

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública
Programa de Pós-Graduação Ambiente,
Saúde e Sustentabilidade**

**Elaboração de Dados Espaciais de Calçadas
Relatório técnico conclusivo**

Produto Técnico Tecnológico apresentado ao Programa de Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo como parte integrante do Mestrado: O Espaço da Mobilidade a Pé nas Transformações do Ambiente Construído no Município de São Paulo.

Giulia Bettini Calistro
Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Xavier
Pereira

São Paulo
2020

RESUMO

CALISTRO, Giulia Bettini. Elaboração de Dados Espaciais de Calçadas. 2020. Produto Técnico Tecnológico, parte da Dissertação/Tese: O Espaço da Mobilidade a Pé nas Transformações do Ambiente Construído no Município de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 2020.

Uma fonte importante de informações e conhecimento na área do planejamento urbano são os dados espacializados. No Município de São Paulo, as calçadas, que constituem parte importante da via e da dinâmica da rua, não apareciam diferenciadas. A solução foi usar dados georreferenciados para mapear calçadas, integrando conhecimento acadêmico e interesse público. A iniciativa foi desenvolvida na empresa pública São Paulo Urbanismo com participação direta desta autora e apoio da Coordenadoria de Produção e Análise de Informação da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – GEOINFO/SMDU. O shapefile resultante da aplicação do método aqui descrito foi lançado em 2019 na plataforma Geosampa (geosampa.prefeitura.sp.gov.br), na categoria “Sistema Viário”.

O método utilizado para obtenção dos dados espaciais das calçadas do Município de São Paulo tem na definição da geometria e do banco de dados duas importantes frentes de trabalho. Entendeu-se que para otimizar a utilização do produto seria essencial a consolidação, em uma única fonte, das seguintes informações: geometria da calçada para cada face de quadra; área extraída a partir de cada geometria; identificação da calçada a partir do logradouro e código de Setor-Quadra; e largura da calçada.

A produção de dados espaciais de calçadas permite análises territoriais em várias escalas, auxiliando decisões públicas e demandas da população. Exemplos incluem diagnósticos de calçadas, priorização de projetos, e estimativas de custos. A geometria das calçadas também apoia a transparência de políticas públicas, como o Plano Emergencial de Calçadas e o Estatuto do Pedestre. Com o método descrito neste documento, as informações sobre as calçadas no município de São Paulo poderão ser atualizadas conforme novos mapeamentos das quadras viárias e prediais forem realizados, e fica também viabilizada a produção dos dados espaciais de calçadas em outros municípios que possuam os mapeamentos iniciais necessários.

NOTA TÉCNICA – ELABORAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS DE CALÇADAS

Introdução

A formulação e a análise de políticas públicas fazem parte de um ciclo que envolve atores e interesses diversos, e constituem um campo de estudos em que uma série de modelos é proposta para o entendimento de seu funcionamento. Um ponto em comum, introduzido desde o início dos estudos em políticas públicas por H. Laswell e H. Simon, autores considerados como alguns dos “fundadores” da área, é a necessidade de existir conhecimento sobre o objeto a ser tratado, de modo a possibilitar que as decisões tomadas sejam amparadas por subsídios racionais (SOUZA, 2006).

Em São Paulo, uma fonte importante de informações e conhecimento na área do planejamento urbano são os dados espacializados. A rede de logradouros do Município de São Paulo, por exemplo, é inteiramente mapeada e hierarquizada. Essas informações, entretanto, sempre se concentraram no leito carroçável, com enfoque voltado ao trânsito e tráfego de veículos. As calçadas, que constituem parte importante da via e da dinâmica da rua, não apareciam diferenciadas. Desse modo, ainda que o próprio Plano Diretor (Lei nº 16.050/2014) estabelecesse um Sistema de Circulação de Pedestres, não se tinha qualquer informação desse sistema, exceto por apreensões empíricas da cidade de difícil sistematização, impedindo a própria compreensão dessa rede do andar a pé.

A constatação dessa lacuna nos dados levou a hipóteses de como poderiam ser obtidas informações a respeito das calçadas. Levantamentos in loco já eram realizados com razoável frequência no contexto de planejamento de obras, mas em perímetros limitados: seria inviável realizar esse trabalho para toda a cidade, e o entendimento das calçadas como parte de um sistema exigia informações que permitissem uma análise territorial completa.

