



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

GABRIELA DAYSE DA SILVA MONTEIRO

**CARACTERIZAÇÃO DO ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE PARA ESPAÇOS
URBANOS**

Recife
2019

GABRIELA DAYSE DA SILVA MONTEIRO

**CARACTERIZAÇÃO DO ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE PARA ESPAÇOS
URBANOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Área de concentração: Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

M775c Monteiro, Gabriela Dayse da Silva.
Caracterização do índice de caminhabilidade para espaços urbanos / Gabriela Dayse da Silva Monteiro. - 2019.
101 folhas, il. e tab.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2019.
Inclui Referências e Apêndice.

1. Engenharia Cartográfica. 2. Sistemas de geoinformação. 3. Modelagem de dados espaciais. 4. Caminhabilidade. 5. Pedestres. I. Sá, Lucilene Antunes Correia Marques de (Orientadora). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG/2019-457

GABRIELA DAYSE DA SILVA MONTEIRO

**CARACTERIZAÇÃO DO ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE PARA ESPAÇOS
URBANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aprovada em: 30/08/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. José Luiz Portugal (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Edvânia Torres Aguiar Gomes (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Dedico esse trabalho a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia. Aos meus pais, por todo sacrifício e dedicação em prol da minha felicidade e aos meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Nada se faz sozinho na vida, e para a realização desta pesquisa pude contar com muitos colaboradores, e é a eles que eu dedico esta pesquisa.

Tenho a família como a base de tudo, então primeiramente agradeço ao meus pais, Rosimildo e Janice, pelo apoio incondicional desde o início da minha jornada. Todo meu desenvolvimento como pessoa foi feito com base no amor e ensinamento que eles me deram. Agradeço também aos meus irmãos, Gleice e Gabriel, que sempre torceram muito por mim.

Agradeço a minha Orientadora, Prof.^a Dr.^a Lucilene Antunes, pela oportunidade que me ofereceu de poder apresentar essa pesquisa e por ter acreditado em mim. Que dedicou muito do seu tempo para passar um pouco de sua sabedoria, e que com sua vontade de “melhorar o mundo para os pedestres” contribuiu muito para a construção dessa pesquisa.

Agradeço aos membros da banca examinadora, prof. Dr. Luiz Portugal e Prof.^a Dr.^a Edvânia Torres Aguiar Gomes, pelas inúmeras contribuições e discussões que enriqueceram este trabalho, além da disposição e dedicação para a avaliação.

Agradeço também a profa. MSc. Juciela Cristina, que desde a graduação sempre me apoiou e me incentivou a seguir em frente na vida acadêmica.

Agradeço a todo Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, por todas as aulas, infraestrutura e serviços que me foram proporcionados para minha capacitação como mestranda. A secretária do PPGCGTG Elizabeth Galdino pelo carinho, simpatia, presteza e dedicação em cada momento que necessitei de seus serviços. À Dona Judite pelo ser humano bondoso, pela alegria e pela atenção de todos os dias.

Meus agradecimentos também são para meus amigos e colegas de mestrado, especialmente a Aline, Lucas e Thales, por esses dois anos de parceria e companheirismo, pelo apoio emocional e intelectual, que somente somaram para a formação dessa pesquisa.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante o período de realização do mestrado.

A Prefeitura da Cidade do Recife, através da Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente e da Secretaria de Finanças, e a Fundação de

Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, pela disponibilização dos dados necessários ao desenvolvimento desta pesquisa.

A equipe do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento - ITDP Brasil pelo desenvolvimento do Índice de Caminhabilidade utilizado como modelo para esta pesquisa.

E por fim, a todos aqueles que não citei, porém não menos importantes, muito obrigada!

RESUMO

A Cartografia e os Sistemas de Informação Geográfica têm sido utilizados para análise da mobilidade em espaços urbanos, permitindo a criação de Banco de Dados Espaciais contendo informações sobre os elementos físicos e oferecem uma melhor percepção visual dos elementos através de mapas temáticos. Os índices de caminhabilidade vem sendo definidos como ferramentas de avaliação do ambiente construído, sob a ótica do pedestre, onde características muitas vezes subjetivas, são transformadas em dados objetivos, permitindo melhor entendimento da espacialização da qualidade do deslocamento a pé. Nesse contexto, a pesquisa propõe a utilização da tecnologia de geoinformação com a Modelagem de Dados Espaciais para integrar os elementos físicos que interferem na caminhabilidade. A pesquisa utilizou a metodologia OMT-G - Object Modeling Technique para criação do modelo, a implementação física foi realizada no PostgreSQL/PostGIS e a espacialização das classes e atributos do Banco de Dados Espaciais foi realizada através da conexão do PostgreSQL/PostGIS com o programa livre QGIS. Com objetivo de avaliar a caminhabilidade através do índice de caminhabilidade (Icam) na área de estudo bairro das Graças, em Recife, primeiramente, os indicadores foram selecionados a partir dos atributos espaciais já definidos pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento - ITDP Brasil, bem como seus respectivos critérios de mensuração da caminhabilidade. Em seguida, foram consideradas características específicas do bairro das Graças. O índice proposto consiste de um conjunto de 6 categorias, compostas por 11 indicadores, buscou-se desenvolver uma metodologia de avaliação intuitiva. O índice desenvolvido foi utilizado para avaliar uma espacialidade composta de 101 segmentos e 23 travessias no Bairro. O uso do índice se mostrou eficiente para a avaliação da caminhabilidade na escala do Bairro, podendo ser utilizada para a análise de um segmento, rua ou quadra. A utilização do índice na análise de projetos de requalificação urbana também se mostrou útil na avaliação de propostas sob o olhar dos pedestres, possibilitando validar projetos, bem como propor possíveis correções de rumo.

Palavras-chave: Sistemas de geoinformação. Modelagem de dados espaciais. Caminhabilidade. Pedestres.

ABSTRACT

Cartography and Geographic Information Systems have already been used for mobility analysis in urban spaces, allowing the creation of Spatial Databases Detailed information about chemical elements and a better visual perception of elements used in thematic maps. Walking indices have been used as environment assessment tools created from the pedestrian perspective, where they are often subjective, are transformed into objective data, allowing a better understanding of the quality of foot displacement. In this context, a research used the geoinformation technology with Spatial Data Modeling to integrate the physical elements that interfere with walkability. One research used the OMT-G - Object Modeling Technique methodology for modeling, the physical implementation was performed in PostgreSQL / PostGIS and the spatialization of classes and attributes of the Spatial Database was performed after the activation of PostgreSQL / PostGIS with the free QGIS program. With the objective of evaluating the walkability through the walkability index (Icam) in the study area of the Thanksgiving district of Recife, the indicators were selected from the spatial attributes already used by the Institute of Transport and Transport Policy. Development - ITDP Brasil, as well as its walkability measurement requirements. Then the specific resources of the Thanksgiving neighborhood were selected. The proposed index consists of a set of 6 categories, consisting of 11 indicators, sought to develop an intuitive assessment methodology. The index developed was used to evaluate a spatiality composed of 101 segments and 23 crossings in the neighborhood. The use of the index proved to be efficient for assessing the walkability in the neighborhood scale and could be used to analyze a segment, street or block. The use of the urban requalification project analysis index can also be useful in pedestrian evaluation of proposals, allowing to validate projects as well as possible proportions of course corrections.

Keywords: Geoinformation systems. Spatial data modeling. Walkability. Pedestrians.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Pirâmide inversa de prioridade no trânsito.....	20
Figura 2 -	Faixas de uso das calçadas.....	28
Figura 3 -	Rebaixamentos de calçada.....	29
Figura 4 -	Categorias para avaliação de caminhabilidade do ITDP....	30
Figura 5 -	Exemplo de identificação de segmento de calçada.....	30
Figura 6 -	Walk Score.....	36
Figura 7 -	Interface do Walkshed.....	37
Figura 8 -	Walkonomics em smartphones.....	38
Figura 9 -	Níveis de abstração para aplicações geográficas.....	39
Figura 10 -	Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	42
Figura 11 -	Via obstruída por raiz da árvore.....	44
Figura 12 -	Carros obstruindo a passagem dos pedestres nas calçadas.....	45
Figura 13 -	Mapa de localização do bairro das Graças em Recife.....	46
Figura 14 -	Vias objeto de estudo no bairro das Graças.....	47
Figura 15 -	Diagrama de classes de modelagem de dados espaciais.....	52
Figura 16 -	Criação do banco de dados em PostgreSQL.....	58
Figura 17 -	Identificação dos elementos do código para as calçadas.....	60
Figura 18 -	Conexão do banco de dados no QGIS.....	61
Figura 19 -	Visualização das classes do PostGIS via QGIS.....	61
Figura 20 -	Mapa de distribuição dos dados de árvores no bairro das Graças.....	63
Figura 21 -	Mapa da localização das paradas de transporte no bairro das Graças.....	64
Figura 22 -	Iluminação para pedestres na rua das Graças.....	65
Figura 23 -	Mapa de distribuição dos dados de postes no bairro das Graças.....	66
Figura 24 -	Mapa de localização dos dados de semáforos no bairro das Graças.....	67

Figura 25 -	Mapa de localização dos dados de rampas no bairro das Graças.....	68
Figura 26 -	Mapa de localização dos dados de obstáculos no bairro das Graças.....	69
Figura 27 -	Descontinuidades de calçadas nas ruas do Futuro e João Ramos.....	70
Quadro 1 -	Categorias e indicadores adaptados do ITDP ao ICamGraças.....	71
Figura 28 -	Pontuação para o indicador pavimentação (CP).....	72
Figura 29 -	Pontuação para o indicador largura (CL).....	72
Figura 30 -	Pontuação para o indicador dimensão de quadras (MQ)...	73
Figura 31 -	Pontuação para o indicador distância a pé ao transporte (MT).....	74
Figura 32 -	Análise da distância para o ponto central mais próximo....	74
Figura 33 -	Pontuação para o indicador fachadas fisicamente permeáveis (AF).....	75
Figura 34 -	Pontuação para o indicador uso público diurno e noturno (AP).....	76
Figura 35 -	Pontuação para o indicador uso misto (AU).....	76
Figura 36 -	Exemplo de identificação de travessia e segmentos de calçadas.....	77
Quadro 2 -	Pesos para avaliação das travessias.....	77
Figura 37 -	Pontuação para o indicador travessia (VT).....	78
Figura 38 -	Pontuação para o indicador tipologia da rua (VR).....	79
Quadro 3 -	Pesos para atribuição da pontuação para o indicador Iluminação.....	79
Figura 39 -	Pontuação para o indicador iluminação (PI).....	80
Figura 40 -	Pontuação para o indicador sombra e abrigo (ES).....	80
Figura 41 -	Pontuação geral para o ICamGraças.....	82
Figura 42 -	Recorte cartográfico com pontuação da categoria Calçada.....	83
Figura 43 -	Recorte cartográfico com pontuação da categoria Mobilidade.....	84

Figura 44 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Atração.....	85
Figura 45 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Segurança Viária.....	86
Figura 46 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Segurança Pública.....	87
Figura 47 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Ambiente.....	88
Figura 48 - WebGis IcamGraças.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos a respeito do comportamento e ambiente caminhável.....	26
Tabela 2 - Sete princípios do desenho universal.....	27
Tabela 3 - Descrição das categorias e unidade de análise.....	31
Tabela 4 - Pontuação para o índice de caminhabilidade.....	34
Tabela 5 - Problemas comuns das calçadas identificado no PMU de Recife.....	44
Tabela 6 - Orgãos e instituições para obtenção dos dados.....	48
Tabela 7 - Dicionário de dados do mapa base.....	53
Tabela 8 - Dicionário de dados da rede de caminhabilidade.....	54
Tabela 9 - Faces de quadras mapeadas no bairro das Graças.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Formulação do Problema.....	16
1.2	Objetivos da Pesquisa.....	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
1.3	Estruturação da Pesquisa.....	18
2	MOBILIDADE URBANA DOS PEDESTRES.....	19
2.1	Espaço Urbano Consolidado Influyente na Mobilidade de Pedestres.....	20
2.2	Caminhabilidade: Indicador Urbano.....	22
2.3	NBR 9050/15.....	26
2.4	Índice de Caminhabilidade do ITDP.....	29
2.5	Sistemas de Informações Geográficas Aplicados a Caminhabilidade.....	34
2.5.1	Modelagem de Dados Espaciais.....	38
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	42
3.1	Procedimentos Metodológicos.....	42
3.2	Abstração do Mundo Real.....	42
3.2.1	Plano de Mobilidade Urbana de Recife.....	43
3.2.2	Caracterização da Área de Estudo.....	45
3.3	Recursos Tecnológicos.....	47
3.3.1	Base de Dados Espaciais.....	48
3.3.2	Programas Computacionais.....	48
3.3.3	Equipamentos Eletrônicos e Computacionais.....	49
4	MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS PARA CAMINHABILIDADE.....	50
4.1	Modelo Conceitual.....	50
4.2	Modelo de Implementação.....	57
4.2.1	Criação da Base de Dados Dentro do Postgres/PostGIS.....	57
4.2.2	Levantamento de Dados.....	58
4.2.3	Implementação do Modelagem de Dados Espaciais em SIG.....	60
4.3	Avaliação da MDE para Caminhabilidade.....	62

4.4	Índice de Caminhabilidade para o Bairro das Graças.....	70
5	RESULTADOS.....	82
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	90
	REFERÊNCIAS.....	91
	APÊNDICE A - COMANDOS SQL PARA A CRIAÇÃO DAS	
	TABELAS ESPACIAIS NO POSTGRESQL/POSTGIS.....	96

1 INTRODUÇÃO

O deslocamento a pé ou o simples ato caminhar é o modo de transporte mais democrático, pois não exige nenhum tipo de equipamento, com exceção dos casos das pessoas com mobilidade reduzida, além de não ter necessidade de desembolso financeiro. Assim o deslocamento a pé foi por muito tempo, a principal forma para se vencer as distâncias, sendo os pedestres, inicialmente, os protagonistas das ruas.

As peculiaridades do deslocamento dos pedestres e as condições do espaço urbano que favorecem a caminhada têm chamado à atenção de estudos nas diversas áreas científicas e acadêmicas. Se até 10 anos atrás as informações sobre caminhabilidade eram dispersas, atualmente, o conceito de walkability vem ganhando força nas discussões sobre mobilidade, planejamento e desenho urbano.

A caminhabilidade pode ser entendida como o grau que qualifica a dificuldade dos deslocamentos de pedestres no espaço urbano. As cidades, por exemplo, podem ou não serem propícias a fornecer condições para residentes se deslocarem a pé, em suas atividades cotidianas, como trabalho, estudo, lazer, entre outras.

A relação entre o espaço urbano e os pedestres envolve os fatores de influência para a realização de atividades a pé. Fatores como a tipologia viária, a diversidade de uso do solo, o desenho das ruas, o tamanho das quadras e a proximidade a terminais de transporte são poderosas ferramentas para tomada de decisões. Assim ter conhecimento da representação cartográfica a respeito da configuração urbano auxilia no melhor caminhar.

A Cartografia é a ciência que representa o espaço físico territorial, portanto deve servir como base nos estudos referentes ao tema. No processo de organização territorial, o espaço geográfico precisa ser analisado. Sendo assim, os SIG - Sistemas de Informações Geográficas podem reunir dados sobre caminhabilidade, formular análises espaciais e indicar o grau de qualidade do deslocamento, além de indicar rotas mais favoráveis ao deslocamento dos pedestres.

De acordo com Joly (2013), o espaço urbano é uma realidade complexa e dinâmica, sendo necessário, conhecê-lo bem para utilizá-lo e que o instrumento eficaz para esse conhecimento é a Cartografia. Fitz (2008), define a representação cartográfica como a representação gráfica da superfície da Terra de forma simplificada, de modo a permitir a distinção dos fenômenos nela existentes e seus elementos constituintes.

Boas práticas da representação do espaço urbano são baseadas em normas e especificações confiáveis que, por sua vez, devem ser reunidas para construir critérios e orientações adequadas aos processos de avaliação da caminhabilidade. Os parâmetros urbanísticos que tratam da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos estão na NBR 9050/2015, devem ter seus critérios respeitados quando o assunto é regulamentação das calçadas. A Lei 16.176/96, do município de Recife, objetiva identificar os elementos geográficos que representam as áreas de uso e ocupação do solo como praças e estabelecimentos comerciais.

Nesse contexto, a pesquisa se propôs discutir: – Se todos são pedestres, porque as cidades apresentam problemas com relação a caminhabilidade? Como resposta busca-se relacionar os indicadores de caminhabilidade as Tecnologias da Geoinformação, estabelecendo uma base de dados espaciais, que deverá suportar as análises qualitativas e quantitativas em programas de Sistemas de Informações Geográficas.

O desenvolvimento metodológico, que se inicia com a abstração do mundo real, envolve a avaliação dos seis princípios básicos da caminhabilidade: Calçadas, Mobilidade, Atração, Segurança Pública, Segurança Viária e Ambiente. As variáveis de caminhabilidade foram definidas pelo ITDP - Institute for Transportation and Development Policy, entidade sem fins lucrativos que promove o transporte sustentável e equitativo no mundo, com sede nos Estados Unidos, possuindo escritórios na Argentina, no Brasil, na China, na Índia, na Indonésia e no México.

O desenvolvimento de um índice de caminhabilidade para o bairro das Graças pode contribuir para que o pedestre receba mais atenção e recursos no planejamento urbano, além de auxiliar na tomada de decisões acerca das propostas de tratamento dos espaços para o pedestre.

1.1 Formulação do Problema

O Recife possui calçadas e ruas estreitas, que representam problemas históricos com relação os pedestres. O Relatório Calçadas do Brasil, datado de 2012, analisou as calçadas de doze capitais brasileiras, incluindo o Recife. Os critérios considerados: irregularidades no piso; largura mínima de 1,20m, de acordo com normas ABNT; presença de degraus que dificultam a circulação; outros obstáculos, como postes, telefones públicos, lixeiras, bancas de ambulantes e de

jornais, entulhos; problemas de acessibilidade em rampas; iluminação adequada; sinalização para pedestres; paisagismo para proteção e conforto.

De acordo com a avaliação, o Recife ficou em oitavo lugar entre as cidades analisadas, com 4,95. A melhor situação das calçadas em Recife, na época, estava na zona Sul, avenida Boa Viagem, que obteve a nota 8,5; enquanto que, a pior situação foi encontrada na rua do Hospício, na região central, que obteve nota 3 (Mobilize Brasil Portal, 2012).

De acordo com a Associação Nacional de Transportes Públicos ANTP (2017), a divisão modal das viagens feitas em cidades brasileiras aponta que 36% da população se desloca a pé até os seus destinos, enquanto que, 31% utilizam o transporte individual motorizado; e 29% do transporte público coletivo. O percentual de viagens feitas a pé vai além, pois quem se desloca até o transporte público, em geral, o faz a pé. O modo de viagem a pé é usado por toda a população, o que acentua a necessidade do desenvolvimento de estudos para analisar a qualidade de espaços urbanos sob o ponto de vista do pedestre, assim como apontar necessidades de investimentos em infraestrutura urbana para melhorar as condições de caminhabilidade.

A espacialização das variáveis de caminhabilidade por meio de Tecnologias da Geoinformação traz benefícios, pois permite medir e qualificar os deslocamentos a pé, abordagem da pesquisa dentro do contexto do espaço urbano.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os objetivos da pesquisa necessários para o desenvolvimento e obtenção dos resultados alvos.

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a caminhabilidade a partir da Tecnologia da Geoinformação, empregando o índice de caminhabilidade adaptado do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – ITDP.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as variáveis que constituem o índice de caminhabilidade e as análises espaciais envolvidas.

- Reconhecer as condições de circulação de pedestres na área de estudo, mediante avaliação do índice de caminhabilidade local.
- Empregar a modelagem de dados espaciais para a caminhabilidade quanto às condições de mobilidade potencial de pedestres nos segmentos de calçadas selecionados.
- Validar um índice de caminhabilidade sobre a qualidade das calçadas no bairro das Graças, município de Recife.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA

Capítulo 1 – Introdução, Formulação do Problema e Objetivos. Neste item é exposta a ideia da pesquisa e apresentados o objetivo geral e específicos, assim como, a problemática e a justificativa do tema estudado.

Capítulo 2 – Base Teórica. São os levantamentos teóricos relacionados os conceitos e aspectos legais sobre a mobilidade urbana e a caminhabilidade. A relevância da aplicação de Sistemas de Informações Geográficas na compreensão da mobilidade dos pedestres. Descreve o índice de caminhabilidade elaborado pelo ITDP Brasil, detalhando o sistema de pontuação e as categorias além de aborda os métodos empregados no desenvolvimento da pesquisa, de modo a alcançar os objetivos traçados.

Capítulo 3 – Metodologia da Pesquisa. Relaciona os recursos tecnológicos e os documentos cartográficos utilizados. Apresenta a área de estudo, localizada no bairro das Graças da Cidade do Recife. Realizar a abstração do mundo real a partir dos problemas das calçadas no bairro através dos atributos espaciais definidos no estudo.

Capítulo 4 – Resultados da Pesquisa. Traz as etapas para criação da modelagem de dados espaciais, o levantamento dos dados, as avaliações da MDE e as alterações realizadas para adequar o ICam do ITDP para o bairro das Graças. Por fim, apresenta os resultados obtidos das calçadas levantadas no bairro.

Capítulo 5 – Conclusões e Recomendações.

2 MOBILIDADE URBANA DOS PEDESTRES

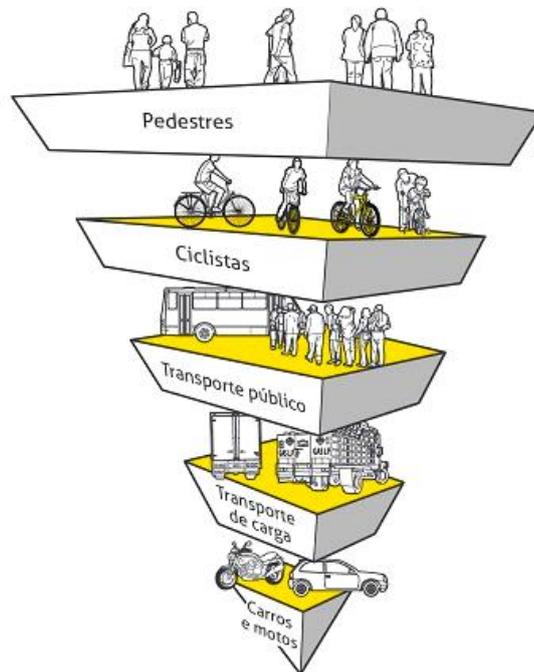
De acordo com o Ministério das Cidades (2007), o sistema de mobilidade urbana é a união dos modos de transporte, de serviços e de infraestruturas que permitem os deslocamentos de pessoas e mercadorias no território da cidade.

Segundo Rodrigues (2012), a mobilidade urbana trata dos deslocamentos do ser humano, o direito de ir e vir, que possui modos diversos de deslocamento, de acordo com opção segura e confortável. Dentro deste contexto, estão percursos diversos, diferentes velocidades, e ainda pode incluir paradas para descanso e contemplação. A mobilidade urbana pressupõe a escolha e o direito à cidade, na sua percepção mais ampla, e demanda repensar as questões da escala e da diversidade (crianças, adultos, idosos).

Rodrigues et al. (2012) e Barros (2014) destacam a necessidade de se entender que a forma do espaço urbano articulado, a estrutura da malha viária, tem influência direta nos processos de deslocamento nas cidades, onde a melhoria da mobilidade urbana encontra-se no ambiente de circulação, incentivando os percursos a pé. A Lei de Mobilidade Urbana - Lei nº. 12.587/12 (Brasil, 2012) institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, através do PlanMob (Ministério das Cidades, 2007). Com isso, evidencia-se a oportunidade de repensar as cidades a partir do momento que passa a priorizar os modos de transporte coletivo e não motorizados (com destaque para o deslocamento a pé), bem como uma maior integração modal.

Ainda segundo a mesma Lei, o transporte não motorizado tem prioridade sobre o motorizado e é dever e obrigação legal das prefeituras garantir esse direito. Da mesma forma, está no Código de Trânsito Brasileiro que a segurança de pedestres no trânsito tem prioridade sobre a segurança de todos os condutores e passageiros de veículos, motorizados. A Figura 1 apresenta a prioridade nos modos de deslocamento.

Figura 1 - Pirâmide inversa de prioridade no trânsito.



Fonte: ITDP Brasil, 2015.

A mobilidade urbana basicamente diz respeito à facilidade de deslocamento de pessoas e bens dentro das cidades e tem sido alvo de estudos na área do planejamento urbano e de transportes, entre outros enfoques, para ratificar a importância do tema acessibilidade ao espaço urbano. O conceito de mobilidade urbana é amplo e envolve articulações intermodais, onde os diversos meios de transporte devem ser planejados de forma integrada e complementar.

2.1 Espaço Urbano Consolidado Influyente na Mobilidade de Pedestres

Segundo Duany et al. (2001), desde a década de 1980, uma corrente de estudiosos e urbanistas norte-americanos vem desenvolvendo novas pesquisas que correlacionam o ambiente construído com o planejamento urbano voltado para a mobilidade urbana. O propósito é transformar as cidades em locais mais amigáveis, seguros e sustentáveis, onde a mobilidade é considerada um fator impactante na garantia da qualidade de vida dos cidadãos.

