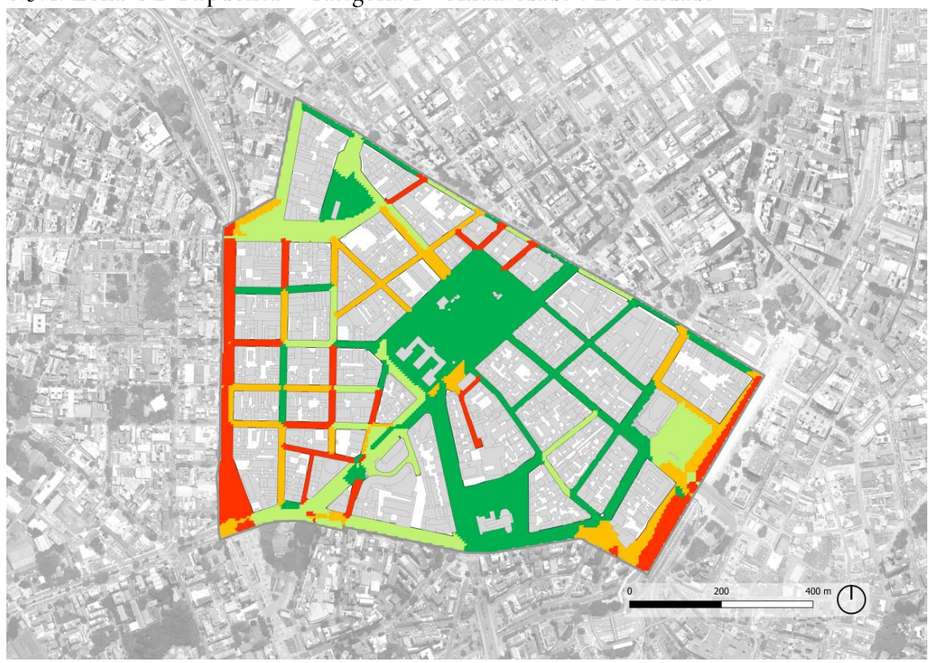


6.3.2. Zona OD República – Categoria 2 – Segurança Pública

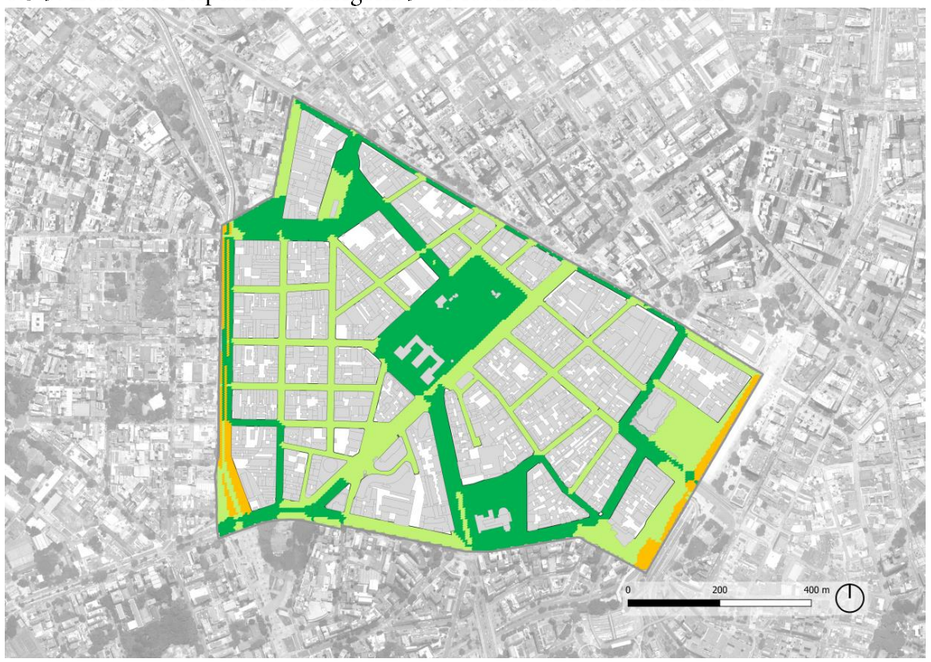
6.3.3. Zona OD República – Categoria 3 – Qualidade do Percurso