Com isso, surgiu a ideia de se trabalhar com dados espaciais georreferenciados, a partir do cruzamento de mapeamentos já existentes de quadra viária e quadra predial/fiscal, entendendo-se que a calçada seria justamente esse espaço entre o alinhamento predial e o início do leito carroçável. A iniciativa foi desenvolvida na empresa pública São Paulo Urbanismo com participação direta desta autora, funcionária desde 2016, conciliando assim o

conhecimento acadêmico da mobilidade a pé com o interesse público em fornecer informações a respeito da rede de calçadas na cidade. O desenvolvimento do trabalho contou também com apoio da Coordenadoria de Produção e Análise de Informação da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – GEOINFO/SMDU. O produto obtido foi disponibilizado no segundo semestre de 2019 na plataforma Geosampa, que contém o mapa digital da cidade em formato aberto, com diversos dados georreferenciados para consulta livre pela população.

Metodologia

O método utilizado para obtenção dos dados espaciais das calçadas do Município de São Paulo tem na definição da geometria e do banco de dados duas importantes frentes de trabalho. Entendeu-se que para otimizar a utilização do produto seria essencial a consolidação, em uma única fonte, das seguintes informações: geometria da calçada para cada face de quadra; área extraída a partir de cada geometria; identificação da calçada a partir do logradouro e código de Setor-Quadra; e largura da calçada.

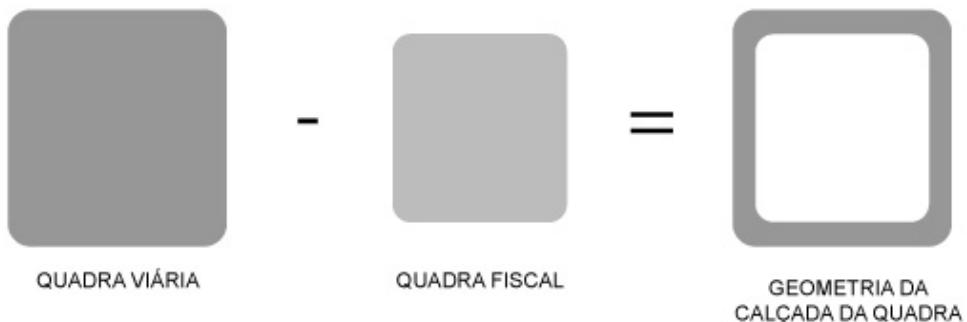
São apresentados a seguir todos os passos realizados e conceitos utilizados para a obtenção dos dados finais, em formato Shapefile. Foram utilizados os softwares Qgis2.18.20 e Qgis 3.2.3.

ETAPA 1 - Criação de camada⁵ com diferença entre Quadra Viária e Fiscal (“quadra_diferenca”)

A primeira etapa realizada consistiu na obtenção da geometria da calçada para cada quadra da cidade. Conforme a Figura 7, isso foi realizado a partir da diferença entre os limites externos das quadras viária e fiscal. Na geometria resultante já foi incorporada a informação do Setor-Quadra (SQ) correspondente.

⁵ As “camadas” mencionadas ao longo do processo consistem em arquivos do tipo Shapefile, formato utilizado em Sistemas de Informações Geográficas que contém bases de dados vetoriais e geoespaciais.

Figura 7- Dados espaciais de calçadas - etapa 1



Fonte: Elaboração da autora, 2019.

Procedimentos realizados:

- a. Na camada Quadra Fiscal:
 - i. Incluir coluna com fórmula concat() para Setor-Quadra-Subquadra – nome “SQ”, Tipo “String”, 9 dígitos;
 - ii. Na camada Quadra Viária, unir atributos por posição com Quadra Fiscal.
- b. Ferramenta Vetor/Geoprocessamento/Diferença entre camadas Quadra Viária e Quadra Fiscal.
- c. Salvar a camada resultante com o nome “quadra_geometria”.