No Brasil o conceito de área urbana consolidada foi definido no Art. 93. da Lei 13.465/2017 (RIBEIRO, T. F., 2017), que dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana e alterou a Lei nº 9.636/1998, incluindo o art. 16-C. Assim, a Lei

13.465/17 ao tratar do tema apresentou o conceito de área urbana consolidada, como apresentado no Parágrafo Segundo:

“§ 2º Para os fins desta Lei, considera-se área urbana consolidada aquela:

- I - incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;*
- II - com sistema viário implantado e vias de circulação pavimentada;*
- III - organizada em quadras e lotes predominantemente edificadas;*
- IV - de uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou voltadas à prestação de serviços; e*
- V - com a presença de, no mínimo, três dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:*
 - a) drenagem de águas pluviais;*
 - b) esgotamento sanitário;*
 - c) abastecimento de água potável;*
 - d) distribuição de energia elétrica; e*
 - e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.”*

Assim como definido na lei citada acima, uma área urbana consolidada pode assumir maior destaque para o planejamento da mobilidade dos pedestres na medida em que se busca tirar o melhor proveito das infraestruturas já existentes, considerando as características urbanas que têm influência sobre o deslocamento a pé e os diferentes níveis de caminhantes no espaço urbano.

As políticas urbanas e de mobilidade devem ter por diretrizes dimensões do desenho urbano que, em conjunto, vão influenciar na acessibilidade e promover uma mudança na dinâmica da cidade, especialmente no modo como as pessoas se deslocam.

O desenho urbano é formado por um conjunto de vias que atendem a diferentes modalidades de transportes e usuários (Stantec, 2010). Desse modo, nas vias são alocados os diferentes modos de transporte, e se configuram em uma rede que pode assumir diferentes formas (Mitra et al., 2010), como retilíneas e uniformes (rede em malha), retas e curvilíneas com um centro em comum (rede radial ou estrela) ou disformes (geralmente em um padrão linear ou árvore).

As vias caracterizam uma rede que pode assumir diversos caminhos, formados por nós (interseções e travessias) e ligações (ruas e calçadas) (Rodrigues, 2013). Uma rede de caminhos mais curtos e com mais opções de trajetos beneficia a caminhada (Kelly et al., 2011), o que pode ser medido pela quantidade de nós, ligações e ciclos (Parthasarathi et al., 2013). Segundo Krizek (2003), é preferível

medir a influência do desenho urbano nas viagens a pé pelo tamanho dos quarteirões ou pela intensidade de interseções ao invés de medir pela sua forma geométrica.

Assim, para avaliar a mobilidade de pedestres dentro de um espaço urbano consolidado, é necessária a obtenção de documentos cartográficos para a análise espacial, juntamente com estudos in loco do espaço público. A percepção fornecida pela análise espacial, em conjunto com a certificação da realidade edificada, influenciará nas decisões técnicas de projetos e intervenções.

2.2 Caminhabilidade: Indicador Urbano.

A caminhabilidade é o conceito que foca nas condições do espaço urbano visto sob a ótica do pedestre. Em linhas gerais, pode ser visto como a medida em que as características do ambiente urbano favorecem a sua utilização para o deslocamento a pé. O primeiro estudo reconhecido pela comunidade científica que apresenta e mede a caminhabilidade foi elaborado por Bradshaw (1993). O autor criou 10 categorias para mensurar a caminhabilidade das ruas do bairro onde ele morava em Ottawa, Canadá.

O método de Bradshaw baseia a caminhabilidade em determinadas variáveis, como condições das calçadas e dimensões, atrativos de vizinhanças, segurança e características que motivem as pessoas andarem com mais frequência e a utilizarem o espaço urbano. Com o desenvolvimento dos estudos sobre o espaço urbano para atividades a pé, Bradshaw fez surgir a termo: caminhabilidade.

De acordo com Ghidini (2011), a caminhabilidade é um parâmetro da qualidade do lugar, trata-se do caminho que é oferecido ao pedestre provido de acessibilidade nas diferentes partes da cidade, que englobe crianças, idosos, pessoas com dificuldades de locomoção.

Speck (2012) elaborou a Teoria Geral da Caminhabilidade, reunindo suas experiências na área do planejamento urbano e em defesa de cidades mais amigáveis aos pedestres, onde estabelece as quatro principais condições que devem ser garantidas a fim de satisfazer o caminhar: ser proveitosa, segura, confortável e interessante. Cada uma delas é essencial, mas não é suficiente quando isolada. – Proveitosa: significa que a maior parte dos aspectos da vida cotidiana está por perto e são organizados de tal modo que uma caminhada atenda

às necessidades do morador; – Segura: significa que a rua foi projetada para dar aos pedestres uma sensação de proteção contra as chances de acidentes; – Confortável: significa que edifícios e paisagem configuram as ruas como “sala de estar ao ar livre”, em contraste com os imensos espaços abertos que, geralmente, não conseguem atrair pedestres; – Interessante: significa que as calçadas são ladeadas por edifícios singulares agradáveis e com fartura de sinal de humanidade.

Moura et al., (2017) avaliaram a walkability com base em circunstâncias e conhecimentos locais, replicáveis em contextos urbanos distintos. Os estudos englobam diferentes tipos de pedestres, sejam adultos, crianças, idosos e com mobilidade reduzida além de considerar diversos fins utilitário ou de lazer, expressando walkability em termos de sete dimensões-chave. As dimensões são os 7C: Conectividade - extensão na qual a rede de pedestres se vincula às principais origens e destinos da viagem, bem como a extensão das ligações entre diferentes rotas na rede; Conveniência - até que ponto a caminhada é possível e capaz de competir com outros modos de transporte em termos de eficiência (tempo, dinheiro e espaço); Conforto - extensão em que a caminhada é adaptada às capacidades e habilidades de todos os tipos de pedestres com atributos e comodidades que facilitam a experiência da caminhada; Convivialidade - até que ponto a caminhada é uma atividade agradável, meio de interação com as pessoas, o ambiente natural e construído, englobando atividades sociais e de recreação; Consciência - até que ponto as rotas e espaços públicos são discerníveis e convidativos para os pedestres, em termos de assinaturas e informações claras e legíveis e em termos de legibilidade espacial, complexidade e coerência; Coexistência - o grau em que os modos de pedestres e outros transportes podem coexistir ao mesmo tempo e local com ordem e paz; e Comprometimento - o grau em que há evidências de envolvimento e responsabilidade em relação ao ambiente de pedestres, pelas comunidades e pela administração local. O estudo foi aplicado em uma área no centro de Lisboa – Portugal, sua metodologia avalia a capacidade de caminhar através de indicadores auditados nas ruas e empregando o SIG.

Leslie et al. (2006) desenvolveram um índice de caminhabilidade baseado em 4 indicadores que influenciam a caminhabilidade, no sentido de encurtar as distâncias de caminhada do pedestre, são elas: densidade residencial, densidade de lojas de varejo, uso misto do solo, conectividade de ruas. Segundo os autores, bairros com

maior densidade resultam em menores distâncias de caminhada, favorecendo a caminhabilidade.

Neto (2015) fez uso de diversos atributos estéticos na composição de seu índice. Aspectos como “idade aparente dos edifícios”, “cores dos edifícios”, “porcentagem de céu visualizada pelo pedestre” e “variedade de tipos de prédios”, foram alguns indicadores estabelecidos pelo autor. Já outros autores analisaram a “atratividade visual” como um todo. Todos estes atributos foram categorizados, sendo que, quando autores incluíam aspectos visuais, também eram catalogados como “atratividade visual”.

No Brasil, algumas experiências na tentativa da mensuração da caminhabilidade foram desenvolvidas. Inspirados pelas discussões da humanização do espaço urbano promovidas por Gehl (2010), o trabalho de Barros et al. (2015), apresenta um vasto detalhamento de categorias de avaliação da qualidade do deslocamento a pé e seus respectivos indicadores. O mesmo ocorre com a pesquisa empreendida por Gonçalves (2015), que aplica a metodologia do Núcleo de Estudos em Mobilidade Urbana – NMob da Universidade Federal da Bahia e a do Núcleo de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe, para sistematizar critérios de aferição da caminhabilidade.

Guimarães et al. (2015), com base nos elementos urbanos que compõem a infraestrutura da região central de Goiânia – GO verificaram as condições de acessibilidade em um trecho movimentado. A exemplo dos resultados obtidos observou que os postes de iluminação e energia pública e os mobiliários urbanos quando mal implantados têm efeito negativo nas áreas de atendimento, diminuindo assim a qualidade dos serviços.

Litman (2003) afirma que, os pesquisadores estão conscientes de que a sustentabilidade nas cidades depende da promoção da caminhada, e que o conjunto de atributos utilizados por cada pesquisador para definir a caminhabilidade é distinto, assim como sua abordagem, que pode ocorrer por meio de macro ou microescala.

A abordagem em nível macro permite mensurar alguns aspectos relacionados à forma urbana, como o tamanho das quadras, a densidade urbana e a conectividade de vias. Esses aspectos são avaliados na caminhabilidade através da análise de uma determinada área, que pode ser um bairro. O enfoque através da microescala avalia as características físicas das vias destinadas aos pedestres e os fatores que podem influenciar na caminhada. Os fatores analisados são, por

exemplo, número de travessias de pedestres e semáforos e qualidade da calçada. Estas medidas são adequadas para avaliar os ambientes de caminhada efetivamente percorrido pelos pedestres Pires et al. (2016).

Os trabalhos de microescala e macroescala incluem ferramentas de auditoria, escalas de nível de serviço, pesquisas, questionários, índices e ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Os dados coletados são de caráter qualitativo ou quantitativo e a análise pode ser realizada a partir de diferentes escalas, seja ela uma interseção, rua, bairro ou cidade. Embora possam diferir na sua operacionalização, esses métodos têm um objetivo em comum: obter um único número que classifica o ambiente como de alta ou baixa caminhabilidade (Cambra, 2012).

A exibição dos critérios e os meios de avaliação da qualidade do espaço urbano são expostos nos estudos de Nanya e Sanches (2015). Afirma-se que o conjunto de atributos utilizados para definir a caminhabilidade dentro de um estudo é muito variável e, em geral, bastante grande. Nesse sentido, o exercício de designação de parâmetros para a aferição da caminhabilidade se inicia com o entendimento de quais são os itens pertinentes à análise nas cidades em questão. Igualmente, as definições dos cenários e as escalas de gradações possíveis para cada item avaliado dependem das condicionantes sociais, culturais e geográficas do local.

Com o intuito de se obter mais conhecimento sobre a temática da caminhabilidade foi realizado uma investigação a respeito de alguns trabalhos existentes tanto na literatura nacional como internacional. O uso de SIG foi identificado dentre as metodologias adotadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Estudos a respeito do comportamento e ambiente caminhável.

AUTOR	ANO	LOCALIDADE	ESCALA	FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS
Bradshaw	1993	Ottawa, Canadá	Bairro	Verificação <i>in loco</i>
Leslie, Butterworth e Edwards	2006	Melbourne, Austrália	Bairro, rua	SIG
Cambra	2012	Lisboa, Portugal	Cidade, bairro, logradouro	SIG, verificação <i>in loco</i>
Barros, Martínez e Viegas	2015	Análise Global (Publicado em Portugal)	Logradouro	Questionário <i>online</i>
Gonçalves et al.	2015	Anápolis, Brasil	Logradouro	Verificação <i>in loco</i>
Guimarães, Cunha e Dos Santos	2015	Goiânia, Brasil	Logradouro	Verificação <i>in loco</i>
Neto	2015	Manchester, EUA	Logradouro	Questionário e verificação via Google <i>streetview</i>
ITDP	2018	Rio de Janeiro, Brasil	Logradouro, bairro	Verificação <i>in loco</i>

Fonte: A Autora, 2018.

2.3 NBR 9050/15

Como nesta pesquisa aborda-se a mobilidade no sentido de facilidade do deslocamento a pé do indivíduo no espaço urbano, fica intrínseco a importância da aplicação da acessibilidade no desenho urbano. Pois, o conceito de acessibilidade inclui o ser humano em todas as fases da sua vida e em total diversidade de condições físicas, mentais e sensoriais (Vasconcellos, 2016).

Segundo a NBR 9050/2015 (2015), a acessibilidade é a possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015).

Ainda na Norma, para que os ambientes e os produtos que os compõem sejam acessíveis às pessoas, independente de quaisquer características físicas, idade e habilidade, proporcionando uma boa ergonomia para todos, adota-se o conceito de desenho universal e seus sete princípios, Tabela 2.

Tabela 2 - Sete princípios do desenho universal.

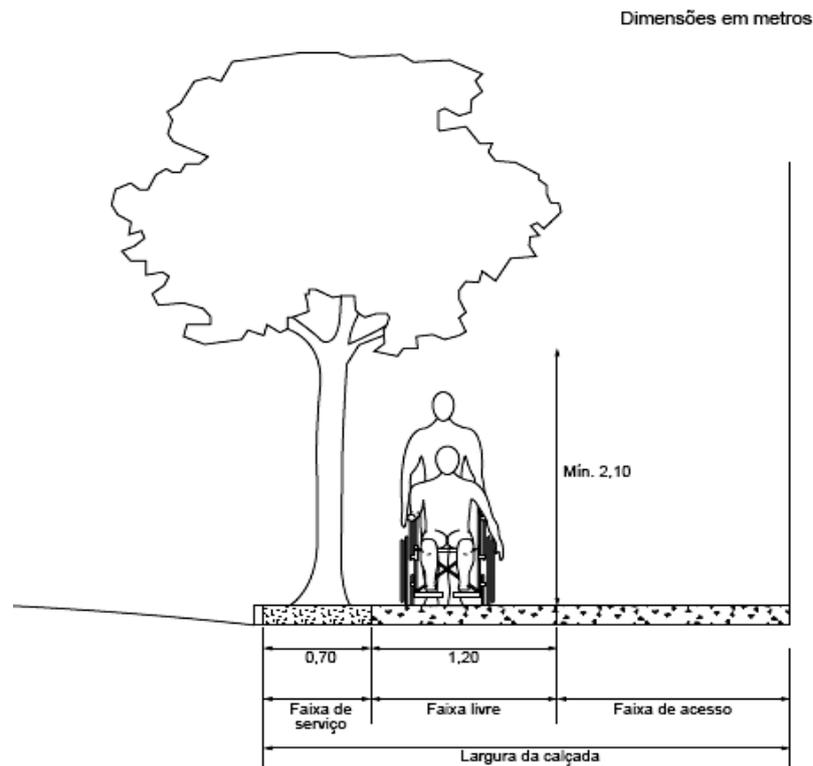
1. Uso equitativo:	O significado de uso deve ser o mesmo para todos;
2. Uso flexível:	Facilitar o uso para diferentes tempos de reação a estímulos do usuário, apresentando diversas maneiras de uso;
3. Uso simples e intuitivo:	O desenho deve ser de fácil compreensão para todos os usuários;
4. Informação de fácil percepção:	O elemento espacial ou ambiente deve apresentar informações de modo redundante e legível, de todos os modos, visuais, verbais e táteis;
5. Tolerância ao erro:	Minimizar os riscos e consequências acidentais ou não intencionais, agrupando os elementos de risco, isolando-os ou eliminando-os, avisar o risco ou erro, disponibilizar opções de diminuir as falhas;
6. Baixo esforço físico:	O ambiente ou elemento espacial deve fornecer um uso eficiente e confortável, possibilitando que o usuário mantenha o corpo em uma posição neutra, utilize pouca força na operação, diminuindo as ações repetidas;
7. Dimensão e espaço para aproximação e uso:	O ambiente ou elemento espacial deve ter dimensão e espaço apropriado para aproximação, alcance, manipulação e uso, independentemente de tamanho de corpo, postura e mobilidade do usuário.

Fonte: ABNT, 2015.

No que se refere à caminhabilidade, a NBR 9050/15 estabelece dimensões mínimas para as calçadas na Figura 2, subdividindo-a em três faixas:

- a) faixa de serviço: serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Nas calçadas a serem construídas, recomenda-se reservar uma faixa de serviço com largura mínima de 0,70m;
- b) faixa livre ou passeio: destina-se exclusivamente à circulação de pedestres, deve ser livre de qualquer obstáculo, ter inclinação transversal até 3%, ser contínua entre lotes e ter no mínimo 1,20m de largura e 2,10m de altura livre;
- c) faixa de acesso: consiste no espaço de passagem da área pública para o lote. Esta faixa é possível apenas em calçadas com largura superior a 2,00m. Acomoda a rampa de acesso aos lotes lindeiros sob autorização para edificações já construídas.

Figura 2 - Faixas de uso das calçadas.



Fonte: ABNT, 2015.

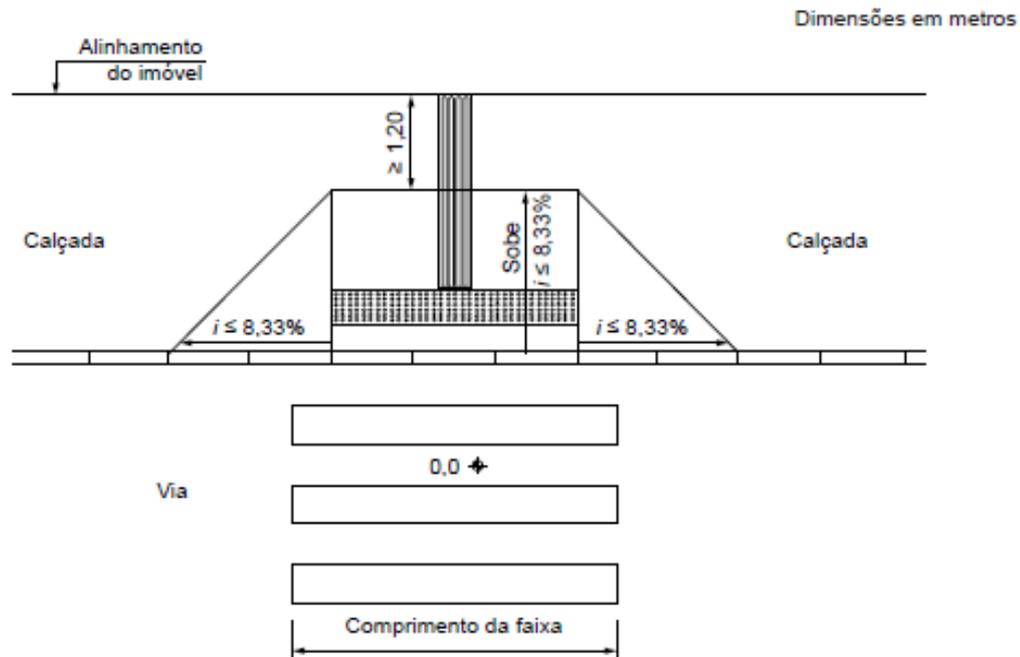
Os pisos das calçadas e vias exclusivas para pedestre devem garantir uma faixa livre (passeio) sem degraus e atender características referentes:

- a) Ao revestimento e acabamento: superfície regular, não trepidante para dispositivos com rodas, seguros e antiderrapantes sob qualquer forma, seja seca ou molhada. Além disso, deve ser evitada a utilização de um padrão com efeito tridimensional, causando insegurança no usuário;
- b) À inclinação: a transversal não pode ser superior a 3%, se necessários ajustes nas soleiras, sempre executados dentro do lote, se a calçada possuir mais de 2 metros de largura, os reparos podem ser feitos nas faixas de acesso. A longitudinal deve acompanhar as vias lindeiras;
- c) Aos desníveis: para rotas acessíveis devem ser evitados, mas eventuais desníveis de no máximo 5mm, não precisam de tratamento. Entre 5mm e 20mm devem possuir uma inclinação máxima de 50%. Em períodos de reformas, considera-se um máximo desnível de 75mm e inclinação máxima de 12,5%, sem atingir a circulação transversal, e protegida lateralmente (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015).

Os rebaixamentos de calçadas devem ser construídos na direção do fluxo da travessia de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33 % no

sentido longitudinal da rampa central e na rampa das abas laterais. A largura mínima do rebaixamento é de 1,50m. O rebaixamento não pode diminuir a faixa livre de circulação, de no mínimo 1,20m, da calçada, conforme Figura 3.

Figura 3 - Rebaixamentos de calçada.



Fonte: ABNT, 2015.

2.4 Índice de Caminhabilidade do ITDP

O índice de caminhabilidade (ICam) foi elaborado pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil, 2016) em parceria com o IRPH – Instituto Rio Patrimônio da Humanidade, órgão da prefeitura do Rio de Janeiro, com a colaboração da Pública Arquitetos. Seu desenvolvimento ocorreu no marco do programa Centro para Todos, coordenado pelo IRPH. Ele permite avaliar as condições do espaço público, indicando em que medida favorece ou não os deslocamentos a pé. A sua construção teve como propósito promover um novo olhar sobre o meio urbano sob a ótica do pedestre.

A primeira versão do índice foi lançada em 2016 e era composta por 21 indicadores agrupados em 6 diferentes categorias, um aperfeiçoamento com o objetivo de aumentar o potencial de aplicação da ferramenta nas cidades brasileiras foi realizado. Em 2018, ocorreu uma redução para 15 indicadores agrupados nas 6 categorias com metodologia de avaliação, formulários para o levantamento de campo e planilhas de cálculo para os resultados finais (ITDP Brasil, 2018). As

categorias definidas na Figura 4 são consideradas lentes necessárias para a avaliação da caminhabilidade e são utilizadas como parâmetros centrais de referência para a avaliação, definindo a distribuição da pontuação.

Figura 4 - Categorias para avaliação de caminhabilidade do ITDP.



Fonte: ITDP, 2018.

No cálculo do índice de caminhabilidade a unidade básica de coleta de dados e avaliação é o segmento de calçada, onde a escala de unidade serve para refletir a experiência do caminhar do pedestre, exemplificado na Figura 5.

Figura 5 - Exemplo de identificação de segmento de calçada.



Fonte: ITDP, 2018.

Em alguns casos a coleta de dados deve ser adaptada de acordo com o indicador, é o que ocorre com os indicadores da categoria de Atração, os quais são avaliadas a face da quadra. A face da quadra corresponde ao conjunto de fachadas confrontante ao segmento de calçada, porém a pontuação é atribuída ao segmento de calçada correspondente. A Tabela 3 apresenta os indicadores e categorias do índice.

Tabela 3 - Descrição das categorias e unidade de análise.

CATEGORIAS	INDICADORES	Unidade de análise para o IC	
		Segmento de calçada	Face de quadra
Calçadas	(a) Largura	X	
	(b) Pavimentação	X	
Mobilidade	(a) Dimensões das quadras	X	
	(b) Distância a pé ao transporte	X	
Atração	(a) Fachadas fisicamente permeáveis		X
	(b) Fachadas visualmente permeáveis		X
	(c) Uso Misto		X
	(d) Uso Público diurno e noturno		X
Segurança Pública	(a) Iluminação	X	
	(b) Fluxo de pedestres diurno e noturno	X	
Segurança Viária	(a) Travessia	X	
	(b) Tipologia da Rua	X	
Ambiente	(a) Sombra e abrigo	X	
	(b) Poluição sonora	X	
	(c) Coleta de lixo e limpeza	X	

Fonte: Adaptada do ITDP, 2018.

Para a definição das pontuações é preciso levar em consideração os critérios de avaliação de cada indicador. No grupo que avalia as Calçadas, são definidos dois indicadores:

- a) Pavimentação – Avalia a existência de pavimentação na calçada e suas condições;
- b) Largura - Avalia se a largura da faixa de circulação é adequada em todo o segmento;

No que tange a **Mobilidade**, os indicadores são:

- a) Dimensões das quadras – A extensão lateral da quadra equivalente ao segmento de calçada;
- b) Distância a pé ao transporte de alta e média capacidade – Distância percorrida a pé (em metros) até a parada de transporte mais próxima levando em consideração que a distância mínima a pé seja de 500m;

Os indicadores que buscam avaliar a Atração do deslocamento de quem andam a pé:

- a) Fachadas fisicamente permeáveis – Número médio de entradas e acessos de pedestres por cada 100m de frente de quadra.
- b) Fachadas visualmente permeáveis – Percentagem da extensão da face de quadra com conexão visual com as atividades no interior do edifício;
- c) Uso Público diurno e noturno – Número médio de estabelecimentos e áreas públicas com uso público diurno e noturno por cada 100m de face de quadra;
- d) Uso Misto – Porcentagem do total de pavimentos com uso predominante nas edificações confrontantes ao segmento de calçada;

Na **Segurança viária** estão agrupados os dois indicadores referentes à:

- a) Tipologia da rua - Avalia a tipologia da rua em relação ao espaço destinado aos pedestres.
- b) Travessia – Porcentagem de travessias seguras e acessíveis a pessoas com deficiências em todas as direções a partir do segmento de calçada;

A categoria de **Segurança Pública** ou seguridade é composta por dois indicadores:

- a) Iluminação – Incidência de luz na calçada no período noturno;
- b) Fluxo de pedestres diurno e noturno – Circulação de pedestres em diferentes horários;

A última categoria é de **Ambiente** com três indicadores:

- a) Sombra e abrigo – Porcentagem do segmento de calçada que possui elementos ao abrigo adequados;
- b) Poluição sonora – Nível de intensidade sonora na rua;
- c) Coleta de lixo e limpeza – Avaliação visual da Limpeza urbana.

A avaliação total do Índice de Caminhabilidade consiste em 3 etapas. A primeira é a obtenção da nota atribuída ao segmento de calçada para cada indicador (i1) que varia de 0 a 3. Essa nota é determinada a partir de critérios estabelecidos pelo ITDP. Em seguida, aplica-se as equações 1 e 2 (ITDP Brasil, 2018) adquirindo as pontuações ponderadas do segmento de calçada para cada indicador e o resultado final de cada indicador, respectivamente.

$$Pi1 = \frac{(e1 * 100)}{\sum(e1; e2; e3; ...)} * i1 \quad (1)$$

$$RI1 = \frac{\sum(Pi1; Pi2; ...)}{100} \quad (2)$$

Onde:

$Pi1$ = pontuação ponderada do segmento de calçada para cada indicador.

$e1; e2; e3; \dots$ = extensão de cada segmento de calçada.

$i1$ = Nota atribuída ao segmento para cada indicador (0-1-2-3).