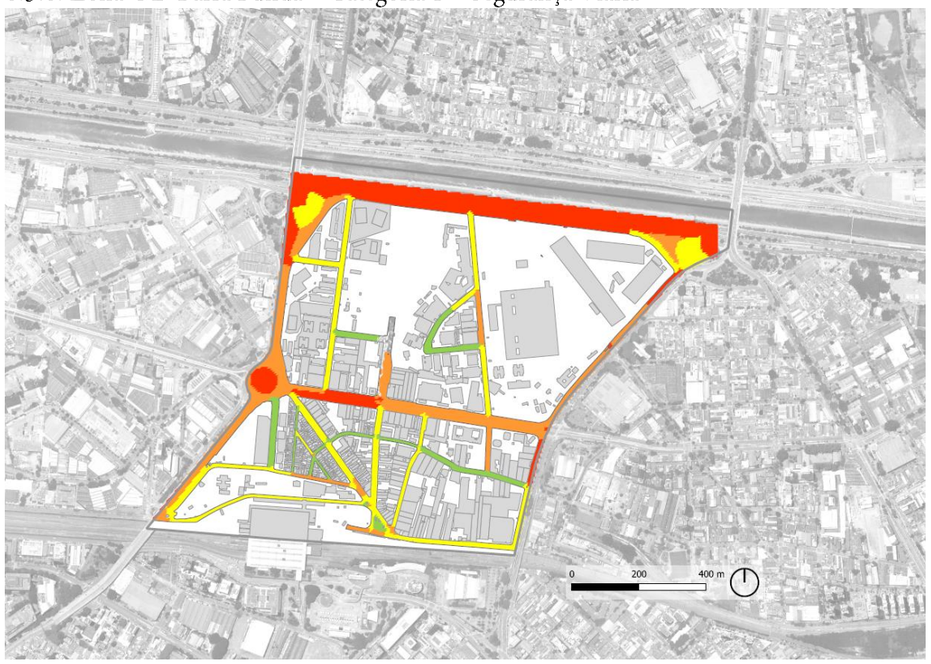
6.3.4. Zona OD República – Categoria 4 – Atratividade e Diversidade



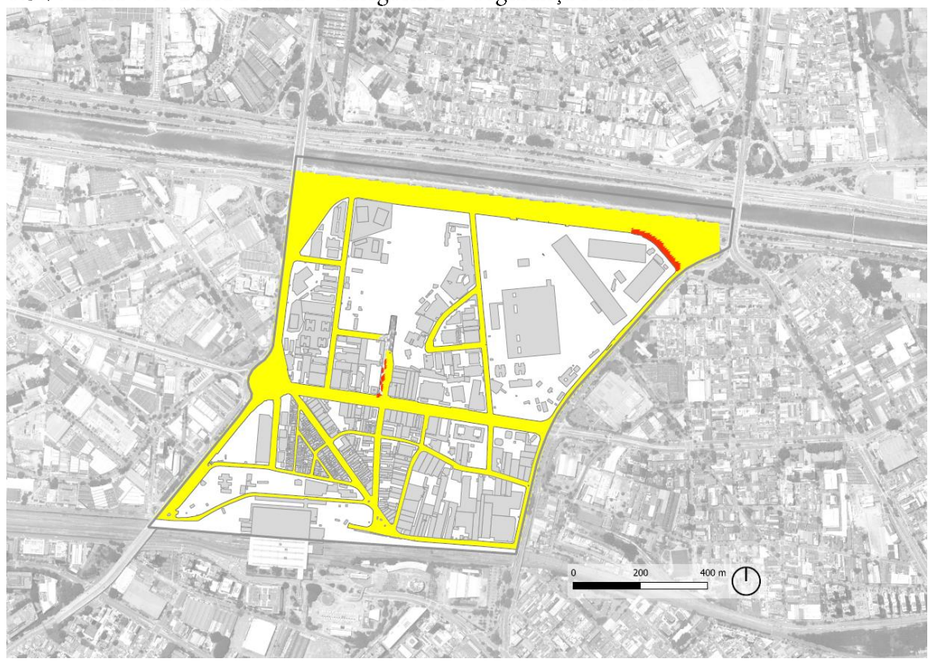
6.3.5. Zona OD República – Categoria 5 – Mobilidade e Acessibilidade