Exemplo: $i1$ corresponde ao primeiro segmento de calçada, $i2$ ao segundo segmento e assim sucessivamente.

$RI1$ = Resultado final de cada indicador.

Uma vez que se tenha adquirido a pontuação ponderada de cada indicador ($Pi1$), a segunda etapa é obter a pontuação final para cada uma das seis categorias. Também tem uma pontuação variando de 0 a 3 e compreender os resultados das equações 3 e 4 (ITDP Brasil, 2018).

$$Ci1 = \frac{(Pi1; Pi2; \dots)}{ni} \quad (3)$$

$$RC1 = \frac{\sum(Ci1; Ci2; \dots)}{100} \quad (4)$$

Onde:

$Ci1; Ci2; \dots$ = Pontuação ponderada do segmento de calçada para cada categoria.

$Pi1; Pi2; \dots$ = Pontuação ponderada do segmento de calçada para cada indicador.

ni = Número de indicadores pertencentes à categoria.

$RC1$ = Resultado final de cada categoria.

A pontuação geral do Índice de Caminhabilidade conforme equação 5 (ITDP Brasil, 2018) consiste na média aritmética da pontuação das seis categorias e poderá variar, assim, de 0 (pontuação mínima) a 3 pontos (pontuação máxima).

$$RI = \frac{\sum(RC1; RC2; \dots)}{nc} \quad (5)$$

Onde:

RI = Resultado final do índice de caminhabilidade.

$RC1; RC2; \dots$ = Resultado final de cada categoria.

nc = Número de categorias pertencentes ao índice.

A nota 3 é considerada como ótimo, notas de 2 até 2,9 bom, de 1 até 1,9 suficiente e de 0 até 0,9 insuficiente. A cada intervalo corresponde uma sugestão de priorização de intervenções, conforme indicado na Tabela 4.

Tabela 4 - Pontuação para o índice de caminhabilidade.

Pontuação 3	Pontuação 2	Pontuação 1	Pontuação 0
<u>ÓTIMO</u>	<u>BOM</u>	<u>SUFICIENTE</u>	<u>INSUFICIENTE</u>
Manutenção e aperfeiçoamento.	Intervenção desejável, ação à médio prazo.	Intervenção prioritária, ação em curto prazo.	Intervenção prioritária, ação imediata.

Fonte: Adaptada do ITDP, 2018.

2.5 Sistemas de Informações Geográficas Aplicados a Caminhabilidade

Os SIG podem ser usados para aplicar e avaliar índices de caminhabilidade no ambiente construído. O SIG propicia a representação sobre o espaço geográfico de áreas pré-definidas, bem como dados de suas características, possibilitando a integração desejável entre atributos e dados geoespaciais.

A análise espacial pode ser conceituada como processo de apresentação, manipulação, inferência e estimação de dados espaciais, os quais podem ser definidos como qualquer tipo de informação que possa ser caracterizada no espaço em função de um determinado sistema de coordenadas, absoluta ou relativa (Camara; Queiroz, 2001). A posição espacial que os dados ocupam é importante neste tipo de análise, sendo em geral as características das entidades espaciais divididas em dados locacionais, que dizem respeito exclusivamente à sua posição no espaço, e dados de atributos, que especificam as características não espaciais (Krempf; Silva, 2004).

Segundo CAMARA et al. (1996), a utilização de SIG facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final. Assim para melhor compreender o comportamento da mobilidade urbana é indicado o emprego de SIG, pois é uma ferramenta de gerenciamento e gestão de território eficazes.

Para Soltani e Allan (2005), o SIG permite que a rede e a análise espacial de uma área urbana sejam fragmentada e direcionada a partir dos objetivos de estudo de escala para caracterizar a forma urbana em detalhes, sendo possível lidar com as diferentes escalas de trabalho, da escala do macro à micro. Assim, a caminhabilidade pode ser classificada de acordo com o tipo de avaliação (quantitativa ou qualitativa) e escala de aplicação (área, segmento e ponto).

O SIG apresenta mecanismos sofisticados para a manipulação e análise espacial de dados, permitindo a visualização mais clara de informações complexas, quando se compara com análises em relatórios e gráficos Desyllas et al. (2003), Leslie et al. (2006), Troped et al. (2006) e Cambra (2012) são alguns autores que utilizaram-se de ferramentas SIG para análises espaciais da caminhabilidade.

Por meio do SIG, a avaliação da caminhabilidade no espaço urbano em que está imerso pode ser alimentada e avaliada por vários métodos, como questionários, inventários ou extração de índices por análise espacial. A mensuração dos dados pode ser na forma quantitativas ou qualitativas, podendo variar a partir da necessidade do espaço pedonal propriamente dito até o ambiente circundante, e estarem relacionadas com diversas escalas de abrangência.

Entre as medições qualitativas para estudos da caminhabilidade, incluem-se as que podem ser obtidas por questionário online ou verificação in loco relativas ao ambiente pedonal. Vieira; Mussi; Pereira (2017) organizaram inventários das calçadas possibilitando analisar as variáveis que determinam o Índice de Caminhabilidade - IC nos municípios de Itajaí, Itapema e Camboriú. Tais inventários foram previamente realizados de forma individualizada, de modo manual e sem vínculo geográfico. O conjunto dos inventários foi integrado digitalmente e estruturado com a criação de um banco de dados geoespacial em Sistemas de Informações Geográficas, permitindo o dimensionamento espacial dos dados com localização precisa na superfície da terra, assim como interpretações mais aprofundadas da qualidade das calçadas através de análise espacial da base de dados.

Já as medições quantitativas de avaliação da caminhabilidade centram-se no cálculo e cruzamento de indicadores estatísticos (censitários, urbanísticos, etc.) combinados com as entidades do espaço dos pedestres e entorno (rede viária, uso do solo, edificado, etc.). Um exemplo, Frank et al. (2005) permite estabelecer um indicador aplicando um buffer de 1 km em torno de um bairro já delimitado, área para a qual foram recolhidos dados de uso do solo (área total por uso), densidade residencial e densidade de cruzamentos da rede viária.

Outra forma encontrada em estudos de índices de caminhabilidade são as aplicadas aos níveis de segmento lineares onde cada um dos vários fatores tidos por relevantes para o caminhar é posicionado relativamente a valores de pontuações associadas. Um exemplo são as Pedestrian LOS Performance Measures (Dixon,

1996) que aplicam uma tabela de pontuação que classifica cada segmento da rede pela soma que este obtém em relação aos indicadores de equipamentos pedonal, de conflitos, de agradabilidade, de nível de serviço para transporte motorizado, manutenção e tráfego multimodal. Estas técnicas avaliam cada segmento de acordo com um modelo matemático.

As ferramentas que contam com avaliação da caminhabilidade mais populares são as aplicações baseadas na web. Alguns exemplos, são: *WalkScore*, *Walkshed* e *Walkonomics*.

WalkScore - permite aos usuários escolher um ponto em um mapa, encontrando a pontuação de *walkability* do bairro. Ele também exibe um mapa raster, conforme figura 6, permitindo ao usuário ver quais áreas da cidade são mais ou menos caminháveis, variando do verde ao vermelho respectivamente. A medida de caminhabilidade é realizada por um algoritmo que leva em consideração o número, o tipo e a distribuição espacial das conveniências presentes na área, sendo as comodidades utilizadas como uso e atividades, restaurantes, bancos e parques. A origem do *Walk Score* se deu em 2007 em *Seattle* nos Estados Unidos, portanto sua metodologia de avaliação atende a questões das cidades norte-americanas, onde os problemas urbanos enfrentados são específicos em dimensão e tipologia.

Figura 6 - Walk Score.

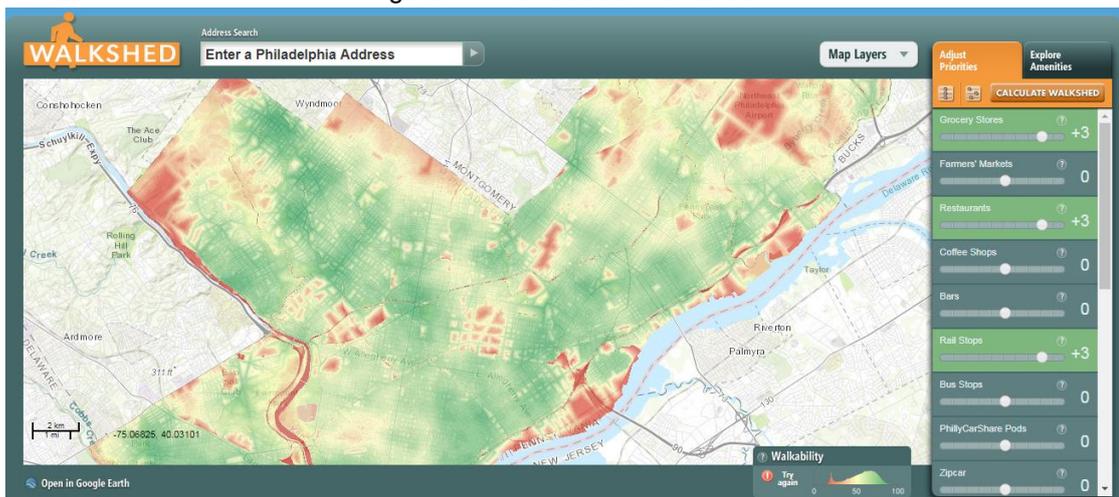


Fonte: Notcot, 2007.

Walkshed – Desenvolvido em 2010 e aplicado na cidade da Filadélfia, no estado da Pensilvânia, o *Walkshed* é uma aplicação que usa uma metodologia para calcular e mapear a acessibilidade da mobilidade urbana. O mapeamento é gerado (disponível em www.walkshed.org) com base na distância ao usuário e nas seleções

de preferências dentro das 17 categorias, o resultado é uma representação gráfica dos dados espaciais, em que os valores são apresentados como cores ao longo de um espectro – um mapa de calor. Por exemplo, as áreas que melhor atendem as prioridades definidas pelo usuário podem ser coloridas em verde, enquanto áreas mal adequadas são sombreadas em vermelho, é possível visualizar a sua interface na Figura 7.

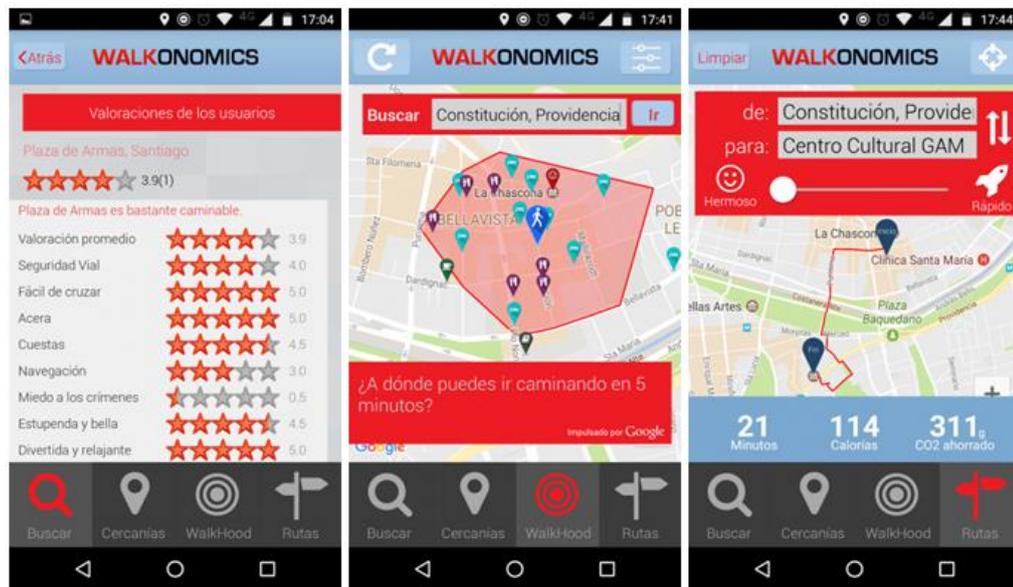
Figura 7 - Interface do Walkshed.



Fonte: Azavea, 2018.

Walkonomics – Outro aplicativo baseado na web que usa *feedback* dos usuários e processos automatizados para classificar as ruas em uma escala de 0-5, o *walkonomics* incorpora elementos de *crowdsourcing* (modelo de produção, que conta com a mão-de-obra e conhecimento coletivos, para desenvolver soluções e criar produtos) e dados abertos para acessar e revisar rotas de caminhada. Um mapa de navegação permite ver a pontuação das ruas individuais. A classificação das ruas é realizada através da avaliação de oito categorias. O aplicativo criado em 2011 informa as condições de caminhabilidade das ruas das cidades como São Francisco (CA), Nova York, Londres, Washington, Paris, Glasgow e Toronto.

Figura 8 - Walkonomics em smartphones.



Fonte: A Autora, 2018.

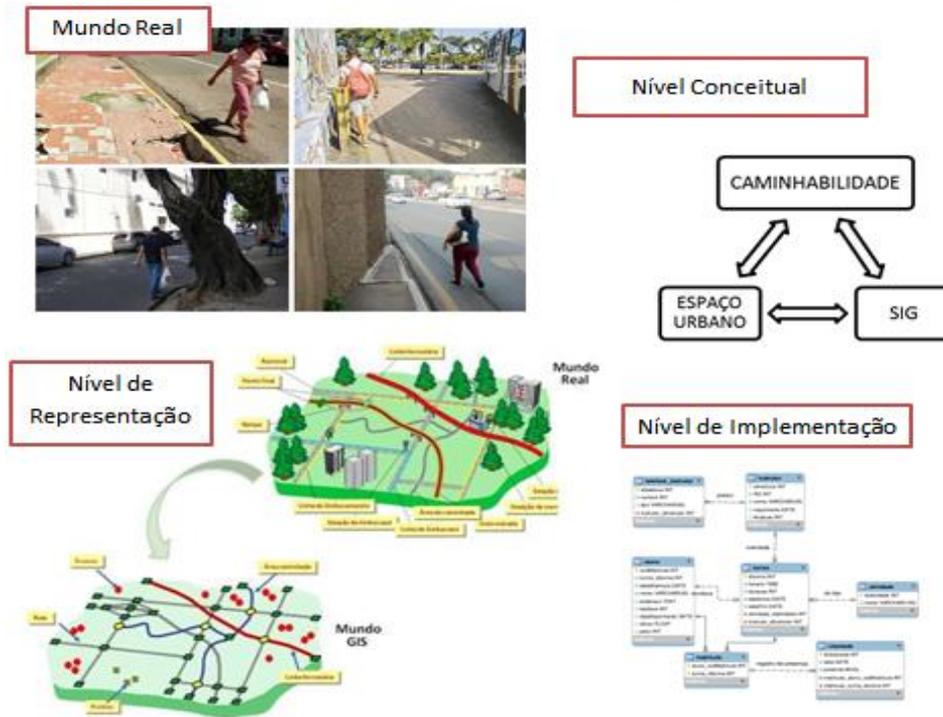
O sucesso da implementação de um SIG voltado para a caminhabilidade depende da qualidade da abstração de entidades do mundo real, suas interações para uma base de dados informatizada e a possibilidade da disponibilização desses dados em plataformas de acesso a usuários. Então para elaboração da abstração do mundo real, a modelagem de dados apresenta-se como ferramenta valiosa de estruturação e representação (Borges; Davis, 2002).

2.5.1 Modelagem de Dados Espaciais

O propósito da Modelagem de Dados Espaciais é definir os dados que irão compor a base de dados espaciais, tanto com relação a posição geográfica como os seus respectivos atributos. A base de dados espaciais deve ser estruturada, estabelecendo os relacionamentos, evitando inconsistências, a fim de permitir uma atualização simplificada e permanente, sistematizando o conhecimento a respeito dos objetos e fenômenos do mundo real.

Modelos de dados variam de acordo com o nível de abstração. Para aplicações geográficas, existem basicamente quatro níveis distintos de abstração conforme Figura 9.

Figura 9 - Níveis de abstração para aplicações geográficas.



Fonte: A Autora, 2018.

- **Nível do mundo real** contém os fenômenos geográficos reais a serem representados.
- **Nível conceitual** oferece um conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma em que são percebidas pelo usuário, nessa fase são definidas as classes associadas à representação espacial que serão criados os modelos para construção da base de dados.

Entre as diversas técnicas de modelagem orientada a objetos, para geração do modelo conceitual, a técnica escolhida foi OMT-G - Geographic Object Modeling Technique ou Técnica de Modelagem de Objeto Espacial, pois é a empregada pela CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia na geração dos modelos da INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.

O modelo OMT-G parte das definições aplicadas para o diagrama de classes da UML - Universal Modeling Language ou Linguagem Universal de Modelagem, introduzindo princípios geográficos com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica do modelo, e portanto reduzindo a distância entre o modelo mental do espaço e o modelo de representação usual. O modelo OMT-G

trabalha no nível conceitual e no de representação baseado em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais.

As classes podem ser georreferenciadas ou convencionais. Uma classe georreferenciada descreve um conjunto de objetos que têm representação espacial e que são associados a elementos do mundo real. Uma classe convencional descreve um conjunto de objetos com propriedades, comportamento, relacionamentos e semântica semelhantes, porém não representáveis geometricamente.

A classe georreferenciada é dividida em dois tipos, assume a visão:

- Geocampos - quando representam objetos e fenômenos distribuídos continuamente no espaço, podendo ser representada por isolinhas, polígonos adjacentes, tesselação, amostragem ou rede triangular irregular.
- Geo-objetos - quando representam objetos geográficos particulares, individualizáveis, associados a elementos do mundo real. São divididos em dois tipos, dentro do OMT-G, como geo-objeto com geometria e geo-objeto com topologia e geometria, ambos possuem notações próprias de representação.

Os relacionamentos espaciais e descritivos são importantes para a compreensão do espaço modelado, o modelo OMT-G representa os três tipos de relacionamento que podem ocorrer entre suas classes: associações simples, relacionamentos espaciais e relacionamentos topológicos em rede. Associações simples representam relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas. Relacionamentos espaciais representam relações topológicas, métricas, ordinais e fuzzy. Relacionamentos de rede são relacionamentos entre objetos que estão conectados.

Quanto às restrições de integridade é uma atividade importante no projeto de uma aplicação, consiste na identificação de condições que precisam ser garantidas para que a base de dados esteja sempre íntegra, por exemplo, agregação espacial e generalização cartográfica.

Agregação simbolizada é uma forma especial de associação entre objetos, onde se considera que um deles é montado a partir de outros. Pode ocorrer entre

classes convencionais, entre classes georreferenciadas, ou entre uma classe convencional e uma classe georreferenciada.

A generalização cartográfica é utilizada no modelo OMT-G como uma série de transformações que são realizadas sobre a representação de informação espacial com o objetivo de melhorar a legibilidade do dado.

➤ **Nível de representação** as entidades formais definidas no nível conceitual (classes de campos e objetos), são associadas às classes de representação espacial. Nesta fase são definidas as geometrias (ponto, linha e polígono) para cada elemento conforme os conceitos de geo-objetos, geo-campos e rede que podem variar conforme escala, projeção cartográfica e época de aquisição.

➤ **Nível de implementação** são definidos padrões, as arquiteturas, restrições, linguagens de programação, ou seja, onde ocorre a realização do modelo de dados através de SGBD - Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados.

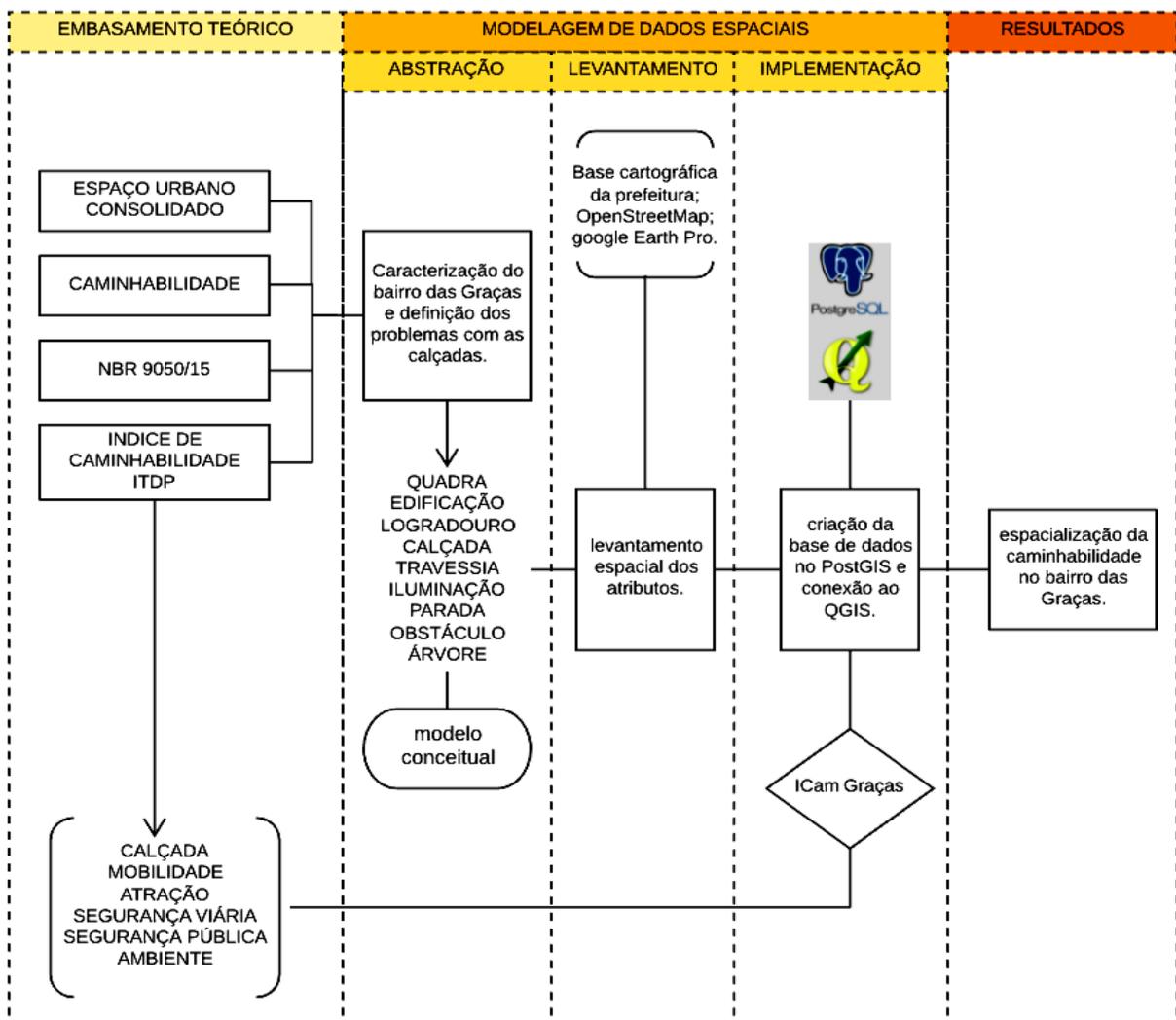
3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentadas as etapas para metodologia da pesquisa.

3.1 Procedimentos Metodológicos

A Figura 10 apresenta as etapas da pesquisa seguido do detalhamento das atividades realizadas.

Figura 10 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: A Autora, 2019.

3.2 Abstração do Mundo Real

Neste capítulo são apresentados os pressupostos para construção da abstração do mundo real para a modelagem dos dados.

3.2.1 Plano de Mobilidade Urbana de Recife

O PMU - Plano de Mobilidade Urbana do Recife – MobilidadeRECIFE, desenvolvido pela Prefeitura por meio do ICPS - Instituto da Cidade Pelópidas Silveira orienta os investimentos públicos em infraestruturas de transportes da cidade. Apresenta o diagnóstico da mobilidade no município, conceitos e diretrizes para o sistema viário e informações levantadas referentes aos modos de transporte a partir de uma revisão literária jurídica nos níveis municipal, estadual e nacional. O MobilidadeRECIFE deverá integrar modos de transporte motorizados e não motorizados em um sistema único, coeso e sustentável, priorizando os deslocamentos a pé, por bicicleta e o transporte público (Prefeitura da Cidade do Recife, 2017).

Segundo plano de mobilidade, o município do Recife é composto por 94 bairros que possuem extensão bastante variada: o maior é a Guabiraba, com 46,17km², enquanto o menor é o Totó, com 1,4km². A população do Recife assentou-se historicamente ao longo das margens do rio Capibaribe, importante eixo indutor do desenvolvimento urbano, de forma a espalhar-se ao longo de sua planície até atingir área de relevo íngreme, como os morros da região Norte e Sul. A cidade é dividida politicamente em seis Regiões Político-Administrativas: RPA-1, RPA-2, RPA-3, RPA-4, RPA-5 e RPA-6, distribuídas nas regiões Centro, Norte, Noroeste, Oeste, Sudoeste e Sul.

Com relação ao modo de transporte não motorizado, o plano refere-se com prioridade ao modo de deslocamento a pé. As características urbanísticas das vias são identificadas com relação aos padrões geométricos e construtivos das calçadas além de diretrizes de travessias de pedestres.

A mobilidade da cidade de Recife é diagnosticada através do PMU, onde são identificados problemas que a população enfrenta, como: irregularidades nas dimensões de calçada, má qualidade da pavimentação, ausência de arborização ou ineficiência delas nas calçadas, obstáculos na área de circulação do pedestre e inadequação ou inexistência de iluminação pública nas vias, dessa maneira é possível sistematizar uma base de dados e informações que possibilitem entender as condições de circulação a pé pela cidade do Recife.

No Recife, o traçado das vias, sua geometria, suas condições de conservação e manutenção, variam, na maioria das vezes, em função do período da construção

(como em áreas históricas ou de preservação) ou de acordo com as condições socioeconômicas nos distintos bairros ou regiões. Atualmente, as calçadas do Recife refletem os principais problemas que impossibilitam a prática da caminhabilidade, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Problemas comuns das calçadas identificado no PMU de Recife.

- Irregularidades na setorização e dimensionamento mínimo de calçadas;
- Pavimentação inadequada;
- Obstáculos na área de circulação ou travessia;
- Área de parada de ônibus inadequada;
- Inexistência ou inadequação de sinalização pedonal;
- Falta de arborização e ineficiência no plantio de árvores;
- Inadequação ou inexistência de iluminação pedonal nas ruas;
- Falta de conservação ou inexistência de mobiliário urbano nas calçadas.

Fonte: PMU, 2017.

As figuras 11 e 12 mostram exemplos do problema. Além de calçadas com diferentes níveis, mau estado de conservação, ausência de postes de iluminação, árvores e entre outros obstáculos servem como variáveis para auxiliar na abstração do mundo real.

Figura 11 – Via obstruída por raiz da árvore.



Fonte: Google Earth, 2019.

Figura 12 - Carros obstruindo a passagem dos pedestres nas calçadas.



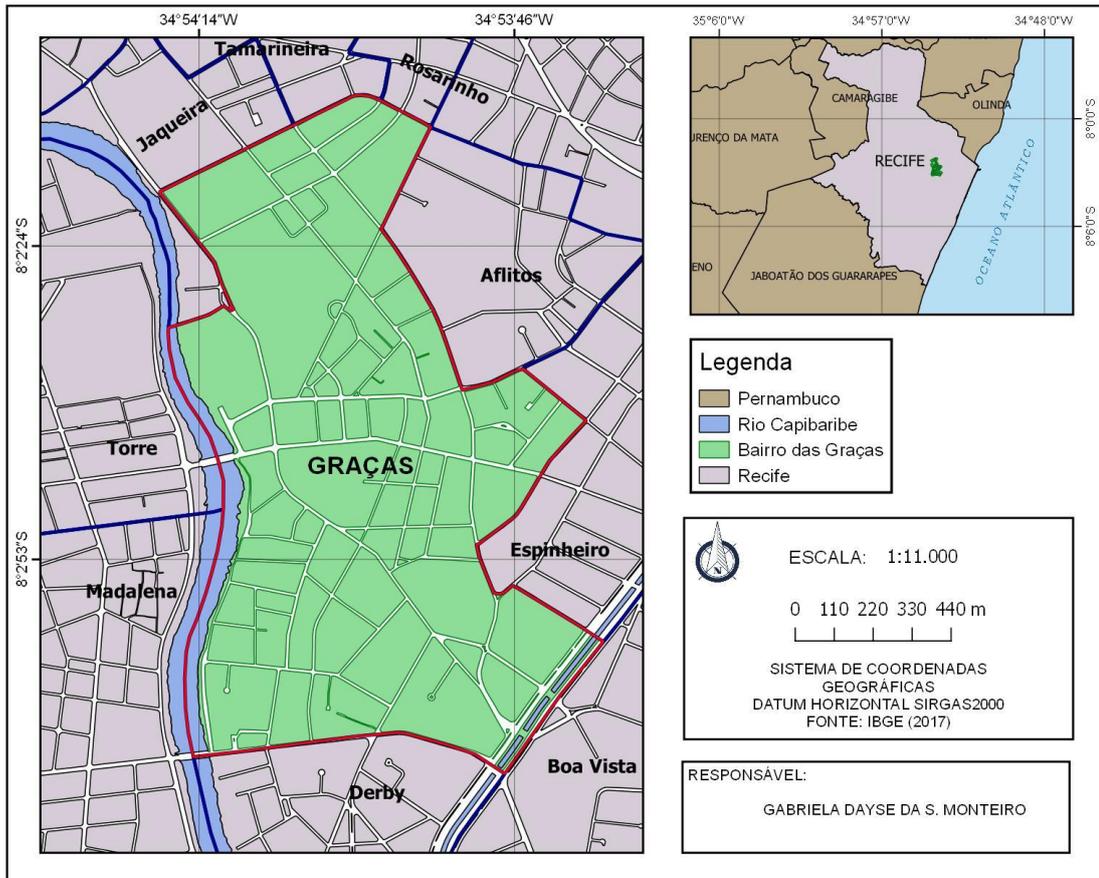
Fonte: Poraqui, 2017.

3.2.2 Caracterização da Área de Estudo

O bairro das Graças está localizado entre o centro expandido do Recife e o rio Capibaribe e apresenta uma área conectada e integrada, provida de um espaço urbano consolidado, um sistema viário diversificado, amparada por transporte público e que contempla equipamentos com universidades, colégios, museus e hospitais além de importantes vias de fluxos. Encontra-se localizada na RPA-3, integrante da microrregião 3.1 e tem uma área total de 1,44km².

Segundo o cadastro imobiliário da Prefeitura do Recife disponibilizado no seu Portal de Dados Abertos, o Bairro das Graças possui 1.120 lotes, que somados contabilizam 1,128 km², ou seja, 78,3% da superfície total do bairro é de domínio privado. O mapa de localização, figura 13, apresenta a espacialização do bairro das Graças.

Figura 13 - Mapa de localização do bairro das Graças em Recife.

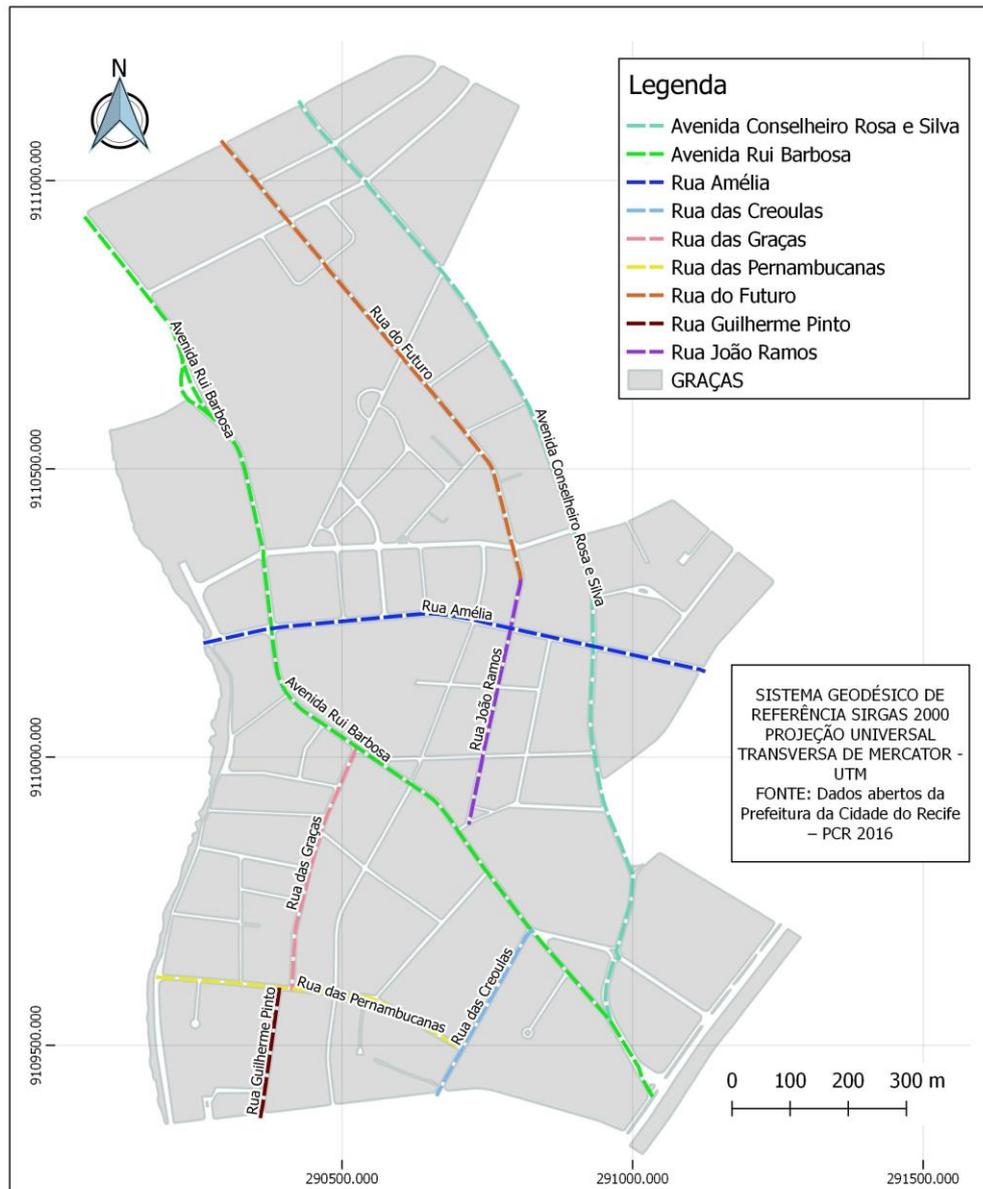


Fonte: A Autora, 2018.

O bairro possui diversidade e qualidades de áreas residenciais, conta também com comércio, serviços e instituições, todos bem distribuídos ao longo do território sem se concentrarem em uma área específica. Esses equipamentos urbanos estão localizados ao longo dos principais corredores viários, que possuem lotes maiores, inseridos em grandes e irregulares quarteirões.

A partir das informações de reconhecimento do bairro das Graças foram selecionadas 9 ruas para a avaliação da caminhabilidade, definidas considerando a configuração viária, pois o tecido urbano do bairro é fragmentado. As vias selecionadas foram: Avenida Conselheiro Rosa e Silva, Avenida Rui Barbosa, Rua Amélia, Rua das Creoulas, Rua das Graças, Rua das Pernambucanas, Rua do Futuro, Rua Guilherme Pinto e a Rua João Ramos, conforme a Figura 14.

Figura 14 - Vias objeto de estudo no bairro das Graças.



Fonte: A Autora, 2019.

Segundo Machry (2016) de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo (1996) 38 lotes (3,5%) das Graças estão sobre arteriais principais (Avenida Joaquim Nabuco, Avenida Agamenon Magalhães), 220 lotes (19,9%) sobre arteriais secundárias (Rui Barbosa, Conselheiro Rosa e Silva, Rua Amélia), 136 lotes (12,3%) sobre coletoras (Santos Dumont, Rua do Futuro, Conselheiro Portela) e restando 716 lotes (64,7%) sobre vias locais.

3.3 Recursos Tecnológicos

Neste capítulo são apresentados os dados, equipamentos e ferramentas utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

3.3.1 Base de Dados Espaciais

Para a criação da base cartográfica digital, produção de mapas que ilustram a localização geográfica da área de estudo e para a execução da metodologia de avaliação dos segmentos de calçadas, foram adquiridos dados no formato shapefile e dados descritivos de diversos órgãos, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Órgãos e instituições para obtenção dos dados.

ORGÃO	DADOS	FORMATO
ITDP Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculos do índice de caminhabilidade 	Planilha
ITDP Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Informações de levantamento 	Formulário de Campo
Prefeitura da Cidade do Recife	<p>Referente ao bairro das Graças no município de Recife:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema viário. • Delimitação das quadras, segmento de calçada e lotes em base cartográfica; 	Tabela e Vetor
Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos do Recife	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica os Equipamentos Públicos no Recife, delimitam os parques e praças da cidade e as dimensões das vias. 	Vetor
Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife - CTTU	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade máxima permitida das vias. 	Tabela e Vetor

Fonte: A Autora, 2018.

3.3.2 Programas Computacionais

OMT-G Designer - Construção do modelo conceitual, diagrama de classes no padrão OMT-G.

Google Earth Pro (streetview) - Programa desenvolvido e distribuído pela empresa Google, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaíco de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e GIS 3D.

Excel – Usado para editar e armazenar os resultados do levantamento do índice de caminhabilidade ITDP;

Notepad ++ - Aplicativo de edição de texto usado para auxiliar no tratamento dos dados;

PostgreSQL - Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto Relacional (SGBDOR), desenvolvido como projeto de código aberto. Onde foi

realizada a criação e implementação da base de dados digitais e aplicação da análise de atributos das calçadas utilizando as extensões PostGIS para implementação dos dados geográficos.

QGIS 2.18.24 - Software livre, open source, multiplataforma de sistema de georreferenciamento que provê visualização, edição e análise de dados georreferenciados e foi a plataforma na construção dos mapas de localização geográfica e aplicação da metodologia de análise das calçadas.

3.3.3 Equipamentos Eletrônicos e Computacionais

- Notebook Intel Core i7, 8 GB.

4 MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS PARA CAMINHABILIDADE

A contextualização da pesquisa e abstração do mundo real com relação ao bairro das Graças permitiu identificar quais dados espaciais serão adquiridos realizando a coleta a partir de documentação preexistente junto a órgãos públicos, dados secundários coletados de sistemas existentes como Google Earth Pro e OpenStreetMap, levantamentos de campos para confirmação e comprovação das informações, gerando uma base de dados.

A etapa de Modelagem de Dados Espaciais empregada seguiu a metodologia do modelo OMT-G. Os seguintes elementos do espaço urbano foram selecionados para compor a Modelagem dos Dados Espaciais: quadra, edificação, logradouros, calçada, travessia, iluminação, parada de transporte público, sombra e obstáculos. As variáveis urbanas escolhidas foram definidas conforme os parâmetros e exigências técnicas da NBR 9050/15 e conceitos relacionados a região de estudo no Plano de Mobilidade Urbana de Recife.

4.1 Modelo Conceitual

As 13 classes que compõem o Diagrama são: QUADRA, LOGRADOURO e USO_OCUP correspondente às classes, referente ao mapa base para a representação do espaço urbano. As classes específicas para caminhabilidade, sendo: NO_REDE, CALCADA, FAIXA_PEDESTRE, SEMAFOROS, POSTE, BURACO, RAMPA, PARADA, SOMBRA e OBS_FISICO.

Os atributos presentes em cada classe foram definidos a partir das características específicas, que foram analisadas na fase da coleta dos dados em campo, após a criação da base de dados espaciais. Tais atributos levaram em consideração os indicadores de avaliação do índice de caminhabilidade criado pelo ITDP.

As classes apresentam conexões entre si definidas através dos relacionamentos e cardinalidades que permitem que as classes compartilhem informações entre si e fundamentais para a implementação do modelo no SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados.

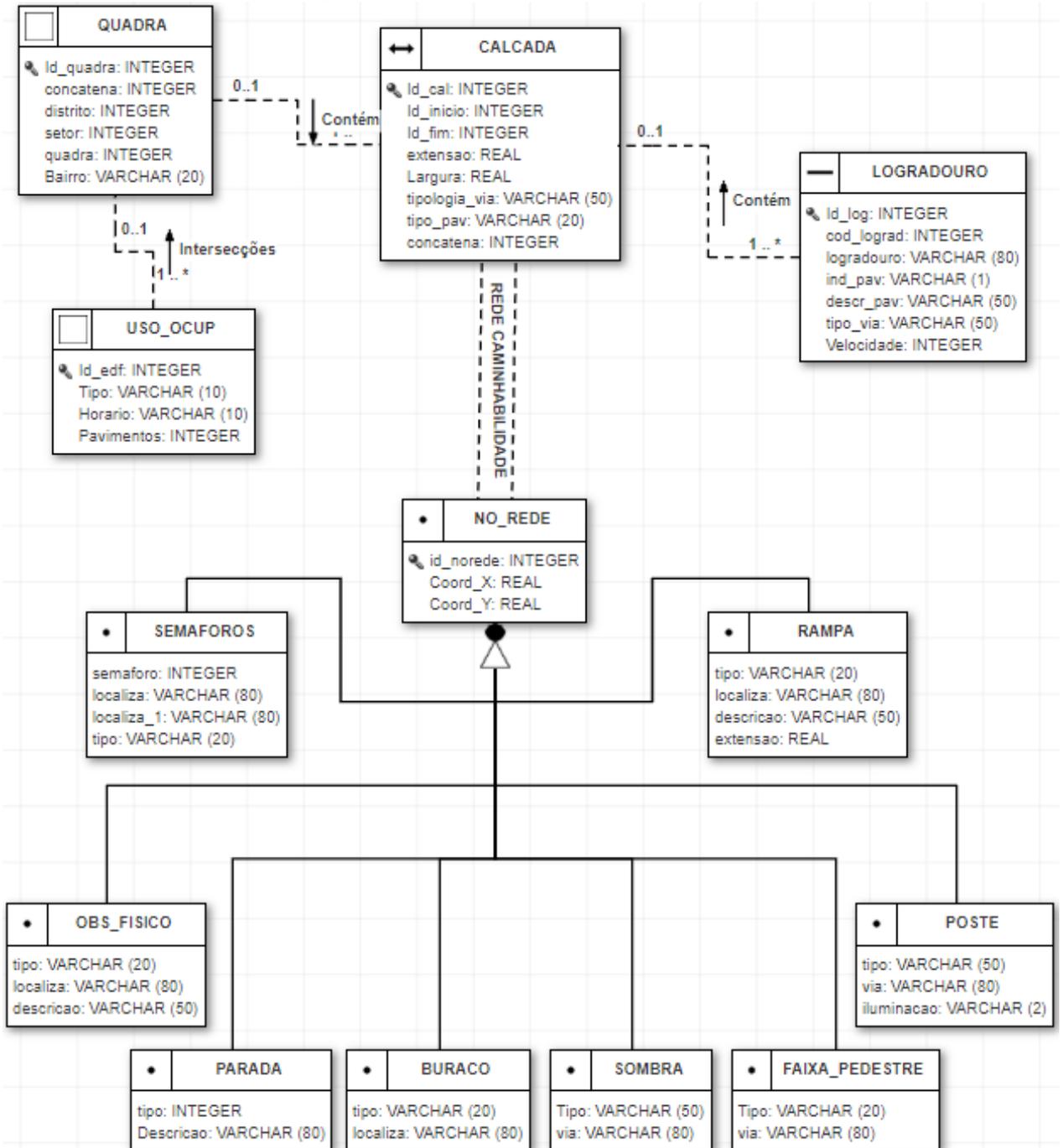
No Mapa Base, o relacionamento utilizado é do tipo Relacionamento Espacial onde há uma relação topológica do tipo: dentro (contém) entre as classes USO_OCUP e QUADRA.

Rede de caminhabilidade é do tipo Relacionamento de Redes arco-nó entre as classes: NO_REDE e CALCADA, indicando uma relação de dependência entre esses objetos no espaço urbano.

As classes do modelo Rede de caminhabilidade ainda se relacionam pelo processo de Generalização/Especialização. Em que a classe NO_REDE denominada de superclasse se divide nas subclasses: POSTE, SOMBRA, FAIXA_PEDESTRE, BURACO, SEMAFOROS, RAMPA, PARADA e OBS_FISICO que herdam a geometria, os atributos, operações e associações da superclasse. A especialização é do tipo Total-Disjunto.

O atributo em comum entre as subclasses do NO_REDE é o par de coordenadas e representa a localização espacial de cada uma para o deslocamento do pedestre. Apesar da relação de dependência e restrição entre a superclasse e as subclasses, as classes possuem atributos próprios e não compartilháveis entre si. O diagrama de classe está na Figura 15 com as classes e suas relações descritas.

Figura 15 - Diagrama de classes de modelagem de dados espaciais.



Fonte: A Autora, 2018.

As descrições dos dados do Modelo de Representação do Mapa Base e da Rede de caminhabilidade estão detalhadas através de dicionário de dados conforme as Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Dicionário de dados do mapa base.

Classe	Descrição			Primitiva Geométrica
QUADRA	Unidade básica de terreno urbano, loteada ou não, pública ou privada, referenciada a logradouros que lhe são adjacentes para efeito de controle e codificação em cadastros técnico e imobiliário fiscal.			
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Id_quadra	Serial	5	Código identificador da quadra no banco. (atributo chave)	Serial
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe.	Polygon - Polígono
concatena	Integer (número inteiro)	11	É a concatenação de distrito, setor e quadra.	A ser preenchido
distrito	Integer (número inteiro)	1	Código identificador do distrito.	A ser preenchido
Setor	Integer (número inteiro)	4	Código identificador do setor.	A ser preenchido
quadra	Integer (número inteiro)	3	Código identificador da quadra.	A ser preenchido
Bairro	Varchar (caracteres)	10	Nome do bairro	A ser preenchido
USO_OCUP	Construção com a finalidade de abrigar atividades humanas. Cada edifício caracteriza-se pelo seu uso: habitacional, cultural, de serviços, industrial, entre outros.			
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Id_edf	Serial	5	Código identificador da edificação no banco. (atributo chave)	Serial
Tipo	Varchar (caracteres)	10	Tipo de edificação, qual sua finalidade.	serviço residencial misto
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da Classe.	Polygon - Polígono
Pavimentos	Integer (número inteiro)	5	Quantidade de pavimentos da edificação	A ser preenchido
Horário	Varchar (caracteres)	10	Período de funcionamento da edificação.	Diurno noturno
LOGRADOURO	Espaço livre, inalienável, destinado à circulação pública de veículos e/ou de pedestres, reconhecido pela municipalidade, que lhe confere denominação oficial.			
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Id_log	Serial	5	Código identificador da via urbana. (atributo chave)	Serial
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe	line - linha
Cod_lograd	Integer (número inteiro)	10	Código do Logradouro que identifica as vias de circulação do espaço Urbano.	A ser preenchido
logradouro	Varchar (caracteres)	80	Nome completo da instância.	A ser preenchido

Ind_pav	Varchar (caracteres)	1	Indica a existência de pavimentação	S – sim N – não
Descr_pav	Varchar (caracteres)	50	Nome da pavimentação presente	A ser preenchido
Tipo_via	Varchar (caracteres)	50	Tipo do logradouro.	A ser preenchido
Velocidade	Integer (número inteiro)	10	Velocidade máxima permitida.	A ser preenchido
CALÇADA	Parte da via, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário, sinalização e vegetação.			—————
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Id_cal	Serial	10	Código identificador da calçada. (Atributo chave)	Serial
Id_inicio	Integer (número inteiro)	10	ID do nó início references no_rede (id)	A ser preenchido
Id_fim	Integer (número inteiro)	10	ID do nó final references no_rede (id)	A ser preenchido
concatena	Integer (número inteiro)	11	É a concatenação de distrito, setor, quadra e face.	A ser preenchido
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe.	line - linha
extensao	Float	10	Comprimento do segmento calçada em m.	A ser preenchido
Largura	Float	10	Largura do segmento calçada em m.	A ser preenchido
Tipologia_via	Varchar (caracteres)	50	Tipo de via de circulação dos pedestres	A ser preenchido
Tipo_pav	Varchar (caracteres)	20	Nome da pavimentação presente	A ser preenchido

Fonte: A Autora, 2018.

Tabela 8 - Dicionário de dados da rede de caminhabilidade

Classe	Descrição			Primitiva Geométrica
NO_REDE	Ponto com coordenadas geográficas oficiais referentes à localidade. Indica um local no mapa definido como um ponto de decisão em que o usuário pedestre precisa para definir a direção do trajeto através dos elementos ambientais presentes ao longo das calçadas gerando uma rede de caminhabilidade.			
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Id_norede	Serial	10	Código identificador da localidade. (Atributo chave)	Serial
Coord_X	Double precision	80	Descrição da localização e estrutura da instância.	A ser preenchido
Coord_Y	Double precision	80	Descrição da localização e estrutura da instância.	A ser preenchido
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 0 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe.	Point - Ponto

FAIXA_PEDESTRE Também chamada de faixa de segurança, é o termo que designa a sinalização horizontal constituída por uma série de faixas que sinalizam a área reservada para a travessia dos pedestres em ruas, avenidas e vias em geral.					
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS200 0 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe.	Point - Ponto	
via	Varchar (caracteres)	80	Nome completo do logradouro correspondente à faixa de pedestre.	A ser preenchido	
Tipo	Varchar (caracteres)	20	Tipo de sinalização para travessia	A ser preenchido	
PARADA Designação de um local de transporte público de ônibus onde os passageiros embarcam ou desembarcam.					
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	
Descrição	Varchar (caracteres)	80	Descrição da localização e estrutura da instância.	A ser preenchido	
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS20 00 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe	Point - Ponto	
Cod_parada	Integer (número inteiro)	10	Código identificador das paradas do transporte público de ônibus, de acordo com o Sistema do município.	A ser preenchido	
SOMBRA Calçadas sombreadas são definidas como caminhos para pedestres que propiciam ambiente mais fresco. A sombra pode ser fornecida por vários meios, tais como árvores, toldos, marquises, abrigos de transporte público e os próprios edifícios.					
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	
Descrição	Varchar (caracteres)	80	Descrição da localização e estrutura da instância.	A ser preenchido	
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS20 00 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe	Point - Ponto	
Tipo	Varchar (caracteres)	50	Tipos de sombra ou abrigo.	A ser preenchido	
OBS_FISICO Barreiras que impedem os pedestres de desfrutarem e ocuparem o espaço público.					
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	
Descrição	Varchar (caracteres)	80	Descrição da localização e estrutura da instância.	A ser preenchido	
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS20 00 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da Classe.	Point - Ponto	
Tipo	Varchar (caracteres)	20	Tipo de obstáculo.	A ser preenchido	
POSTE Estrutura de concreto armado para redes de distribuição de energia.					
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	

tipo	Varchar (caracteres)	80	Tipo de poste.	A ser preenchido
Via	Varchar (caracteres)	80	Descrição da localização e estrutura da instância.	A ser preenchido
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da Classe.	Point - Ponto
BURACO Abertura ou ruptura na superfície que impedem os pedestres de desfrutarem e ocuparem o espaço público				
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da Classe.	Point - Ponto
Tipo	Varchar (caracteres)	20	Tipo de obstáculo.	A ser preenchido
SEMAFOROS Conjunto de elementos físicos e funcionais que determina, através de indicações luminosas, de forma alternativa, o direito de passagem de veículos e pedestres num determinado local onde há conflito de movimentos				
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe.	Point - Ponto
semaforo	Integer (número inteiro)	10	Código identificador dos semáforos de acordo com o Sistema do município.	A ser preenchido
localiza	Varchar (caracteres)	80	Nome completo do primeiro logradouro correspondente ao semáforo.	A ser preenchido
localiza_1	Varchar (caracteres)	80	Nome completo do segundo logradouro correspondente ao semáforo.	A ser preenchido
Tipo	Varchar (caracteres)	20	Tipo de sinalização para travessia	A ser preenchido
RAMPA Inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminhamento.				
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio
Geom	Geometry (geometria)	EPSG: 31985 SIRGAS2000 Zona 25S	Descreve o tipo de geometria da classe.	Point - Ponto
descricao	Varchar (caracteres)	50	Descrição da localização e estrutura da instância.	A ser preenchido
localiza	Varchar (caracteres)	80	Nome completo do primeiro logradouro correspondente a rampa.	A ser preenchido
extensao	Float	10	Extensão do segmento de rampa em m.	A ser preenchido
Tipo	Varchar (caracteres)	20	Tipo de atributo.	A ser preenchido

4.2 Modelo de Implementação

Neste capítulo são apresentadas as etapas para implementação do banco de dados para a modelagem de dados espaciais.