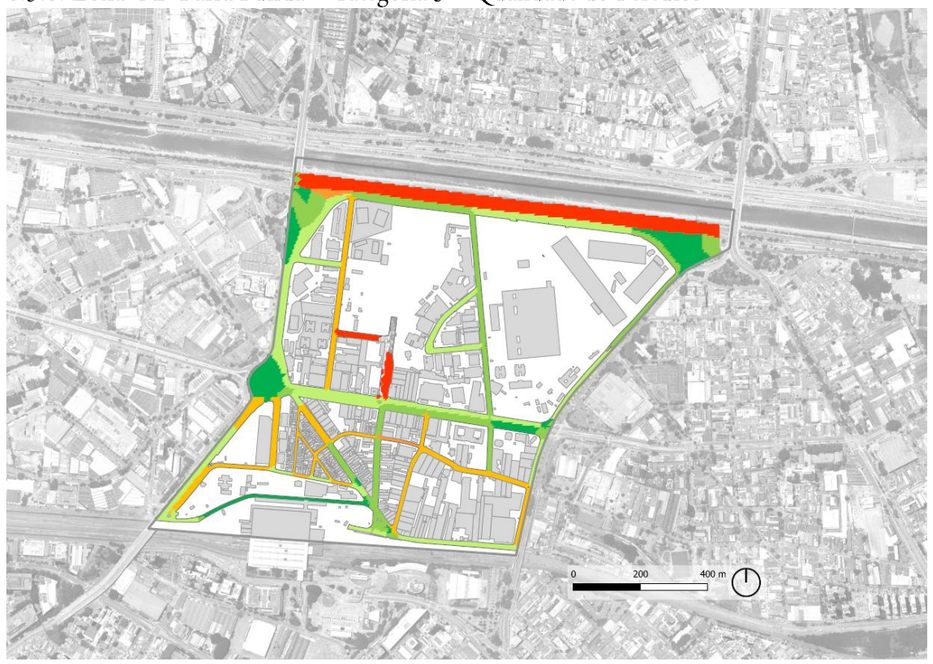
6.3.6. Zona OD Barra Funda – Categoria 1 – Segurança Viária



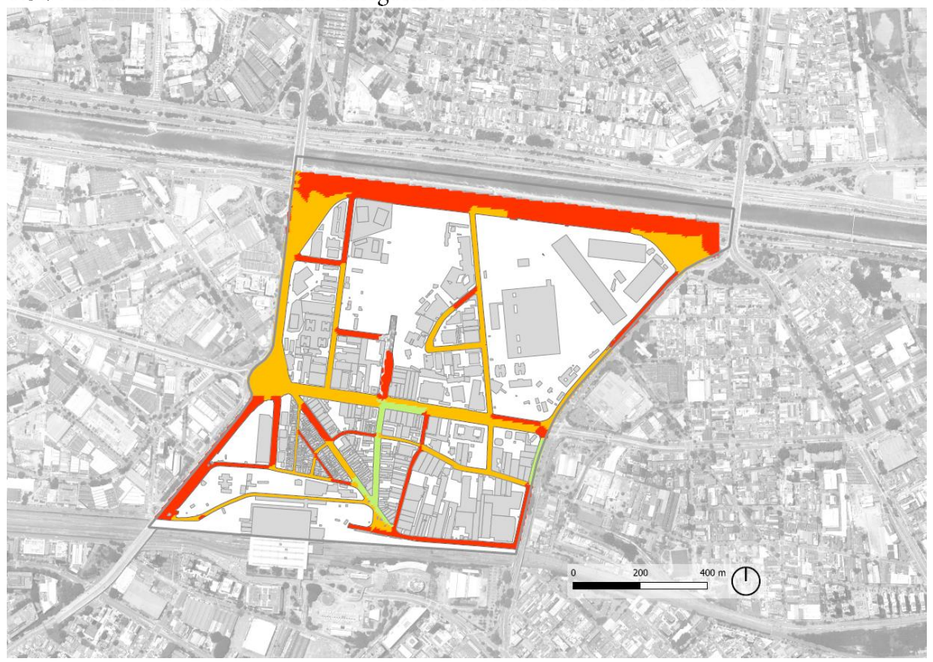
6.3.7. Zona OD Barra Funda – Categoria 2 – Segurança Pública