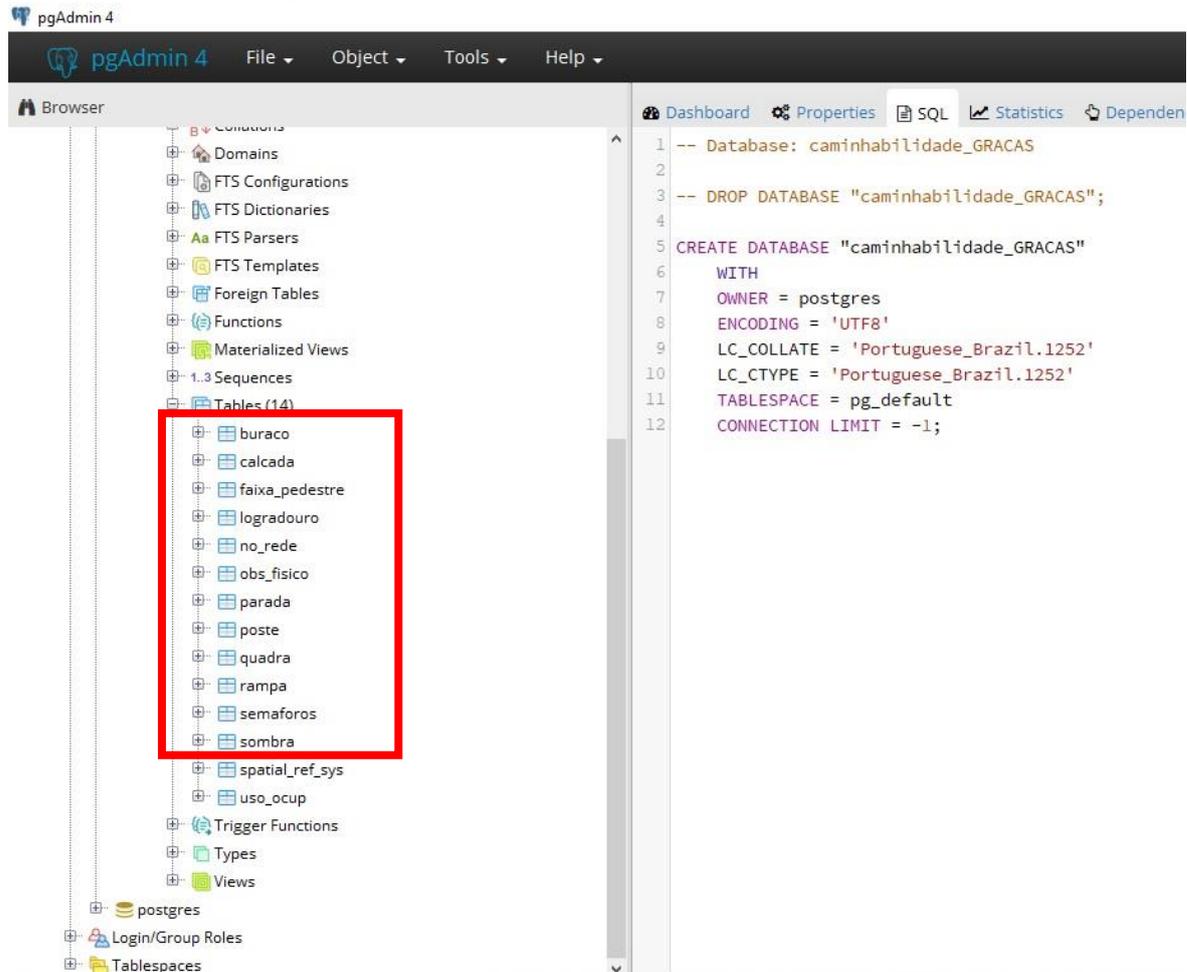
4.2.1 Criação da Base de Dados Dentro do Postgres/PostGIS

O modelo de implementação é responsável pelo armazenamento dos dados em um ambiente computacional, contendo as representações através da linguagem SQL para definição do modelo SGBD.

O SGBD escolhido foi o Postgres SQL/PostGIS que permite a criação, manipulação e análise de dados espaciais. É possível aplicar as interações entre as tabelas espaciais e a visualização da base de dados espaciais em SIG com o programa QGIS em conexão com o Postgres SQL/PostGIS completando a etapa de Implementação da MDE em SIG.

O processo tem início com a criação do banco de dados em PostgreSQL e definição das configurações do sistema, em seguida, a criação das tabelas no banco de dados, cujo objetivo é definir os atributos das classes do modelo de dados. Foram criadas 13 tabelas conforme as classes da modelagem: QUADRA, USO_OCUP, LOGRADOURO, CALÇADA, NO_REDE, BURACO, FAIXA_PEDESTRE, OBS_FISICO, PARADA, POSTE, RAMPA, SEMAFOROS e SOMBRA, como mostra na Figura 16.

Figura 16 - Criação do banco de dados em PostgreSQL.



Fonte: A Autora, 2019.

4.2.2 Levantamento de Dados

As características espaciais que influenciam na atividade do pedestre foram colhidas dos dados abertos da Prefeitura da Cidade do Recife – PCR, disponíveis na plataforma de Transparência dados.recife.pe.gov.br (PCR, 2016). Na plataforma encontra-se organizado pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos do Recife. O conjunto de dados corresponde aos espaços físicos da cidade, como: bairros, quadras, logradouros, faces de quadra e edificações. O projeto de mapeamento colaborativo OpenStreetMap (OSM) também foi consultado para verificação da espacialização do bairro das Graças.

Os dados obtidos apresentam-se em formatos distintos alguns em shapefile outros em tabelas, tendo sido tratados no QGIS. Os atributos extraídos foram referentes ao bairro das Graças, e em seguida, processados na base de dados correspondente ao Mapa Base da modelagem apresentada nesta pesquisa.

Com os dados primários estruturados no QGIS a próxima etapa foi realizar a coletas dos elementos pontuais correspondentes a POSTE, SOMBRA, FAIXA_PEDESTRE, BURACO, SEMAFOROS, RAMPAS, PARADA e OBS_FISICO, esses dados integraram a Rede de Caminhabilidade da MDE. Para complementar a edição dos dados foi utilizado o streetview presente no Google Earth Pro (imagens datadas de 2017) para conferir as características de calçadas e localização dos dados.

Os elementos pontuais coletados foram mesurados com base no segmento de calçada de cada via, adotando apenas as faces de quadra inseridas nos limites do bairro como unidade de localização dos elementos relevantes ao deslocamento. Na Tabela 9 é apresentada a quantidade de faces de quadras (calçadas) levantadas em cada logradouro.

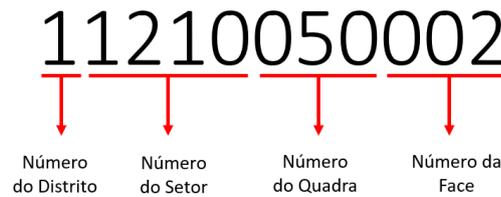
Tabela 9 - Faces de quadras mapeadas no bairro das Graças.

Logradouros	Faces de quadras (calçadas)
Avenida Conselheiro Rosa e Silva	19
Avenida Rui Barbosa	20
Rua Amélia	15
Rua das Creoulas	4
Rua das Graças	7
Rua das Pernambucanas	10
Rua do Futuro	15
Rua Guilherme Pinto	3
Rua João Ramos	8
Total	101

Fonte: A Autora, 2019.

Com o objetivo de facilitar o registro das informações sobre calçadas foi adotado o método de identificação associando uma nomenclatura de acordo com o distrito, o setor, a quadra e a face. A nomenclatura é um código numérico de 11 dígitos, inseridos na MDE na classe de CALÇADA no atributo "CONCATENA". A Figura 17 ilustra o modelo de identificação.

Figura 17 - Identificação dos elementos do código para as calçadas.



Fonte: A Autora, 2019.

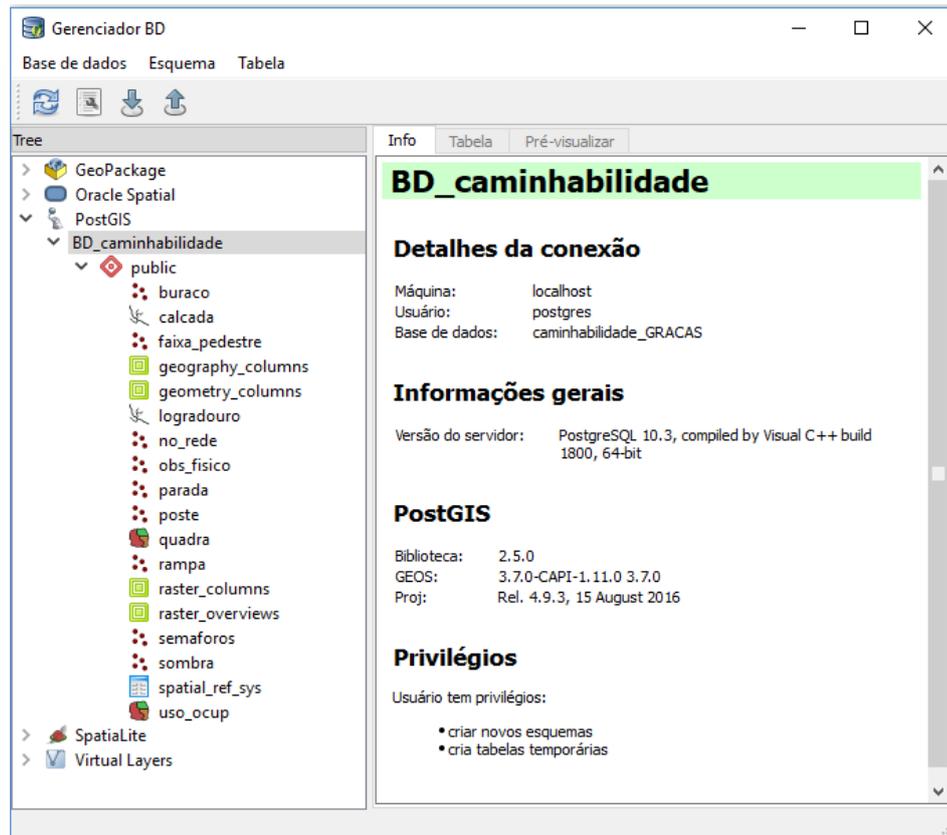
Para a espacialização das classes foram adotadas simbologias para cada elemento da base de dados espaciais. A simbologia da classe RAMPA segue o símbolo do Desenho Universal especificado pela NBR 9050/15, a classe PARADA foi definida conforme norma da CONCAR e os demais seguiram uma simbologia adequada as características de cada classe. Ao final da etapa tem-se a Base de Dados Espaciais para caminhabilidade e os mapas que representam a distribuição espacial dos elementos físicos na área de estudo.

Ao todo foram identificadas 371 árvores, 13 paradas, 515 postes, 41 rampas para o deslocamento acessível, 23 semáforos, 36 faixas de pedestres e 165 obstáculos físicos, sendo que 106 desses obstáculos foram especificados como buracos detectados nos segmentos de calçadas e que impedem a mobilidade a pé.

4.2.3 Implementação do Modelagem de Dados Espaciais em SIG

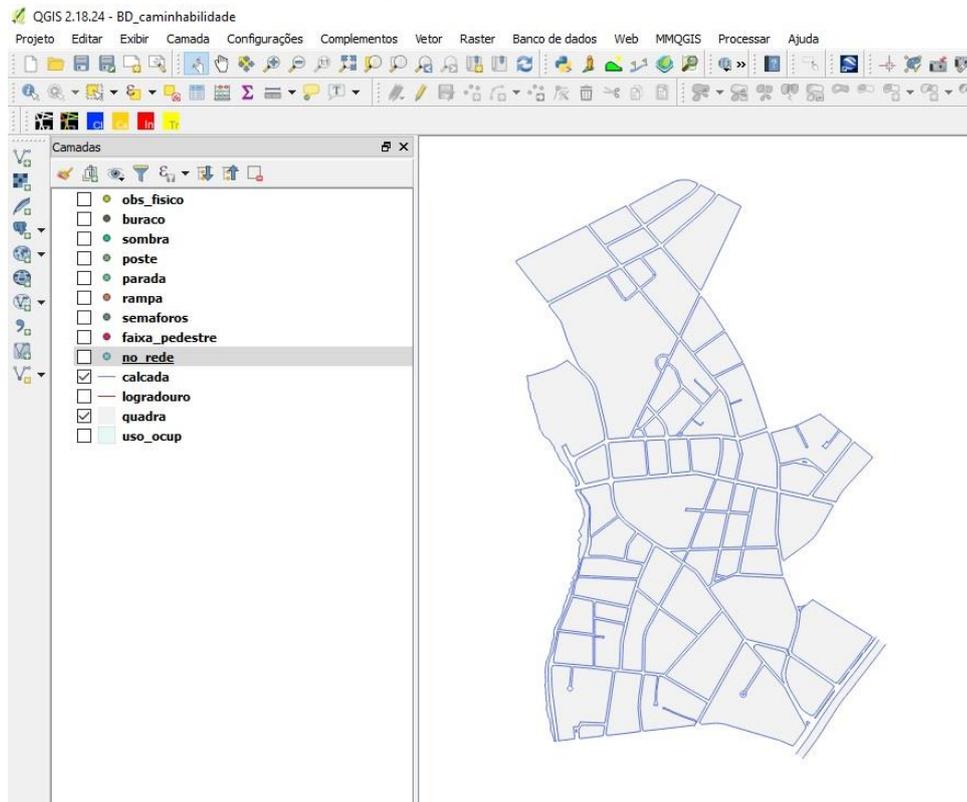
A espacialização da caminhabilidade realizou-se através da conexão PostgreSQL/PostGIS no QGIS, assim, foi possível a visualização das classes e tabelas de atributos. O software QGIS foi adotado, conforme nas figuras 18 e 19, desde a implementação da modelagem até os resultados gerados do banco de dados espaciais através dos mapas temáticos.

Figura 18 – Conexão do banco de dados no QGIS.



Fonte: A Autora, 2019.

Figura 19 - Visualização das classes do PostGIS via QGIS.



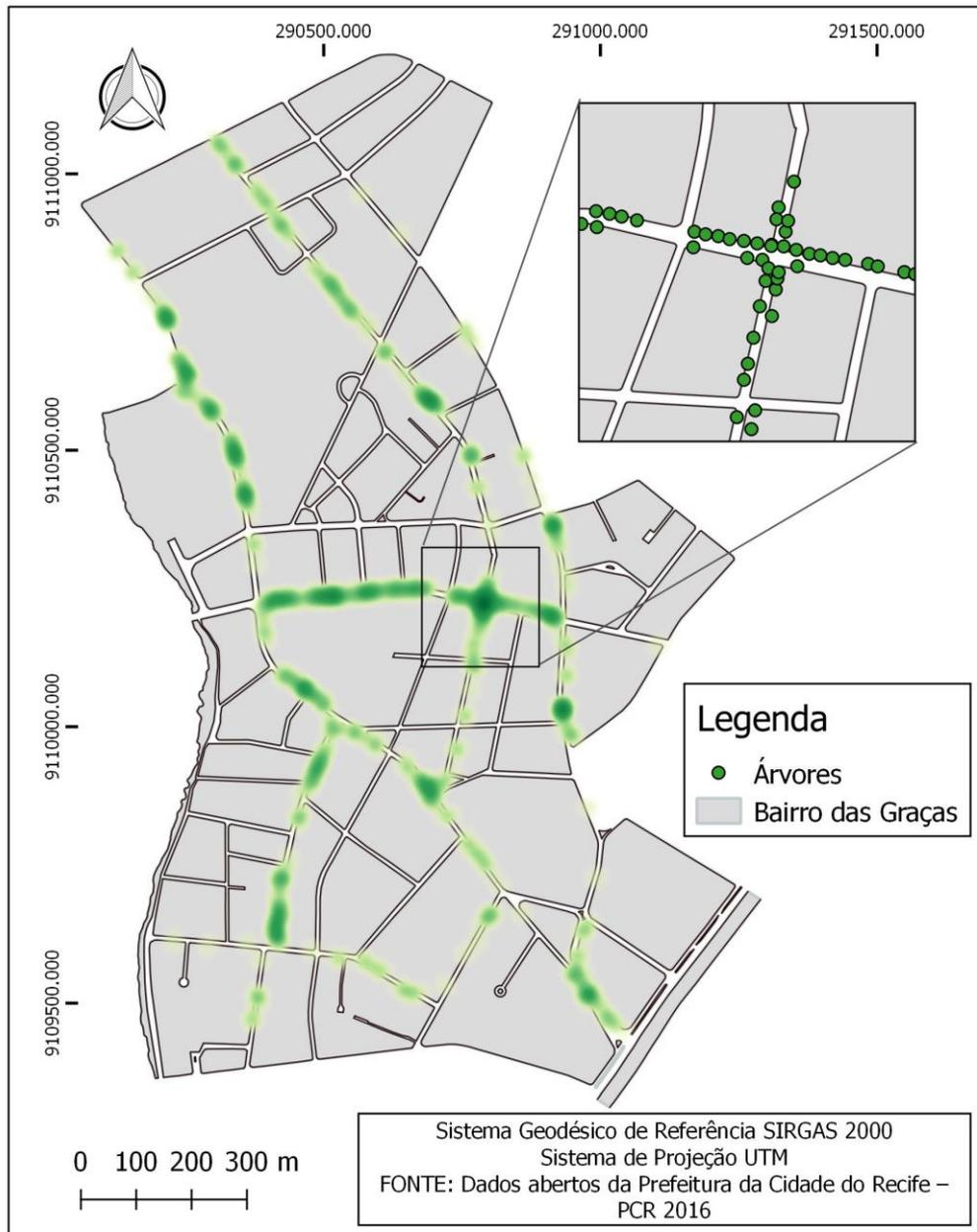
Fonte: A Autora, 2019.

4.3 Avaliação da MDE para Caminhabilidade

Após a inserção dos dados levantados na base de dados espaciais partiu-se para análise da caminhabilidade no espaço urbano avaliando através de mapas temáticos e atributos gerados no QGIS. Os mapas apresentam a distribuição espacial e a análise qualitativa dos elementos físicos através de suas características (atributos) e como cada elemento compromete a mobilidade do pedestre na área estudada.

As vias com arborização mensuradas apresentam uma quantidade perceptível de árvores, com copas em sua maioria de bom desempenho de sombreamento. Foram levantadas as arborizações de médio e grande porte, identificando a ocorrência e inclusive a locação simplificada das árvores. Simplificada, porque não é categorizado o tamanho da árvore ou a eficiência da sombra; nem tão pouco é considerada a proporção entre metragem de fachada e ocorrência da arborização, podendo haver grandes vias constando como arborização continua quando na verdade a ocorrência de sombra no passeio é pontual. Como apresentado na Figura 20.

Figura 20 - Mapa de distribuição dos dados de árvores no bairro das Graças.



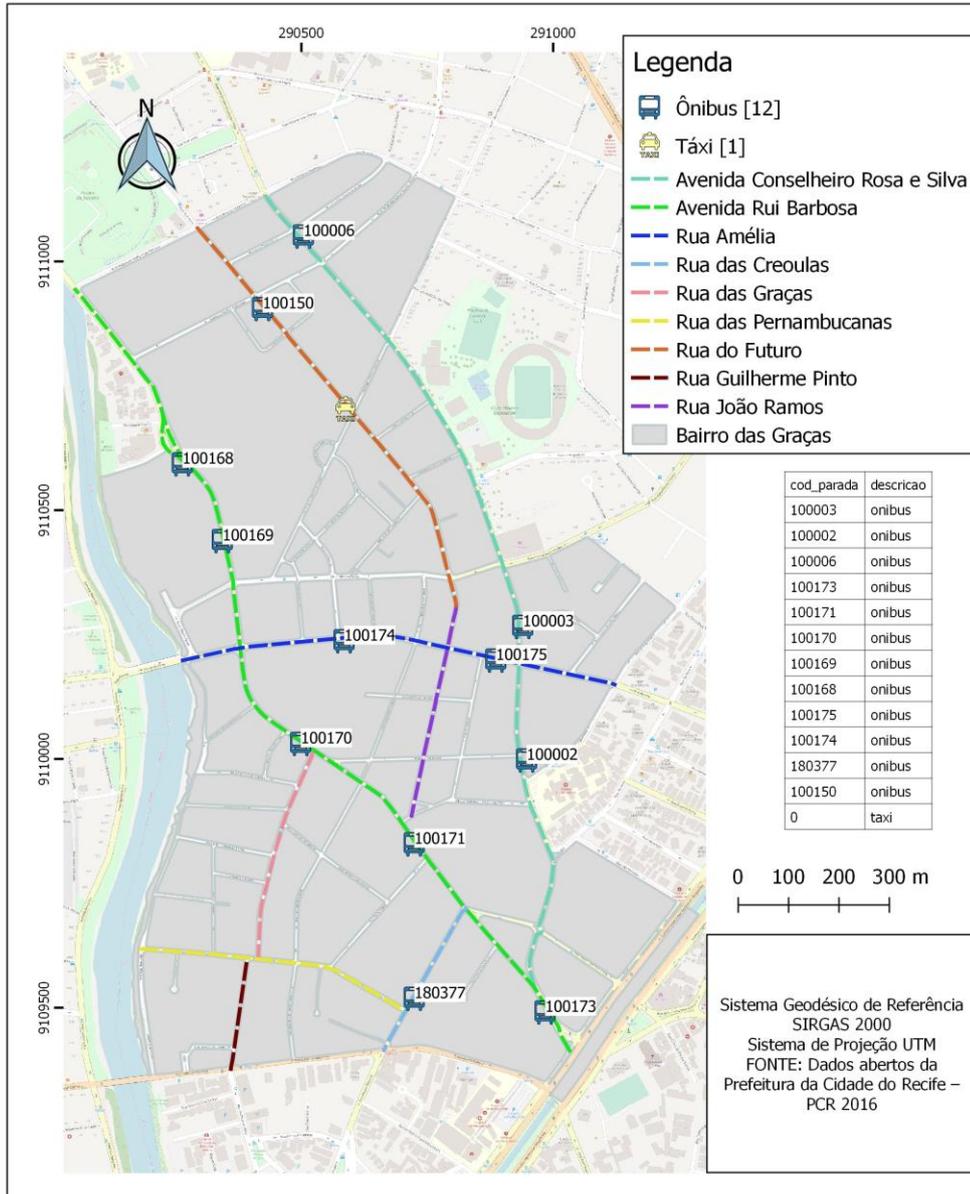
Fonte: A Autora, 2019.

A ocorrência de raízes de árvores expostas gerando transtorno para caminhabilidade estão apresentadas nos dados de obstáculos físicos auxiliando no diagnóstico das condições de pavimentação das calçadas.

A avaliação quantitativa observa os dados das Paradas de transporte público urbano, que se apresentam dispersos por toda a área do bairro, esses equipamentos urbanos estão numericamente distribuídos de acordo com a hierarquia viária, nas vias arteriais secundárias (Rua Barbosa, Conselheiro Rosa e Silva, Rua Amélia) apresentam de 2 a 5 e as coletoras (Rua do Futuro, Rua das Creoulas) apresenta 1 parada de ônibus cada. Para discriminação das paradas

foram inseridos na tabela de atributos os códigos de identificação de cada parada através do levantamento no OpenStreetMap. Foi identificado apenas a existência de um mobiliário físico de parada de táxi, localizado na Rua do Futuro conforme figura 21.

Figura 21 - Mapa da localização das paradas de transporte no bairro das Graças.



Fonte: A Autora, 2019.

Os deslocamentos urbanos realizados a pé no período noturno apresentam um grau a mais de complexidade. Além das condições básicas necessárias para a caminhabilidade é indispensável a presença de equipamentos de iluminação pública para que os pedestres se sintam em segurança como na Figura 22.

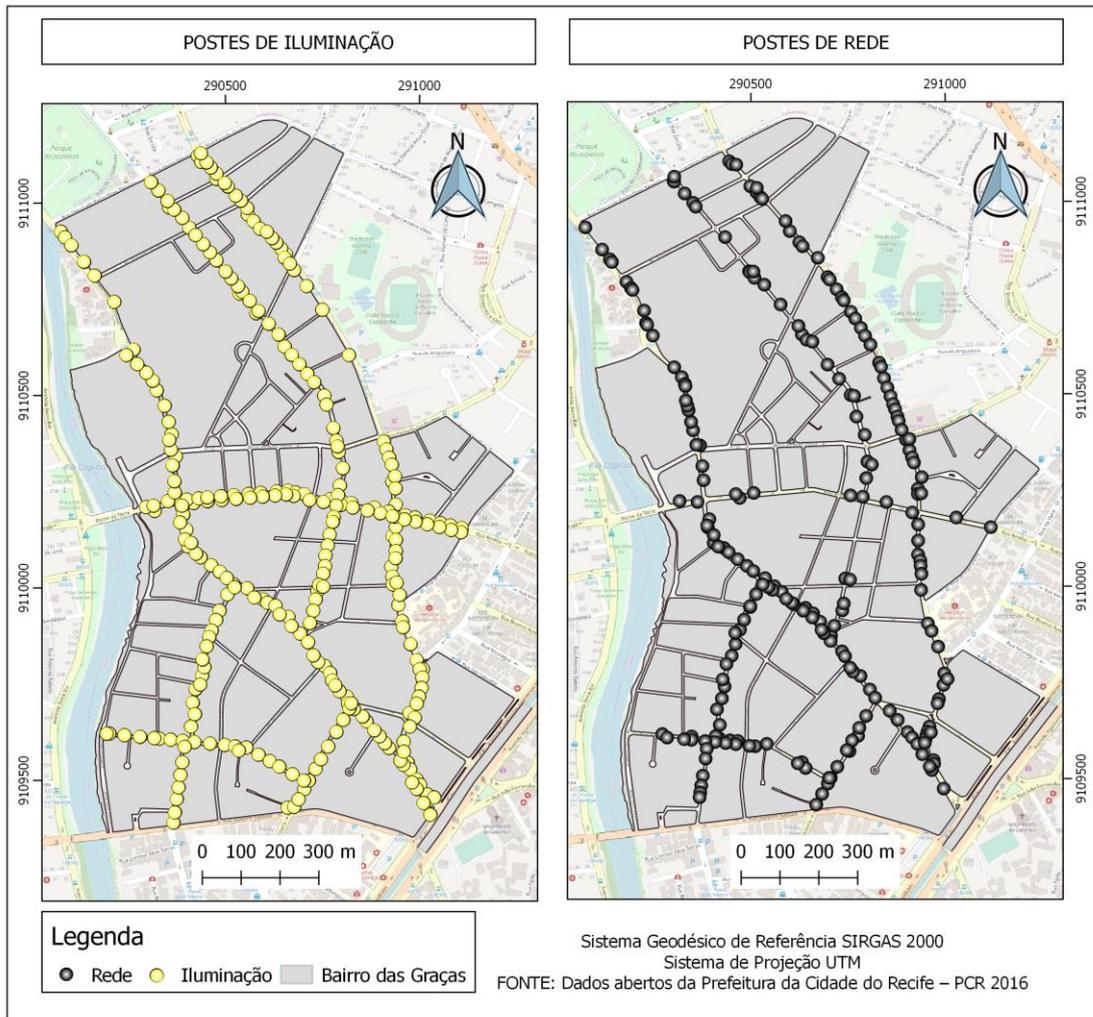
Figura 22 - Iluminação para pedestres na rua das Graças.



Fonte: PorAqui, 2017.

A rede de iluminação pública no bairro das Graças apresenta característica densa, conta com pontos de luz do início ao final dos segmentos de calçadas e possui postes suficientes com dedicação de iluminação aos pedestres. No mapa houve a distinção entre os postes apenas para suporte da rede de iluminação (N) e os que compreendiam os pontos de iluminação (S), figura 23.

Figura 23 - Mapa de distribuição dos dados de postes no bairro das Graças.

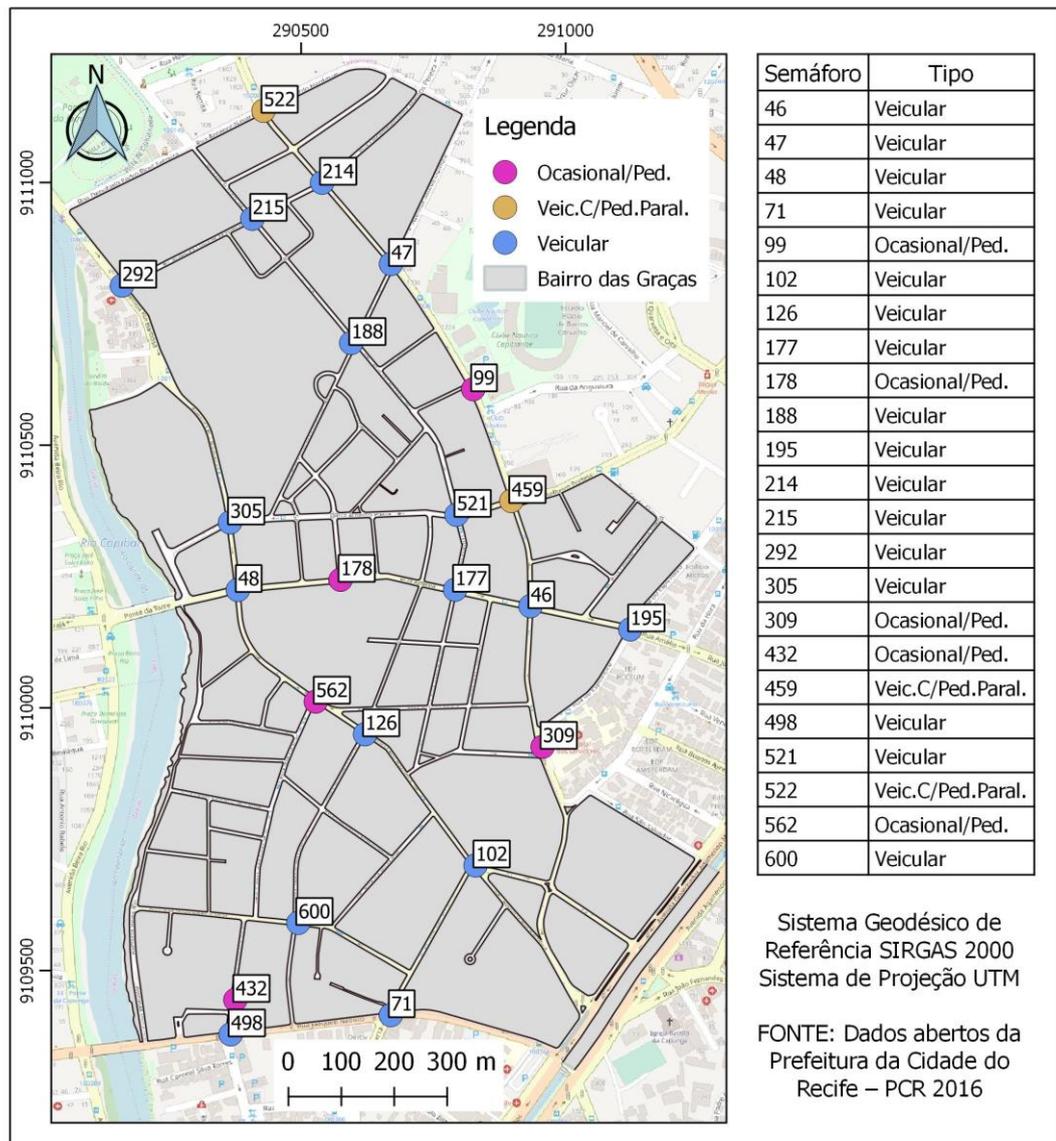


Fonte: A Autora, 2019.

A presença de equipamentos de sinalização é um importante indicador de uma travessia segura e circulação a pé nas vias. Os locais de cruzamento e travessia devem apresentar faixa de pedestres, rampas e semáforos como elementos de uma transição acessível e protegida.

Entre as sinalizações veiculares e de travessias para pedestres, os semáforos no bairro das Graças encontram-se dispostos nos cruzamentos e pontos de passagem visualizados Figura 24.

Figura 24 - Mapa de localização dos dados de semáforos no bairro das Graças.



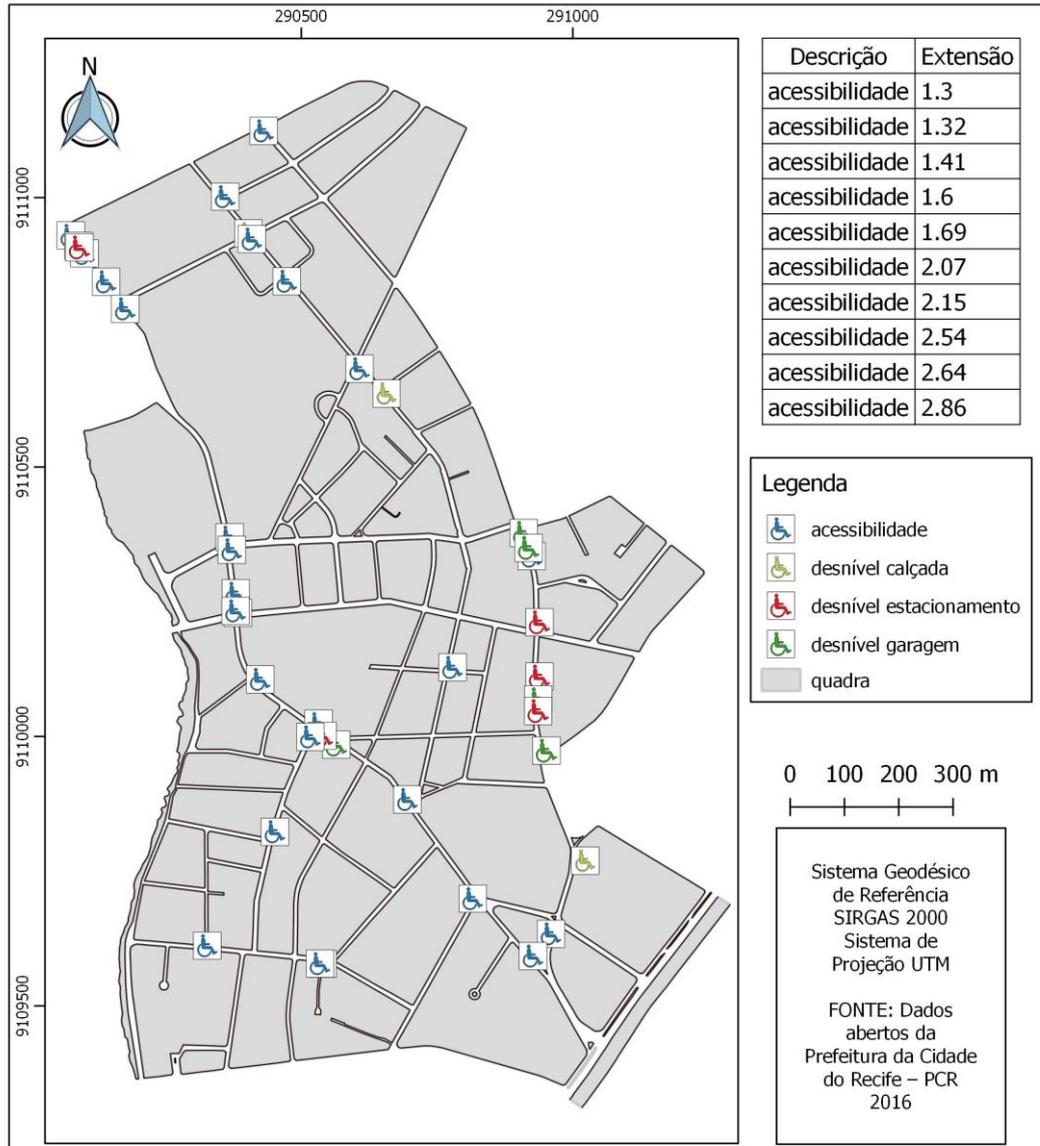
Fonte: A Autora, 2019.

Nos elementos de rampa do bairro das Graças encontra-se os atributos do rebaixamento de calçada para a travessia dos pedestres e os desníveis para o acesso aos lotes localizados nas 9 vias especificadas. Boa parte dos rebaixamentos de calçadas estão localizados próximo a sinalização semafórica, em razoável estado de conservação e em sua maioria não apresentam dimensões de largura mínima de 1,50m adequadas conforme indicado pela NBR 9050/2015.

Já os desníveis de acesso aos lotes estão construídos na maior parte irregularmente sobre o passeio bloqueando a faixa livre de circulação, conforme os parâmetros urbanísticos da LUOS para as Graças (zona preferencial de urbanização - ZUP1). A lei regulamenta até 10 vagas na frente do lote, e no máximo 15 metros de

guia rebaixada; no caso de entrada e saída de veículos, um acesso de até 7 metros de guia rebaixada. Na tabela de atributos presente na Figura 25 estão algumas das rampas representadas.

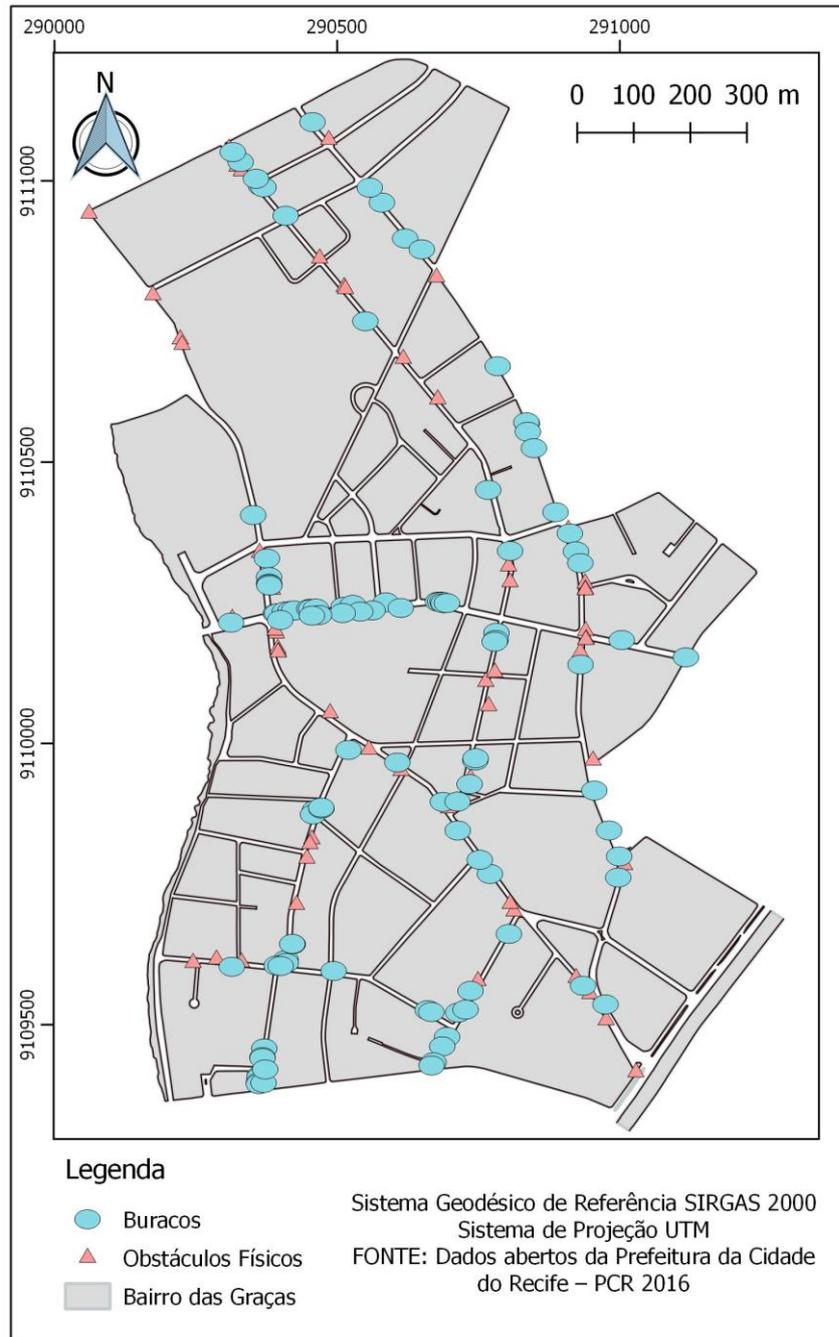
Figura 25 - Mapa de localização dos dados de rampas no bairro das Graças.



Fonte: A Autora, 2019.

O espaço de circulação destinado aos pedestres deve ser desobstruído e isento de obstáculos que possam interferir no fluxo. Porém de acordo com os dados levantados de obstáculos físicos e buracos o bairro das Graças apresenta dificuldade de deslocamento em alguns trechos de calçadas, isso porque as condições do piso e os impedimentos físicos são aspectos fundamentais para deslocamento a pé proveitoso e seguro. No mapa da Figura 26 foram definidos a quantidade buracos e obstáculos em cada via.

Figura 26 - Mapa de localização dos dados de obstáculos no bairro das Graças.



Fonte: A Autora, 2019.

Registros de obstáculos foram localizados, como: presença de ambulantes, barraca de fruta, raízes de árvores, elevação da calçada e descontinuidade da calçada, exemplos na Figura 27.

Figura 27 – Descontinuidades de calçadas nas ruas do Futuro e João Ramos.



Fonte: Google Earth, 2019.

4.4 Índice de Caminhabilidade para o Bairro das Graças

Nesta seção são apresentadas as adaptações realizadas no Índice de Caminhabilidade (ICam) desenvolvido pelo ITDP (2018), gerando um modelo aplicável no bairro das Graças. O desenvolvimento de um índice específico se faz necessário pelo fato de que cada localidade possui características singulares, que caracterizam a forma de como o espaço urbano deve ser utilizado. Assim, considerando as análises já realizadas durante a MDE foi possível extrair quais das categorias presente no ICam do ITDP são capazes de traduzir especificidades da área de estudo.

A análise da caminhabilidade na área de estudo é avaliada através das 6 categorias já mencionadas (CALÇADA, MOBILIDADE, ATRAÇÃO, SEGURANÇA VIÁRIA, SEGURANÇA PÚBLICA e AMBIENTE) sendo elas constituídas por indicadores, que passaram por adaptações para serem melhores avaliados no contexto do bairro e outros indicadores foram removidos. Totalizando o índice de caminhabilidade para as Graças - ICamGraças com 11 indicadores distribuídos pelas 6 categorias no Quadro 1.

Quadro 1 - Categorias e indicadores adaptados do ITDP ao ICamGraças.

Categoria	Indicador
a) Calçada (C)	Pavimentação (CP)
	Largura (CL)
b) Mobilidade (M)	Dimensões de Quadra (MQ)
	Distância a pé ao Transporte (MT)
c) Atração (A)	Fachada Fisicamente Permeáveis (AF)
	Uso Público (AP)
	Uso misto (AU)
d) Segurança Viária (V)	Travessia (VT)
	Tipologia da rua (VR)
e) Segurança Pública (P)	Iluminação (PI)
f) Ambiente (E)	Sombra (ES)

Fonte: A Autora, 2019.

A seguir são apresentados, categoria por categoria, os indicadores analisados juntamente com uma breve descrição de suas características e as pontuações obtidas por meio do preenchimento da planilha do ICam.

a) Calçada (C)

Para caracterizar a categoria Calçada (C), os cálculos e análises dos indicadores Pavimentação (CP) e Largura (CL) foram estruturados a partir dos atributos quantitativos e qualitativos levantados, observando a existência de pavimentação, o número de buracos, número de rampas, a tipologia da rua e a largura da calçada. Para cada segmento de calçada foram realizadas no mínimo 3 medidas em pontos distintos da largura em seguida foi realizada uma média dos valores para definir um valor único de largura da calçada.

Os critérios para avaliar os indicadores determinam valores parciais da pontuação para cada segmento de calçada presentes nas figuras 28 e 29, para a categoria calçada são:

Pavimentação (CP)

- Pontuação 3 (ótimo) se todo o trecho é pavimentado e não há buracos ou desnível;
- Pontuação 2 (bom) se todo o trecho é pavimentado e existe ≤ 5 buracos ou desníveis a cada 100m de extensão;
- Pontuação 1 (suficiente) se todo o trecho é pavimentado e existe ≤ 10 buracos ou desnível a cada 100m de extensão;
- Pontuação 0 (insuficiente) inexistência de pavimentação em algum trecho ou > 10 buracos ou desnível a cada 100m de extensão.

Figura 28 - Pontuação para o indicador pavimentação (CP).

Categoria	Calçada					
Indicador	Pavimentação					
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Não preencher	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	Existência de pavimentação em todo o trecho de calçada 0 = Não 1 = Sim	Número de buracos em toda a extensão	Número de rampas (desníveis em toda a extensão)	Buracos e desníveis/100m	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	191,22	1	0	0	0,00	3
11410120002	175,76	1	1	0	0,57	2
11490080001	90,11	1	1	0	1,11	2
11490075001	245,08	1	3	0	1,22	2

Fonte: A Autora, 2019.

Largura (CL)

- Pontuação 3 (ótimo) se a largura mínima ≥ 2 m ou trata-se de uma via exclusiva para pedestres (calçadão);
- Pontuação 2 (bom) se a largura mínima $\geq 1,5$ m ou trata-se de uma via compartilhada;
- Pontuação 1 (suficiente) se a largura mínima $< 1,5$ m.

Figura 29 - Pontuação para o indicador largura (CL)

Categoria	Calçada			
Indicador	Largura			
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	Tipologia da rua: 1 = Vias exclusivas para pedestres (calçadões) 2 = Vias compartilhadas por pedestres, ciclistas e veículos motorizados 3 = Vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados	Largura crítica da faixa livre (em metros)	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	191,22	2	2,12	3
11410120002	175,76	2	2,35	3
11490080001	90,11	2	1,90	2
11490075001	245,08	2	2,72	3

Fonte: A Autora, 2019.

b) Mobilidade (M)

A categoria mobilidade está dividida entre os indicadores de Dimensões de quadra (MD) e distância a pé ao transporte público (MT), levam em consideração dos dados de comprimento da face de quadra e a distância em metros de cada face até a parada de ônibus mais próxima, presentes nas figuras 30 e 31.

Dimensões das quadras (MQ)

- Pontuação 3 (ótimo) se lateral da quadra $\leq 110\text{m}$ de extensão;
- Pontuação 2 (bom) se lateral da quadra $\leq 150\text{m}$ de extensão;
- Pontuação 1 (suficiente) se lateral da quadra $\leq 190\text{m}$ de extensão;
- Pontuação 0 (insuficiente) se lateral da quadra $> 190\text{m}$ de extensão.

Figura 30 - Pontuação para o indicador dimensão de quadras (MQ).

Categoria		Mobilidade	
Indicador		Dimensão das Quadras	
Preenchimento obrigatório		Preenchimento obrigatório	Não preencher
Identificação do segmento de calçada		Extensão do segmento de calçada (em metros)	Critério de avaliação e pontuação
11410116001		191,22	0
11410120002		175,76	1
11490080001		90,11	3
11490075001		245,08	0

Fonte: A Autora, 2019.

Distância a pé ao transporte público (MT)

- Pontuação 3 (ótimo) Distância máxima a pé até um ponto de embarque/desembarque de linhas de ônibus convencional $\leq 100\text{ m}$;
- Pontuação 2 (bom) Distância máxima a pé até um ponto de embarque/desembarque de linhas de ônibus convencional $\leq 200\text{ m}$;
- Pontuação 1 (suficiente) Distância máxima a pé até um ponto de embarque/desembarque de linhas de ônibus convencional $\leq 300\text{ m}$;
- Pontuação 0 (insuficiente) Distância máxima a pé até um ponto de embarque/desembarque de linhas de ônibus convencional $> 300\text{ m}$.

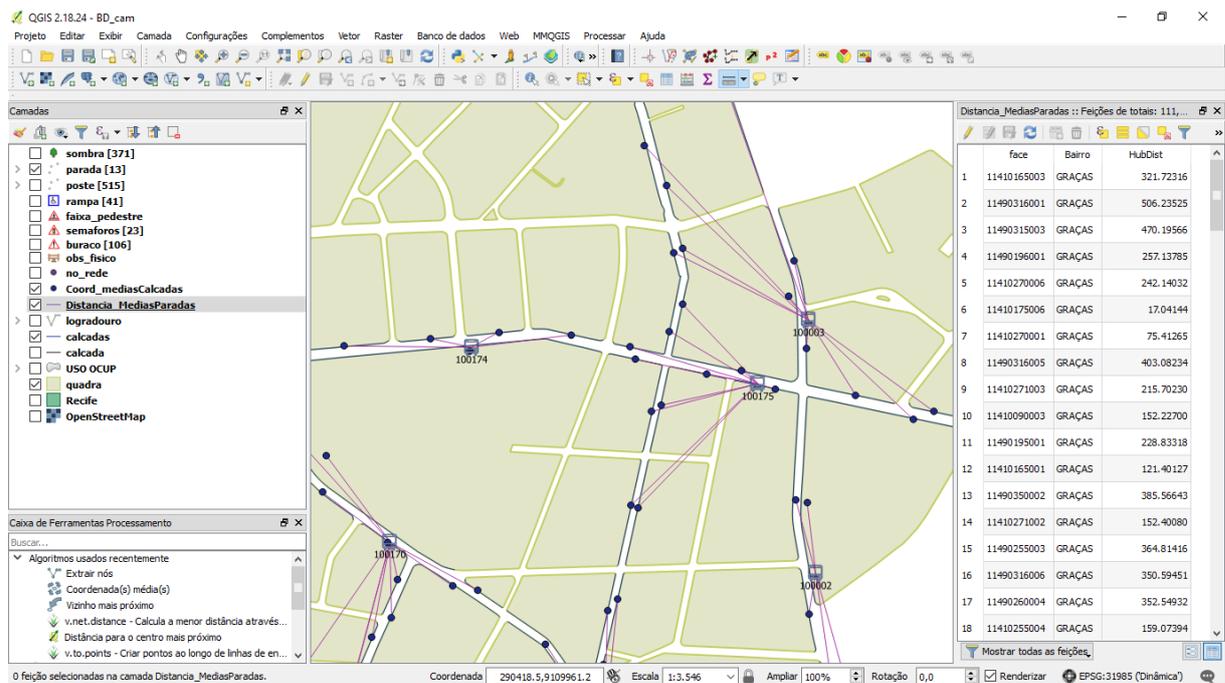
Figura 31 - Pontuação para o indicador distância a pé ao transporte (MT).