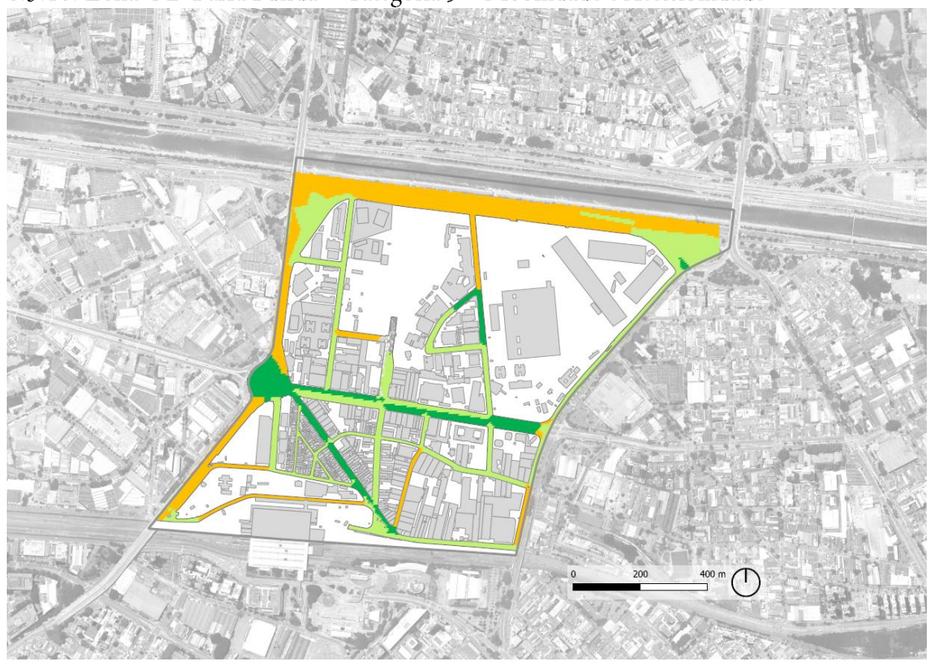
6.3.8. Zona OD Barra Funda – Categoria 3 – Qualidade do Percurso



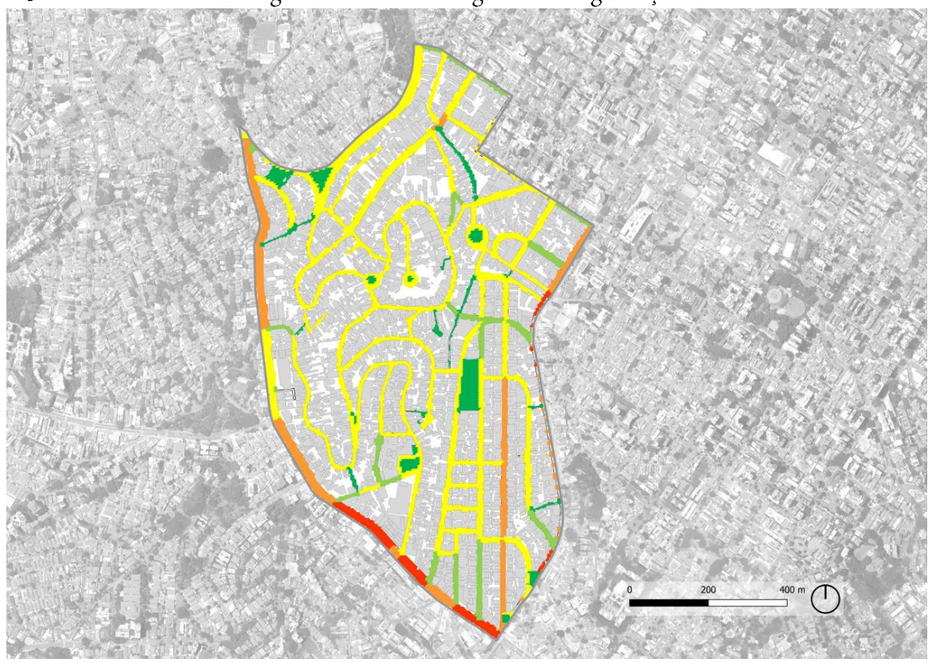
6.3.9. Zona OD Barra Funda – Categoria 4 – Atratividade e Diversidade