Categoria	Mobilidade				
Indicador	Distância ao Transporte				
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento opcional - Escolher (1), (2) ou (3)	Não preencher	Não preencher	
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	(3) Distância a pé até um ponto de embarque/desembarque de linhas de ônibus convencional (em metros)	(3) Critério de avaliação e pontuação	Critério de avaliação e pontuação	parada
11410116001	191,22	23,8	2	2	100002
11410120002	175,76	99,2	2	2	100002
11490080001	90,11	41	2	2	100002
11490075001	245,08	217	1	1	100002

Fonte: Autora, 2019.

Com recursos do SIG, foi realizada a coleta das distâncias do ponto médio do segmento de calçada até a estação mais próxima de sistema de transporte público de média e alta capacidade por meio da ferramenta de análise distância para o ponto central mais próximo encontrada no QGIS, apresentado na figura 32.

Figura 32 - Análise da distância para o ponto central mais próximo.



Fonte: Autora, 2019.

c) Atração (A)

Nessa categoria os indicadores Fachadas fisicamente permeáveis (AF), uso público (AP) e uso misto (AU) também seguem os mesmos parâmetros de levantamento utilizados no Índice de Caminhabilidade do ITDP (2018), ou seja, foi levado em consideração a quantidade de acessos a cada 100m por segmento de calçada, presente nas figuras 33, 34 e 35.

Fachadas fisicamente permeáveis (AF)

- Pontuação 3 (ótimo) ≥ 5 entradas por 100 m de extensão da face de quadra;
- Pontuação 2 (bom) ≥ 3 entradas por 100 m de extensão da face de quadra;
- Pontuação 1 (suficiente) ≥ 1 entrada por 100 m de extensão da face de quadra;
- Pontuação 0 (insuficiente) < 1 entrada por 100 m de extensão da face de quadra.

Figura 33 - Pontuação para o indicador fachadas fisicamente permeáveis (AF).

Categoria	Atração			
Indicador	Fachadas Fisicamente Permeáveis			
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Não preencher	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	Número de entradas e acessos de pedestre em toda a extensão de face de quadra	Número de entradas e acessos / 100 metros	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	191,22 6		3,137747098	2
11410120002	175,76 12		6,827492035	3
11490080001	90,11 6		6,658528465	3
11490075001	245,08 8		3,264240248	2

Fonte: A Autora, 2019.

Uso Público - diurno e noturno (AP)

- Pontuação 3 (ótimo) ≥ 3 estabelecimentos com uso público por 100 m de extensão da face de quadra para cada período do dia;
- Pontuação 2 (bom) ≥ 2 estabelecimentos com uso público por 100 m de extensão da face de quadra para cada período do dia;
- Pontuação 1 (suficiente) ≥ 1 estabelecimento com uso público por 100 m de extensão da face de quadra no período noturno;
- Pontuação 0 (insuficiente) < 1 estabelecimento com uso público por 100 m de extensão da face de quadra no período noturno.

Figura 34 - Pontuação para o indicador uso público diurno e noturno (AP).

Categoria		Atração		
Indicador		Uso Público Diurno e Noturno		
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	Número de estabelecimentos com uso público diurno em toda a face de quadra	Número de estabelecimentos com uso público noturno em toda a face de quadra	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	191,22	2	1	0
11410120002	175,76	9	1	0
11490080001	90,11	4	2	2
11490075001	245,08	3	1	0

Fonte: A Autora, 2019.

Uso Misto (AU)

- Pontuação 3 (ótimo) \leq 50% do total de pavimentos é ocupado pelo uso predominante;
- Pontuação 2 (bom) \leq 70% do total de pavimentos é ocupado pelo uso predominante;
- Pontuação 1 (suficiente) \leq 85% do total de pavimentos é ocupado pelo uso predominante;
- Pontuação 0 (insuficiente) $>$ 85% do total de pavimentos é ocupado pelo uso predominante ou o segmento não cumpre dois requisitos.

Figura 35 - Pontuação para o indicador uso misto (AU).

Categoria		Atração						
Indicador		Usos Mistos						
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	50% ou mais da face de quadra apresenta lotes sem uso? 0 = Não 1 = Sim	Número de pavimentos com uso residencial	Número de pavimentos com uso comercial e de serviços	Número de pavimentos com equipamentos públicos, institucionais ou estações de transporte	Número de pavimentos com uso industrial e logístico	Número de estabelecimentos com uso público noturno em toda a face de quadra	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	191,22	0	51	1	1	0	1	0
11410120002	175,76	0	15	9	0	0	1	2
11490080001	90,11	0	9	4	0	0	2	2
11490075001	245,08	0	103	2	1	0	1	0

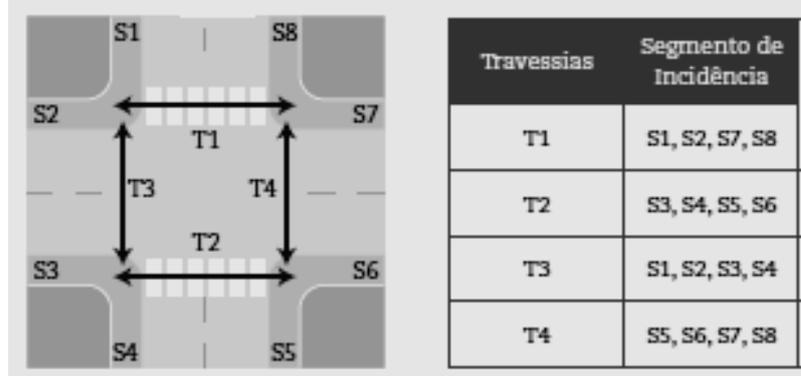
Fonte: A Autora, 2019.

d) Segurança Viária (V)

A categoria Segurança Viária avalia atributos de risco potencial de acidentes envolvendo veículos e pedestres, conta com os indicadores Travessia (VT) e Tipologia da rua (VR).

Os critérios de avaliação para o indicador VT consideram como ponto de travessia a união de segmentos de incidência, exemplificado na Figura 36.

Figura 36 - Exemplo de identificação de travessia e segmentos de calçadas.



Fonte: ITDP, 2018.

Para a obtenção da nota são aplicados os pesos para cada segmento de incidência do Quadro 2, ao final é calculado o total para cada travessia e definido uma pontuação a partir dos critérios.

Quadro 2 - Pesos para avaliação das travessias.

	 Travessias semaforizadas	 Travessias não semaforizadas
Nota +30:	Há faixa de travessia de pedestres visível ou trata-se de via com baixo volume de veículos motorizados (existe somente uma faixa de circulação de veículos ou trata-se de via compartilhada com os diferentes modos de transporte).	
Nota +25:	Há rampas com inclinação apropriada às cadeiras de rodas no acesso à travessia de pedestres ou a travessia é no nível da calçada.	
Nota +15:	Há piso tátil de alerta e direcional no acesso à travessia de pedestres.	
Nota +30	A duração da fase "verde" para pedestres é superior a 10 segundos e a duração da fase "vermelha" para pedestres (tempo de ciclo) é inferior a 60 segundos.	Há áreas de espera de pedestres (ilhas de refúgio ou canteiros centrais) para travessias com distância superior a 2 faixas de circulação de automóveis consecutivas.

Fonte: ITDP, 2018.

Travessia (VT)

- Pontuação 3 (ótimo) 100% das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade;
- Pontuação 2 (bom) $\geq 75\%$ das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade;
- Pontuação 1 (suficiente) $\geq 50\%$ das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade;
- Pontuação 0 (insuficiente) $< 50\%$ das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade.

Figura 37 - Pontuação para o indicador travessia (VT).

Categoria		Segurança Viária								
Indicador		Travessias								
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento opcional - Escolher (0) ou (1)	Preenchimento opcional - Escolher (0) ou (1)	Preenchimento obrigatório	Não preencher
Identificação do segmento de calçada. Associar os segmentos de calçada às travessias (repetir os segmentos, quando necessário)	Extensão do segmento de calçada. Associar as travessias aos segmentos de calçada (cada travessia é identificada somente uma vez). (em metros)	Tipo de travessia 0 = Travessia semaforizada 1 = Travessia não semaforizada 2 = Pedestre não atravessa veículos	Há faixa de travessia de pedestres visível 0 = Não 1 = Sim	Há rampas com inclinação apropriada às cadeiras de rodas ou a travessia é no nível da calçada 0 = Não 1 = Sim	Há piso tátil de alerta e direcional 0 = Não 1 = Sim	(0) Travessias semaforizadas: A duração da fase "verde" para pedestres é superior a 10 segundos e a duração da fase "vermelha" para pedestres é inferior a 60 segundos 0 = Não 1 = Sim	(1) Travessias não semaforizadas: Há áreas de espera de pedestres (ilhas de refúgio ou canteiros centrais) para travessias com distância superior a 2 faixas de circulação 0 = Não 1 = Sim		Identificação do segmento de calçada	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	T1	0	1	0	0	1			11410116001	0
11410116001	T2	1	0	0	0		0			
11410116001	T3	1	0	0	0		0			
11410120002	T1	0	1	0	0	1			11410120002	0
11410120002	T2	1	0	0	0		0			
11490080001	T1	1	0	0	0		0		11490080001	0
11490080001	T2	1	0	0	0		0			
11490080001	T3	1	0	0	0		0			
11490075001	T1	0	1	0	0	1			11490075001	0
11490075001	T2	1	0	0	0		1			
11490075001	T3	1	0	0	0		0			

Fonte: A Autora, 2019.

Tipologia da rua (VR)

- Pontuação 3 (ótimo) Vias exclusivas para pedestres (calçadões);
- Pontuação 2 (bom) Vias compartilhadas entre os modos de transporte Velocidade regulamentada ≤ 20 km/h ou vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados. Velocidade regulamentada ≤ 30 km/h;
- Pontuação 1 (suficiente) Vias compartilhadas entre os modos de transporte Velocidade regulamentada ≤ 30 km/h ou vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados. Velocidade regulamentada ≤ 50 km/h;
- Pontuação 0 (insuficiente) Vias compartilhadas entre os modos de transporte Velocidade regulamentada > 30 km/h ou vias com calçadas

segregadas e circulação de veículos motorizados. Velocidade regulamentada > 50 km/h.

Figura 38 - Pontuação para o indicador tipologia da rua (VR).

Categoria		Segurança Viária			
Indicador		Tipologia da rua			
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento opcional - Escolher (1) ou (2)	Não preencher	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	Tipologia da rua: 1 = Vias exclusivas para pedestres (calçadas) 2 = Vias compartilhadas por pedestres, ciclistas e veículos motorizados 3 = Vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados	(2) Hierarquização viária E = Vias de trânsito rápido A = Vias arteriais C = Vias coletoras L = Vias locais	Velocidade regulamentada (em km/h)	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	191,22	2	A	60	0
11410120002	175,76	2	A	60	0
11490080001	90,11	2	A	60	0
11490075001	245,08	2	A	60	0

Fonte: A Autora, 2019.

e) Segurança Pública (P)

A avaliação da categoria segurança pública (P) é determinada pela qualidade do indicador iluminação (PI). A determinação da pontuação do indicador PI está vinculada segundo os critérios do ITDP aos pesos do quadro 2 e os critérios de nota para o resultado final.

Quadro 3 - Pesos para atribuição da pontuação para o indicador Iluminação.

Nota +20	Há pontos de iluminação voltados à rua (faixas de circulação de veículos).
Nota +40	Há pontos de iluminação dedicados ao pedestre, iluminando exclusivamente a calçada.
Nota +40	Há pontos de iluminação nas extremidades do segmento, iluminando a travessia. (nota +20 se houver em somente uma extremidade).
Nota -10	Há obstruções de iluminação ocasionadas por árvores ou lâmpadas quebradas.

Fonte: ITDP, 2018.

Iluminação (PI)

- Pontuação 3 (ótimo) Resultado da avaliação = 100 a iluminação atende totalmente os requisitos mínimos para o pedestre;
- Pontuação 2 (bom) Resultado da avaliação = 90;
- Pontuação 1 (suficiente) Resultado da avaliação = 60;

- Pontuação 0 (insuficiente) Resultado da avaliação < 60 ou inexistência de iluminação noturna em determinados pontos.

Figura 39 - Pontuação para o indicador iluminação (PI).

Categoria						
Indicador	substituir por "há rede de iluminação?"					
Preenchimento obrigatório	Preenchimento opcional - Escolher (1) ou (2)	Preenchimento opcional - Escolher (1) ou (2)	Preenchimento opcional - Escolher (1) ou (2)	Preenchimento opcional - Escolher (1) ou (2)	Não preencher	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	(2) Há pontos de iluminação voltados à rua 0 = Não 1 = Sim	(2) Há pontos de iluminação dedicados ao pedestre 0 = Não 1 = Sim	(2) Há pontos de iluminação nas extremidades do segmento, iluminando a travessia 0 = Não 1 = Sim, em uma extremidade 2 = Sim, nas duas extremidades	(2) Há obstruções de iluminação ocasionadas por árvores ou lâmpadas quebradas 0 = Não 1 = Sim	Critério de avaliação e pontuação	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	1	0	1	0	0	0
11410120002	1	1	2	0	3	3
11490080001	1	0	0	0	0	0
11490075001	1	1	2	0	3	3

Fonte: A Autora, 2019.

f) Ambiente (E)

Na categoria ambiente os dados de arborização são examinados. Dividindo a extensão do segmento de calçada pela quantidade de arvores encontradas no segmento de calçada pertencente é atribuída pontuação ao segmento de calçada de acordo com o critério de avaliação e pontuação.

Sombra e abrigo (ES)

- Pontuação 3 (ótimo) ≥ 75 da extensão do segmento da calçada apresenta elementos adequados de sombra/abrigo;
- Pontuação 2 (bom) ≥ 50 da extensão do segmento da calçada apresenta elementos adequados de sombra/abrigo;
- Pontuação 1 (suficiente) ≥ 25 da extensão do segmento da calçada apresenta elementos adequados de sombra/abrigo;
- Pontuação 0 (insuficiente) se toda extensão do segmento da calçada não apresenta elementos adequados de sombra/abrigo.

Figura 40 - Pontuação para o indicador sombra e abrigo (ES).

Categoria			
Ambiente			
Indicador	Sombra e Abrigo		
Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Preenchimento obrigatório	Não preencher
Identificação do segmento de calçada	Extensão do segmento de calçada (em metros)	elementos de sombra ou abrigo	Critério de avaliação e pontuação
11410116001	191,22	2	2
11410120002	175,76	8	3
11490080001	90,11	1	0
11490075001	245,08	2	2

Fonte: A Autora, 2019.

As pontuações gerais foram calculadas na planilha em Excel elaborada para facilitar a entradas dos dados e a organização dos critérios, posteriormente as pontuações foram associadas ao banco de dados para representação da avaliação da caminhabilidade no bairro das Graças.

5 RESULTADOS

Os resultados encontrados consistiram na proposta de caracterização do espaço urbano com relação as interferências responsáveis pela qualidade da caminhabilidade no bairro em estudo, através da utilização das tecnologias da geoinformação.

A aplicação do ICamGraças revela uma condição insuficiente, de acordo com a classificação estipulada neste Índice. A pontuação geral da área foi de 0,4 em uma escala de 0 a 3. As pontuações individuais das categorias que compõem o ICam apresentam pontuações consideradas insuficientes, suficientes e boas de acordo com a figura 41.

Figura 41 - Pontuação geral para o ICamGraças.

Indicadores e categorias	Pontuação final (de 0 a 3)	Critério de avaliação e pontuação (Insuficiente - Suficiente - Bom - Ótimo)
Pavimentação	2,20	bom
Largura	2,76	bom
Calçada	2,48	bom
Dimensão das quadras	1,43	suficiente
Distância a pé ao transporte	0,27	insuficiente
Mobilidade	1,47	suficiente
Fachadas fisicamente permeáveis	2,14	bom
Uso público diurno e noturno	0,55	insuficiente
Usos Mistos	0,80	insuficiente
Atração	1,07	suficiente
Tipologia da rua	0,26	insuficiente
Travessias	0,20	insuficiente
Segurança viária	0,23	insuficiente
Iluminação	1,23	suficiente
Segurança pública	1,22	suficiente
Sombra e Abrigo	2,18	bom
Ambiente	2,14	bom
iCam	0,04	insuficiente

Fonte: A Autora, 2019.

Mapas Temáticos

Os mapas temáticos ofereceram uma visão integrada dos elementos físicos do espaço urbano para caminhabilidade dos pedestres e alcançou o propósito da pesquisa.

Seguindo os indicadores de Pavimentação e Largura na figura 41 acima, a categoria Calçadas registra uma pontuação acima de Bom (2,48). De um total de 101 segmentos de calçada analisadas, 80,2% apresentam uma pontuação ótimo e 19,8% apresentam uma pontuação bom. Isto significa, de acordo com os parâmetros desta categoria, que as ruas do bairro das Graças apresentaram uma tipologia adequada – ou seja, calçadas com no mínimo de 5 buracos e com larguras adequadas a norma de acessibilidade. A Rua Amélia e a Rua das Graças foram consideradas ótimas (pontuação 3) conforme figura 42.

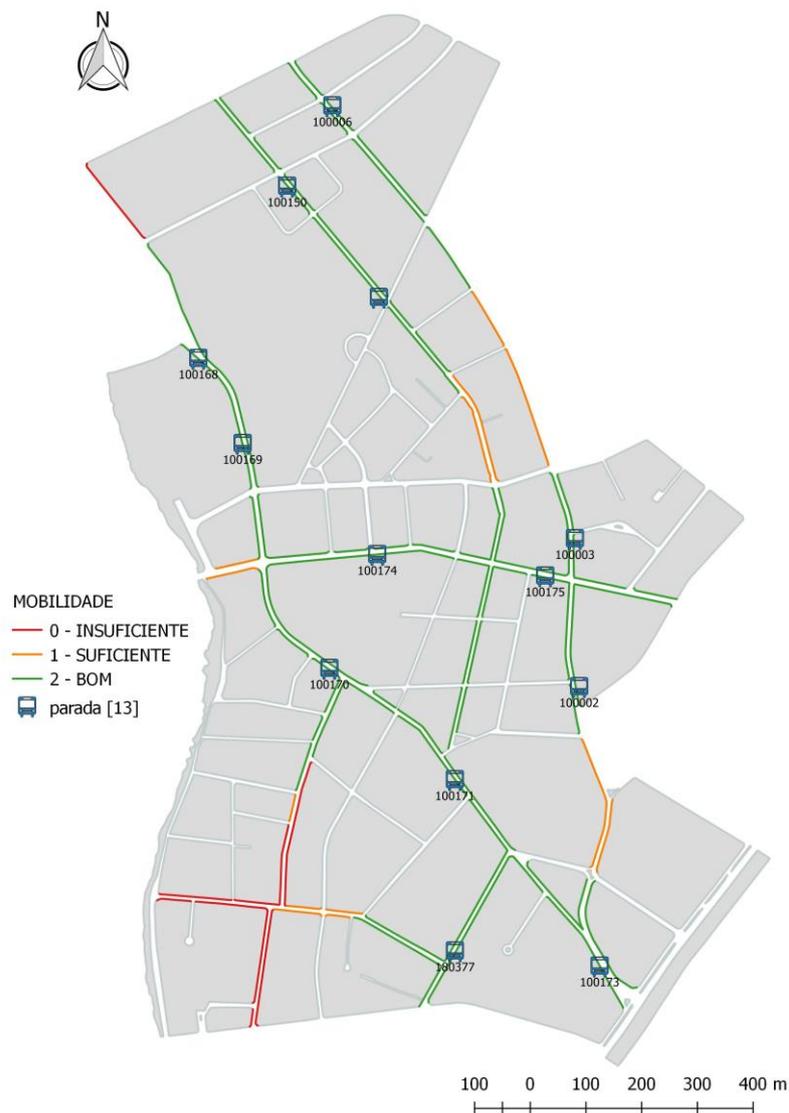
Figura 42 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Calçada.



Fonte: A Autora, 2019.

A área avaliada nas Graças recebeu pontuação 1,47, considerada suficiente na categoria Mobilidade. O resultado da categoria foi calculado por meio da média aritmética entre a pontuação dos indicadores dimensões das quadras e distância a pé ao transporte. Observou-se que parte dos segmentos de calçada com pontuação insuficiente foram os identificados com maior distância a pé até as paradas de transporte público, conforme figura 43.

Figura 43 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Mobilidade.

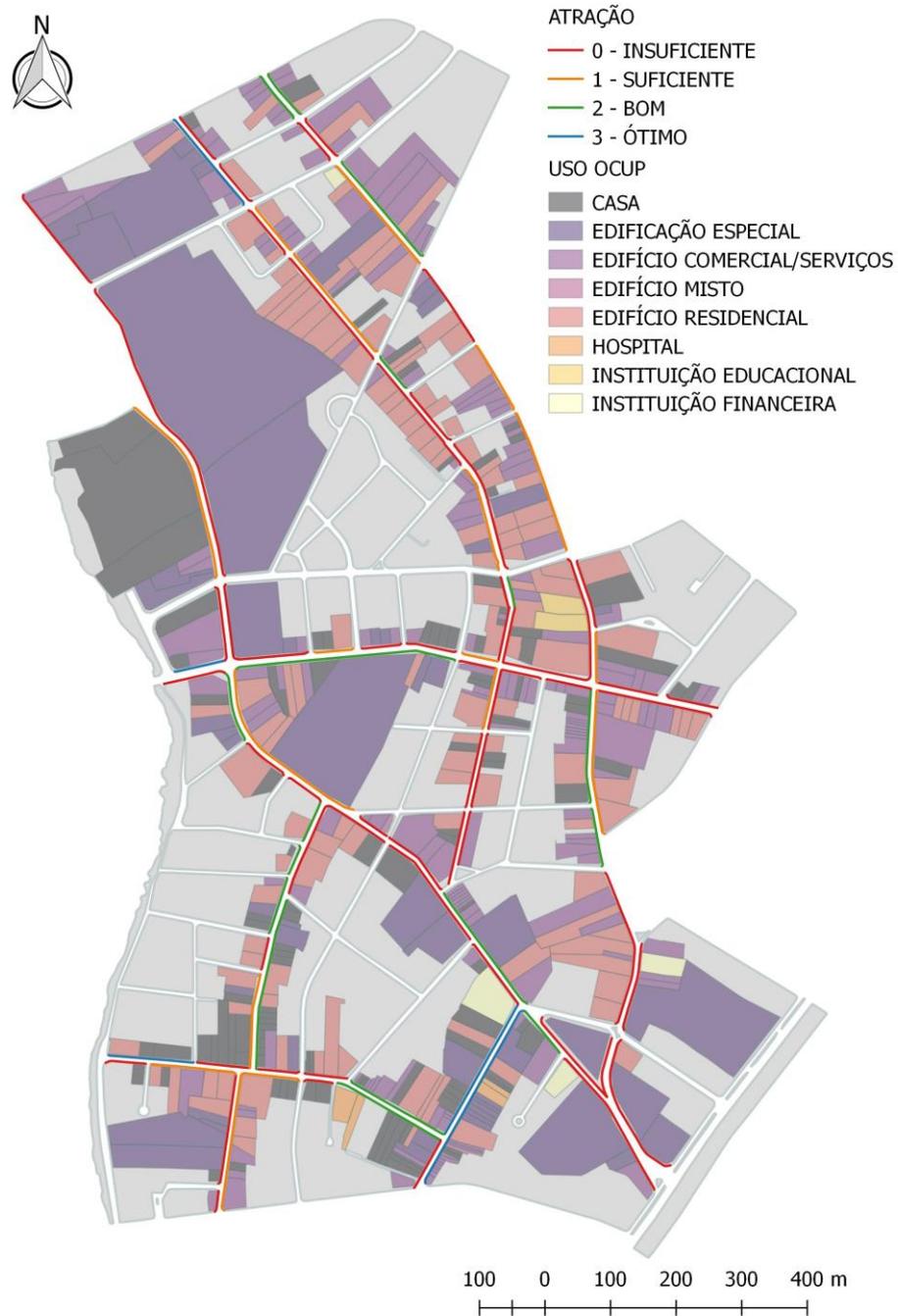


Fonte: A Autora, 2019.

No entorno próximo à área avaliada, é possível observar na figura 44 a diversidade de uso de ocupação. Recebendo pontuação suficiente (1,07) na categoria Atração. Contudo, no recorte territorial da avaliação, estes indicadores

refletem a morfologia urbana remanescente na área, com lotes de grandes dimensões, edificações pouco permeáveis e uso do solo que desfavorece a atração de pedestres.

Figura 44 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Atração.



Fonte: A Autora, 2019.

A área avaliada nas Graças recebeu pontuação 0,23 (insuficiente) na categoria Segurança Viária. A avaliação da tipologia das ruas na área foi prejudicada

principalmente pelas características das avenidas existentes na área. A Avenida Rui Barbosa apresenta dois segmentos de calçadas com classificação ótima, devido a sinalização adequada para travessia dos pedestres e sinalização regulamentar de velocidade, conforme figura 45.

Figura 45 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Segurança Viária.