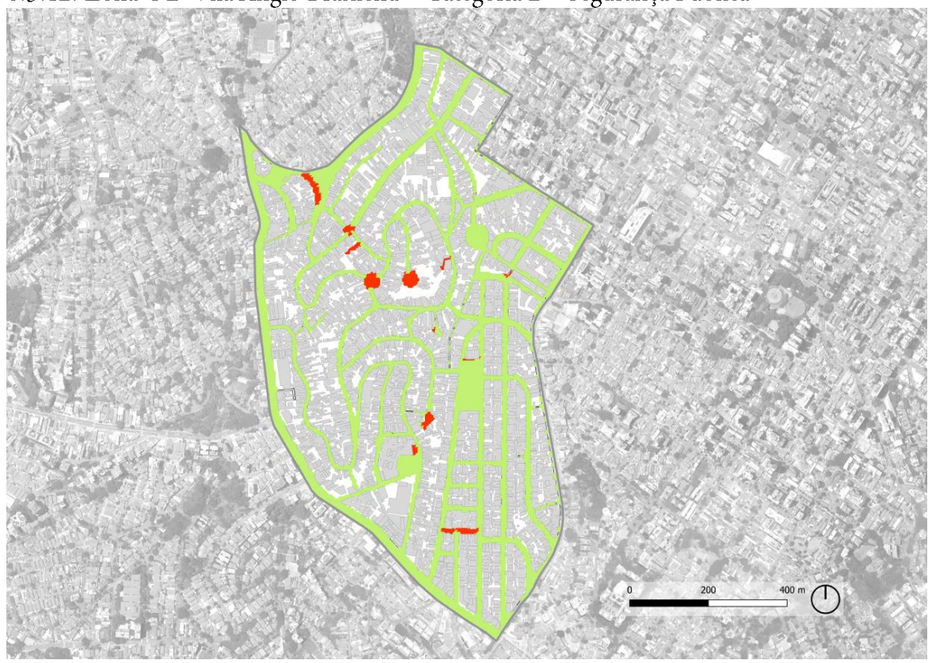
6.3.10. Zona OD Barra Funda – Categoria 5 – Mobilidade e Acessibilidade



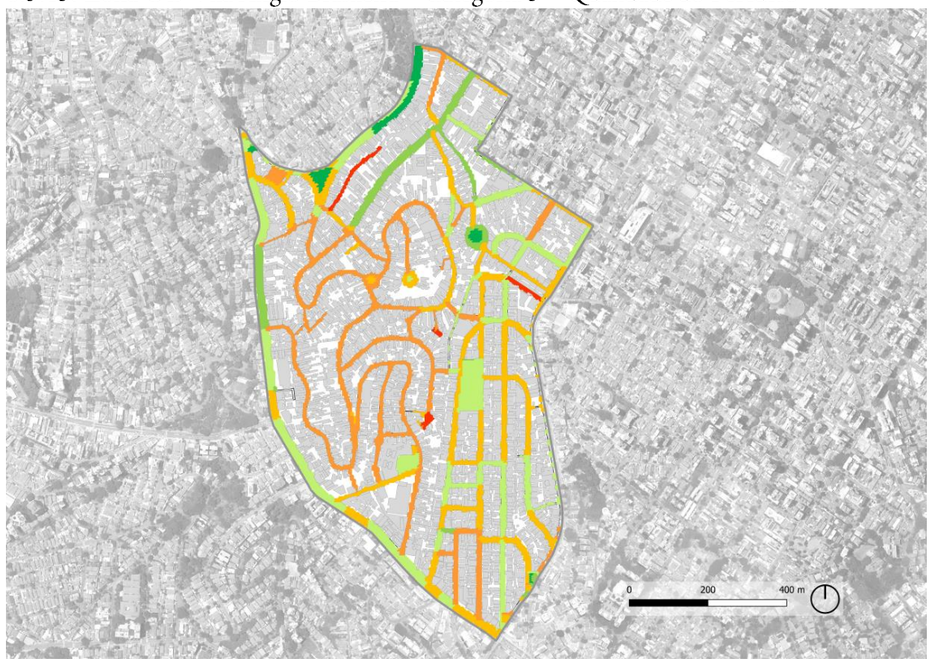
6.3.11. Zona OD Vila Anglo Brasileira – Categoria 1 – Segurança Viária



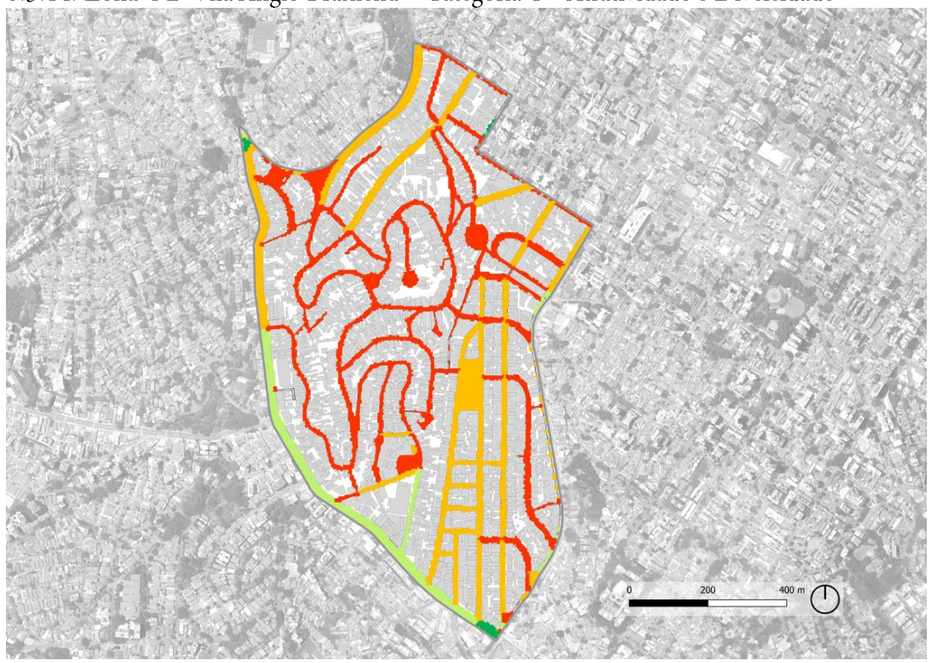
6.3.12. Zona OD Vila Anglo Brasileira – Categoria 2 – Segurança Pública



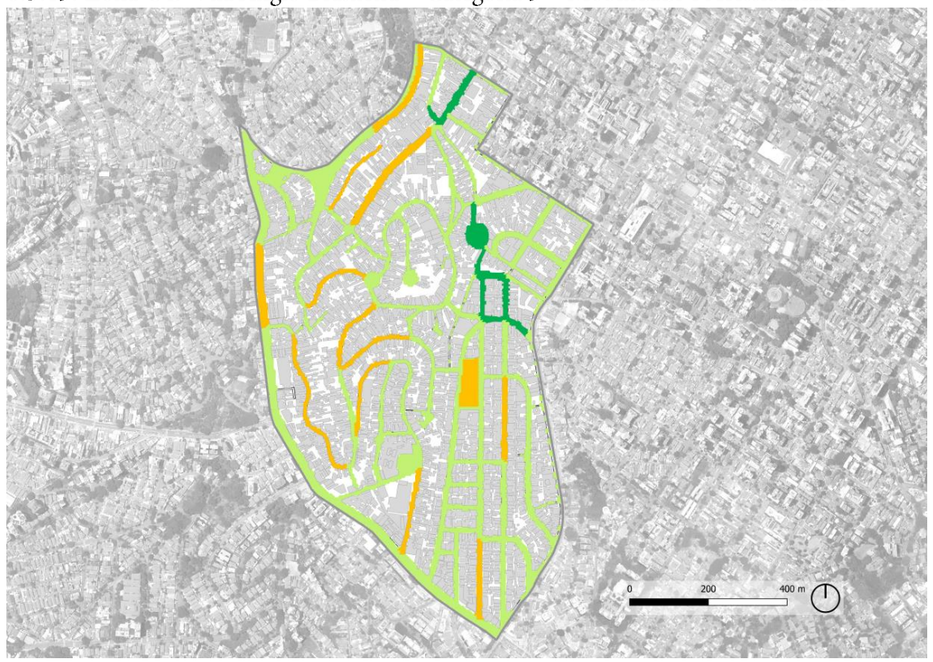
6.3.13. Zona OD Vila Anglo Brasileira – Categoria 3 – Qualidade do Percurso