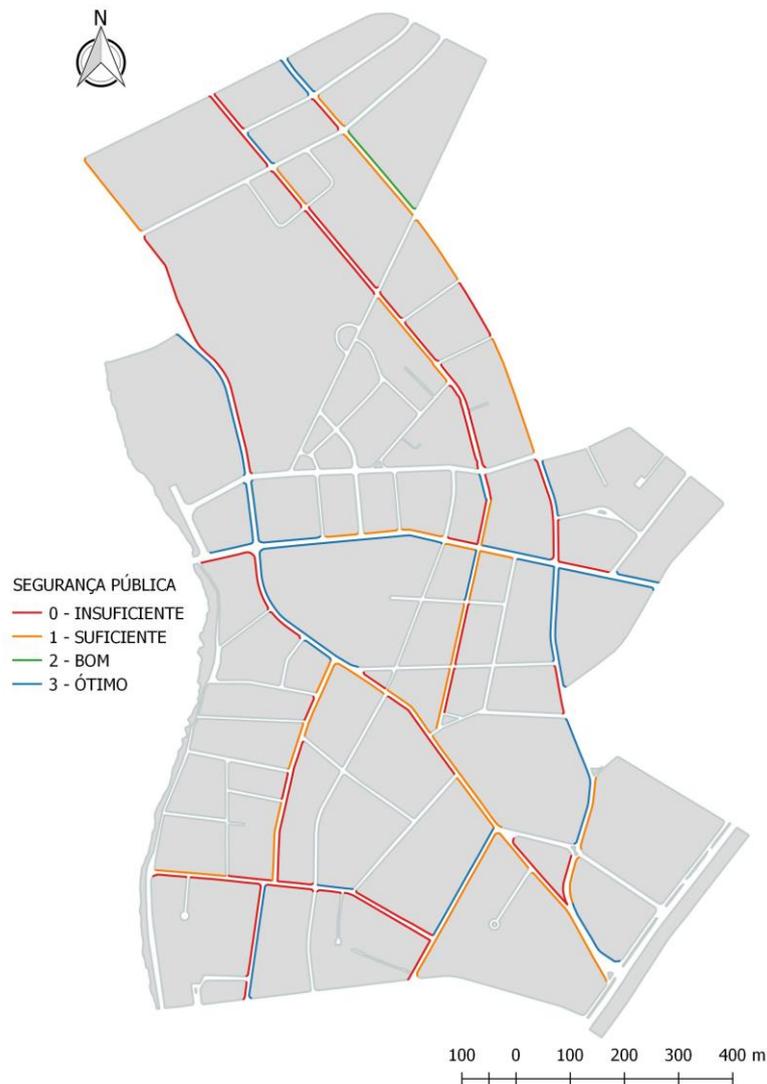


Fonte: A Autora, 2019.

O diagnóstico de Segurança Pública na região das Graças é apresentado neste Índice através dos resultados dos indicadores Iluminação, em uma avaliação

simples de fatores que tendem a inibir a prática de crimes nos espaços de circulação de pedestres. Mesmo com a presença de pontos de iluminação pública em todo o bairro a categoria recebeu pontuação de 1,22 – suficiente. De forma geral os segmentos de calçadas apresentaram variação de pontuação, visível na figura 46.

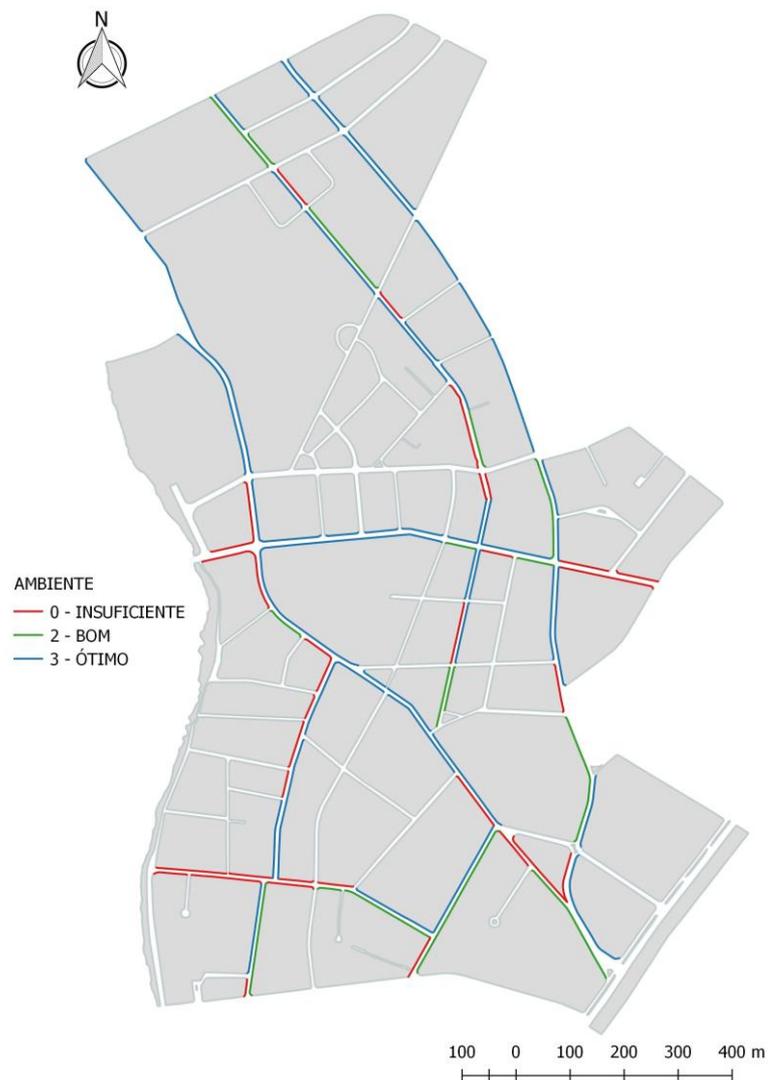
Figura 46 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Segurança Pública.



Fonte: A Autora, 2019.

Seguindo com a categoria Ambiente, a aplicação do indicador Sombra teve média aritmética de 2,14, considerada Bom. A existência de Sombra é uma variável-chave do conforto ambiental dessa área, visto que o bairro apresenta densidade de árvores na maioria dos segmentos de calçadas, os segmentos identificados como insuficiente apresentavam árvores de pequeno porte ou ausência delas, conforme figura 47.

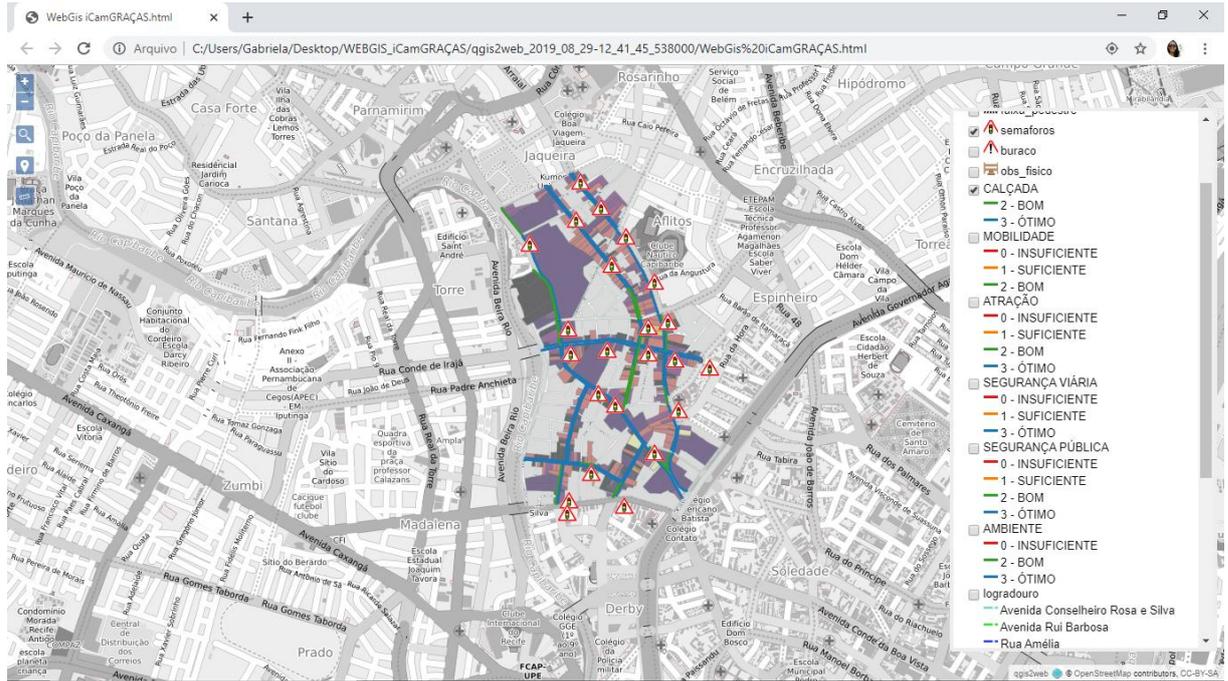
Figura 47 - Recorte cartográfico com pontuação da categoria Ambiente.



Fonte: A Autora, 2019.

A pesquisa forneceu uma base de dados espaciais contendo as informações dos elementos físicos analisados, passíveis futuramente para testes de geração de rotas. Como também, possibilitou a análise qualitativa dos elementos de interferências na caminhabilidade urbana por meio do Webgis gerado, figura 42.

Figura 48 - WebGIS IcamGraças.



Fonte: A Autora, 2019.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa alcançou os objetivos propostos através da Modelagem de Dados Espaciais que permitiu analisar os elementos físicos urbanos para caminhabilidade dos pedestres. A partir da contextualização sobre o tema foi possível a geração e implementação de um modelo OMT-G, que possibilitou a criação da base de dados para representação dos elementos geográficos dentro do contexto urbano das calçadas a ser analisadas, sendo a implementação realizada dentro do banco de dados Postgres com sua extensão espacial PostGIS. A base de dados criada foi conectada ao QGIS para a representação espacial e suas análises.

Optando por aplicar o índice de caminhabilidade apenas nas principais vias de fluxo de pedestres das Graças, foram definidos os 9 logradouros que apresentam no bairro maior influência viária e são diversos entre suas hierarquizações. A estruturação da base de dados demandou um esforço para padronização das informações visto suas diferentes fontes e formatos de arquivos. Com o banco conectado ao QGIS, as análises iniciais foram realizadas, examinando as relações do espaço urbano com os valores quantitativos das classes.

O índice de caminhabilidade elaborado pelo ITDP (2018) foi adaptado para a realização da avaliação no bairro das Graças, resultando em uma planilha em Excel com os novos critérios de avaliação. Os dados foram alimentados na planilha para a obtenção das pontuações de cada categoria e sua associação ao banco de dados.

Recomenda-se a criação de aplicativos para sistema de navegação com rotas utilizando os dados da base de dados espaciais desta pesquisa.

O desenvolvimento da pesquisa de avaliação da caminhabilidade proposta no entorno das Graças, por meio de um índice, possibilita a evolução na compreensão dos atributos que influenciam a caminhabilidade da região.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9050:** acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em: 06 jul. 2018.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP. **Mobilidade humana para um Brasil urbano.** São Paulo: ANTP, 2017. 292 p. Disponível em: <http://www.antp.org.br>. Acesso em: 15 set. 2018.
- BARROS, A. P. **Diz-me como andas que te direi onde estás:** inserção do aspecto relacional na análise da mobilidade urbana para o pedestre. 2014. 372 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília, Brasília; Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2014.
- BORGES, K. A. D. V.; DAVIS, C. Modelos de dados em sistemas de informação geográfica. *In:* CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação.** Rio de Janeiro: INPE, 2002. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap4-modelos.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2018.
- BRADSHAW, C. Creating -- And Using -- A Rating System For Neighborhood Walkability Towards An Agenda For "Local Heroes". *In:* INTERNATIONAL PEDESTRIAN CONFERENCE, 14., 1993, Boulder, Colorado. **Anais [...].** Colorado: Home, 1993.
- RIBEIRO, T. F. **Da MP 759 a Lei 13.465/17:** os novos rumos da regularização fundiária no Brasil. 2017. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/da-mp-759-lei-13-465-17-os-novos-rumos-da-regularizacao-fundiaria-no-brasil/>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- BRASIL. **Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) do governo federal, Lei 12.587/12, pretende estimular transporte coletivo público nas cidades.** Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/motos/legislacao-e-fiscalizacao/politica-nacional-de-mobilidade-urbana-pnmu-do-governo-federal-lei-12-587-12-pretende-estimular-transporte-coletivo-publico-nas-cidades.aspx>. Acesso em: 09 abr. 2018.
- CÂMARA, G.; MARCO A. CASANOVA; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas: Instituto de Computação - Unicamp, 1996.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. **Arquitetura de sistemas de informação geográfica**. Introdução à Ciência da Geoinformação, p. 1–12, São José dos Campos: Inpe, 2001.

CAMBRA, P. **Pedestrian Accessibility and Attractiveness Indicators for Walkability Assessment**. 2012. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Urbanismo e Ordenamento do Território, Técnico Lisboa, Lisboa, 2012.

DESYLLAS, JAKE, JOHN WARD, ELSPETH DUXBURY, A. S. **Pedestrian Demand Modelling of Large Cities**: An Applied Example from London. UK: Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL), 2003.

DIXON, L. B. Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. *In*: Transportation Research Record 1538, TRB, National Research Council, Washington, D. C., 1996, pp. 1-9. **Proceedings** [...]. Washington, DC: TRB, National Research Council, 1996.

DUANY, A.; PLATER-ZYBERK, E.; SPECK, J. **Suburban Nation**: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream. North Point Press New York, v. 99, n. 0, p. 320, 2001. Disponível em: <http://www.amazon.com/dp/0865476063>. Acesso em: 16 abr. 2018.

FITZ, P. R. Uso de geotecnologias para o planejamento espacial. **Geografia**, Rio Claro, v. 33, n. 2, p.307-318, 2008.

FRANK, L. D.; SCHMID, T. L.; SALLIS, J. F.; CHAPMAN, J.; SAELENS, B. E. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTRAQ. **American Journal of Preventive Medicine**, 2005.

GEHL, J. **Cities for people**. Places, v. 16, n. April, p. 269, 2010. Disponível em: <http://books.google.pt/books?id=IBNJoNILqQcC>. Acesso em: 20 mai. 2018.

GHIDINI, R. **A caminhabilidade: medida urbana sustentável**. São Paulo: Antp, v. 33, 2011. 1º Quadrimestre. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/CF0ED9C9-0025-4F55-8F7C-EDCB933E19C4.pdf. Acesso em: 10 abr. 2018

GONÇALVES, P. H. **Avaliação da Caminhabilidade nas Ruas da Cidade**. Revista Mirante, Anápolis (GO), vol. 8, n. 1, 2015.

GUIMARÃES, R. O.; CUNHA, A. H. N.; DOS SANTOS, B. J. R. Verificação da acessibilidade nas calçadas do setor central de Goiânia , GO Accessibility testing in the central sector sidewalks Goiânia , GO. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 2, p. 83–91, 2015.

ITDP BRASIL. **Índice de caminhabilidade - Ferramenta**. Instituto de Políticas de Transporte e desenvolvimento, p. 48, 9. set. 2016. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/indice-de-caminhabilidade-ferramenta/>. Acesso em: 4 fev. 2018.

ITDP BRASIL. **Índice de caminhabilidade - Ferramenta versão 2.0**. Instituto de Políticas de Transporte e desenvolvimento, p. 66, Rio de Janeiro, 2018.

KELLY, C. E.; TIGHT, M. R.; HODGSON, F. C.; PAGE, M. W. A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 6, p. 1500–1508, 2011.

KREMPI, Ana Paula. **Explorando Recursos de Estatística Espacial Para Análise da Acessibilidade da Cidade de Bauru**. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Transportes, Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

KRIZEK, K. J. Operationalizing Neighborhood Accessibility for Land Use-Travel Behavior Research and Regional Modeling. **Journal of Planning Education and Research**, v. 22, n. 3, p. 270–287, 2003. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0739456X02250315>. Acesso em: 11 set. 2018.

LESLIE, E.; IAIN B.; MELISSAH E. **Measuring the walkability of local communities using Geographic Information Systems data**. "The Next Steps", *In: The 7th International Conference on Walking and Liveable Communities*, , n. January, 2006. Disponível em: http://www.walk21.com/papers/m06leslie_butterworthandedwardsmeasuringthewalkabilityoflocalcommunitiesusinggeographicinformationsystemsdata.pdf. Acesso em: 24 out. 2018.

LITMAN, T. Measuring transportation: Traffic, mobility and accessibility. **ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)**, v. 73, n. 10, p. 28–32, 2003.

MACHRY, S. **Caminhabilidade no Recife: Análise Morfológica e Perceptiva da Qualidade da Interface Público-Privada no Bairro das Graças**. 2016, 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. PlanMob - Caderno de referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. **Ministério das Cidades**, p. 179, 2007.

MITRA, R.; BULIUNG, R. N.; FAULKNER, G. E. J. Spatial clustering and the temporal mobility of walking school trips in the Greater Toronto Area, Canada. **Health and Place**, v. 16, n. 4, p. 646–655, 2010.

MOBILIZE BRASIL PORTAL. Campanha Calçadas do Brasil. **portal mobilize brasil**, p. 31, 2012.

MOURA, F.; CAMBRA, P.; GONÇALVES, A. B. Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 282–296, 2017.

NANYA, LUCIANA M.; SANCHES, S. P. Proposta De Instrumento Para Auditoria E Avaliação Da Caminhabilidade. *In: XXIX Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, São Paulo - SP. Anais [...]*. p. 1702–1713, 2015.

NETO, L. The Walkability Index Assessing the built environment and urban design qualities at the street level using open-access omnidirectional and satellite imagery. **University of Manchester**, 2015.

PARTHASARATHI, P.; LEVINSON, D.; HOCHMAIR, H. **Network Structure and Travel Time Perception**. PLoS ONE, v. 8, n. 10, p. e77718, 2013. Disponível em: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0077718>. Acesso em: 7 jul. 2018.

PCR. **Portal de dados abertos da Prefeitura da Cidade do Recife**, plataforma de transparência, 2016. Disponível em: <http://dados.recife.pe.gov.br>. Acesso em: 22 abr. 2018.

PIRES, I. B.; GEBARA, T. R. J.; MAGAGNIN, R. C. Métodos para avaliação da caminhabilidade. *In: M. S. G. de C. Fontes; J. R. G. de Faria (Orgs.); Ambiente construído e sustentabilidade*. 1a ed, p.242, Cidade de Tupã, São Paulo: ANAP - Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista Pessoa, 2016.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Plano de Mobilidade Urbana do Recife: A mobilidade do Recife Hoje**. Recife: Mobilidade Recife, 2017. 162 p. Disponível em: <http://planodemobilidade.recife.pe.gov.br/node/9>. Acesso em: 02 jun. 2018.

RODRIGUES, A. R. P. **A MOBILIDADE DOS PEDESTRES E A INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO DA REDE DE CAMINHOS**. 2013. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

RODRIGUES, M. A. N.; SILVA, C. H. M. E.; GONCALVES, D. F. P.; et al. Avaliação das condições de caminhabilidade nas áreas centrais Salvador e Aracaju, Brasil. *In: XV Congresso Iberoamericano de Urbanismo - CIU (Org.); XV Congresso Iberoamericano de Urbanismo, 2013, Anais [...]*. p.269–281, 2012. Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2012.

SOLTANI, A; ALLAN, A. A Computer Methodology for Evaluating Urban Areas for Walking, Cycling and Transit Suitability: Four Case Studies from Suburban Adelaide, Australia. **working paper 271, University of South Australia**, p. 1–16, 2005.

SPECK, J. **Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time**. Disponível em: http://www.amazon.com/Walkable-City-Downtown-Save-America-ebook/dp/B008423170/ref=pd_sim_kstore_5?ie=UTF8&refRID=1GJPBEVG10MWNBCSCGJ5. Acesso em: 15 ago. 2018.

STANTEC, C. L. **Proposed Walkability Strategy for Edmonton**. Edmonton, 2010.

TROPED, P. J.; CROMLEY, E. K.; FRAGALA, M. S.; et al. Development and reliability and validity testing of an audit tool for trail/path characteristics: the Path environment audit tool (PEAT). **Journal of Physical Activity & Health**, 2006.

VASCONCELLOS, E. A. Mobilidade Cotidiana, Segregação Urbana e Exclusão. **Cidade e Movimento: Mobilidades e Interações no Desenvolvimento Urbano**. p.57–80, 2016.

VIEIRA, R. ; MUSSI, CS ; PEREIRA, L. **Planejamento territorial do turismo: índice de caminhabilidade e atratividade de destinações turísticas no litoral centro-norte de Santa Catarina**. , v. 7, p. 3–29, 2017.

APÊNDICES A - COMANDOS SQL PARA A CRIAÇÃO DAS TABELAS ESPACIAIS NO POSTGRESQL/POSTGIS

```
-- Database: caminhabilidade_GRACAS

-- DROP DATABASE "caminhabilidade_GRACAS";

CREATE DATABASE "caminhabilidade_GRACAS"
WITH
  OWNER = postgres
  ENCODING = 'UTF8'
  LC_COLLATE = 'Portuguese_Brazil.1252'
  LC_CTYPE = 'Portuguese_Brazil.1252'
  TABLESPACE = pg_default
  CONNECTION LIMIT = -1;

ALTER DATABASE "caminhabilidade_GRACAS"
  SET search_path TO "$user", public, topology';

CREATE TABLE public.buraco
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('buraco_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiPoint,4674),
  x numeric,
  y numeric,
  tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  CONSTRAINT buraco_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.buraco
  OWNER to postgres;

CREATE TABLE public.calcada
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('calcada_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiLineString,4674),
  concatenac character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  distrito character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  setor bigint,
  quadra bigint,
  face bigint,
  logradouro bigint,
  bairro_nom character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
```

```

tipologia_ character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
paviment_1 character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
extensao double precision,
largura double precision,
CONSTRAINT calcada_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.calcada
  OWNER to postgres;

CREATE TABLE public.faixa_pedestre
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('faixa_pedestre_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiPoint,4674),
  x numeric,
  y numeric,
  tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  via character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  CONSTRAINT faixa_pedestre_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.faixa_pedestre
  OWNER to postgres;

CREATE TABLE public.logradouro
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('logradouro_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiLineString,4674),
  cod_lograd bigint,
  logradouro character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  indic_pav character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  descr_pav character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  tipo_via character varying(50) COLLATE pg_catalog."default",
  velocidade integer,
  CONSTRAINT logradouro_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

```

```
ALTER TABLE public.logradouro
  OWNER to postgres;
```

```
CREATE TABLE public.no_rede
(
  id bigint NOT NULL,
  geom geometry(MultiPoint,4674),
  coord_x numeric(4,0),
  coord_y numeric(4,0),
  CONSTRAINT no_rede_pkey1 PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;
```

```
ALTER TABLE public.no_rede
  OWNER to postgres;
```

```
CREATE TABLE public.obs_fisico
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('obs_fisico_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiPoint,4674),
  x numeric,
  y numeric,
  tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  via character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  descricao character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  CONSTRAINT obs_fisico_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;
```

```
ALTER TABLE public.obs_fisico
  OWNER to postgres;
```

```
CREATE TABLE public.parada
(
  id bigint NOT NULL,
  geom geometry(MultiPoint,4674),
  x numeric,
  y numeric,
  tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  logradouro character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  descricao character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  cod_parada numeric(6,0),
  num bigint,
```

```

        "Bairro" character(6) COLLATE pg_catalog."default",
        CONSTRAINT parada_pkey PRIMARY KEY (id)
    )
    WITH (
        OIDS = FALSE
    )
    TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.parada
    OWNER to postgres;

CREATE TABLE public.poste
(
    id bigint NOT NULL,
    geom geometry(MultiPoint,4674),
    x numeric,
    y numeric,
    tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    via character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    iluminacao character varying(20) COLLATE pg_catalog."default",
    CONSTRAINT poste_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
    OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.poste
    OWNER to postgres;

CREATE TABLE public.quadra
(
    id integer NOT NULL DEFAULT nextval('quadra_id_seq'::regclass),
    geom geometry(MultiPolygon,4674),
    concatena character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    distrito bigint,
    setor bigint,
    quadra bigint,
    bairro character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    CONSTRAINT quadra_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
    OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.quadra
    OWNER to postgres;
CREATE TABLE public.rampa
(

```

```

id integer NOT NULL DEFAULT nextval('rampa_id_seq'::regclass),
geom geometry(MultiPoint,4674),
x numeric,
y numeric,
tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
logradouro character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
descricao character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
extensao double precision,
CONSTRAINT rampa_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.rampa
  OWNER to postgres;

```

```

CREATE TABLE public.semaforos
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('semaforos_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiPoint,4326),
  semaforo bigint,
  x numeric,
  y numeric,
  localiza character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  localiza_1 character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  CONSTRAINT semaforos_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
  OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.semaforos
  OWNER to postgres;

```

```

CREATE TABLE public.sombra
(
  id integer NOT NULL DEFAULT nextval('sombra_id_seq'::regclass),
  geom geometry(MultiPoint,4674),
  x numeric,
  y numeric,
  tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  via character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
  CONSTRAINT sombra_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (

```

```
    OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.sombra
    OWNER to postgres;

CREATE TABLE public.uso_ocup
(
    id integer NOT NULL DEFAULT nextval('uso_ocup_id_seq'::regclass),
    geom geometry(MultiPolygon,4674),
    concatenac character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    distrito bigint,
    setor bigint,
    quadra bigint,
    face bigint,
    lote bigint,
    logradouro character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    tipo character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    nome_edifi character varying(254) COLLATE pg_catalog."default",
    qtd_pavime bigint,
    area_const numeric,
    area_lote numeric,
    frente_lot numeric,
    horario character varying(10) COLLATE pg_catalog."default",
    CONSTRAINT uso_ocup_pkey PRIMARY KEY (id)
)
WITH (
    OIDS = FALSE
)
TABLESPACE pg_default;

ALTER TABLE public.uso_ocup
    OWNER to postgres;
```