6.3.14. Zona OD Vila Anglo Brasileira – Categoria 4 – Atratividade e Diversidade

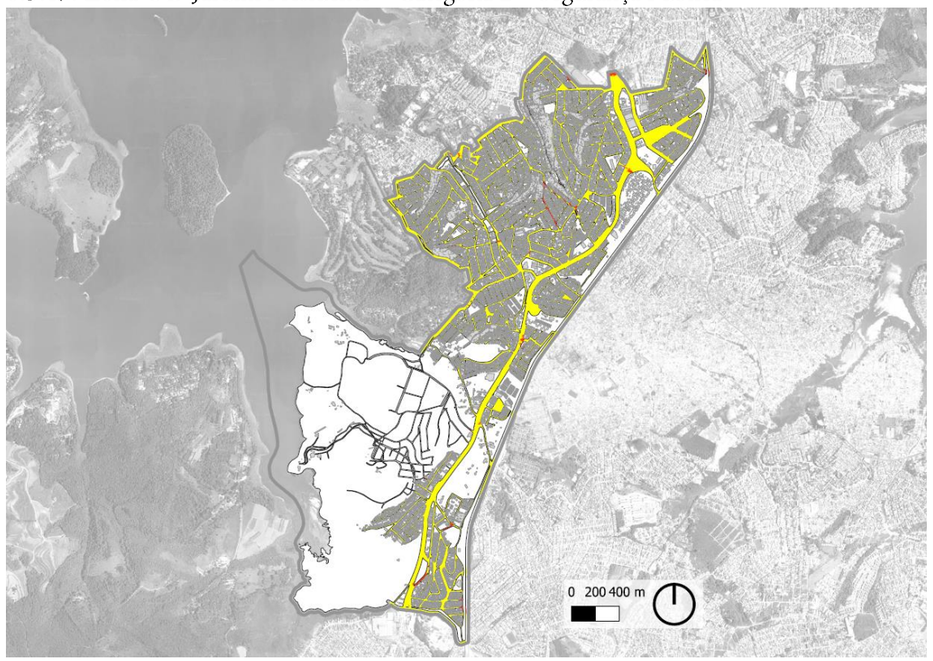


6.3.15. Zona OD Vila Anglo Brasileira – Categoria 5 – Mobilidade e Acessibilidade



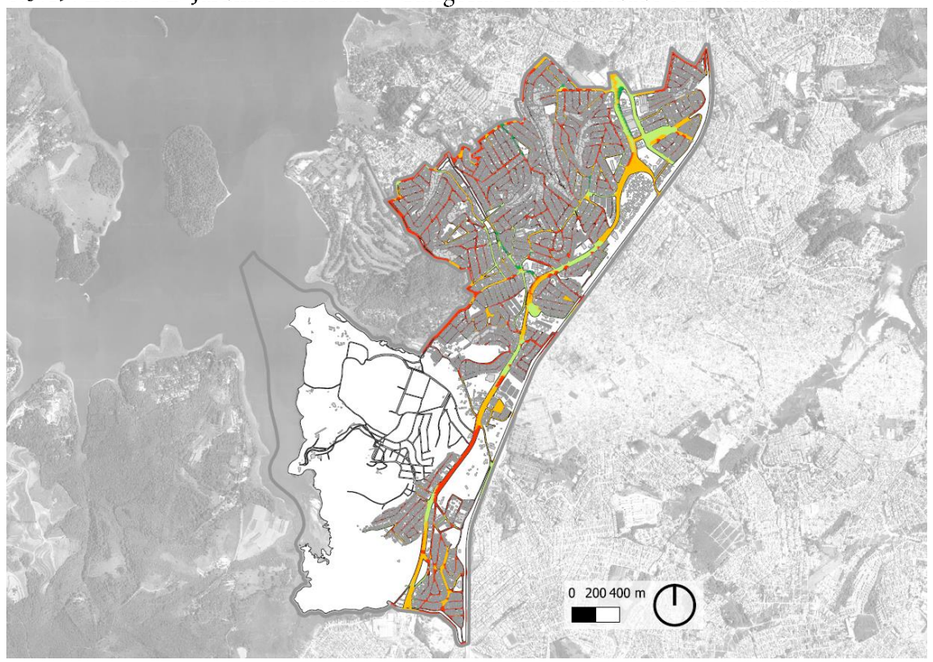
6.3.16. Zona OD Jardim Presidente – Categoria 1 – Segurança Viária

6.3.17. Zona OD Jardim Presidente – Categoria 2 – Segurança Pública



6.3.18. Zona OD Jardim Presidente – Categoria 3 – Qualidade do Percurso

6.3.19. Zona OD Jardim Presidente – Categoria 4 – Atratividade e Diversidade



6.3.20. Zona OD Jardim Presidente – Categoria 5 – Mobilidade e Acessibilidade