ETAPA 2 - Preparação da camada de logradouros

Visando a identificação correta das calçadas de cada face de quadra, nesta etapa foram incorporados à camada linear de logradouros (versão obtida da plataforma Geosampa em 27/12/2018) os códigos de Setor-Quadra adjacentes a cada trecho de via. Conforme Figura 8, foi necessária a graduação do buffer dos logradouros a fim de evitar o cruzamento de informações incorretas.

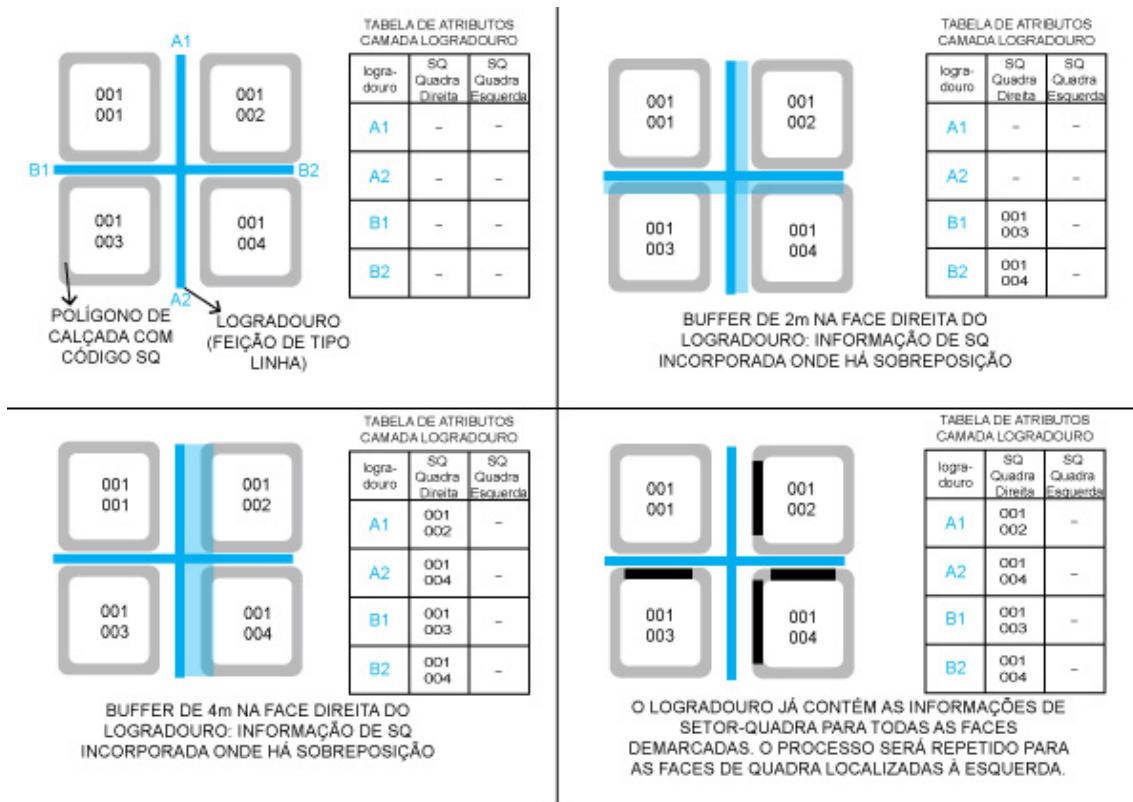
Antes de iniciar o processo, foram excluídas feições cujos tipos de logradouro não permitiam a extração de informações de calçadas baseada no método aqui utilizado, ou seja, considerando a diferença entre quadra viária e fiscal. Assim, foram mantidos os logradouros

de tipo Avenida, Alameda, Estrada, Ladeira, Largo, Praça, Rua, Rue Particular, Travessa e Travessa Particular.

Procedimentos realizados

1. Ajuste da camada de logradouros
 - a. Manter apenas feições com lg_tipo: AV, AL, ES, LD, LG, PC,R, RP, TV, TVP.
 - b. Deletar logradouros sobrepostos à quadra Fiscal
 - c. Incluir coluna com nome “ID”, tipo “String”, fórmula \$id.
2. Transferência de informação de Setor-Quadra-Subquadra (“SQ”) para a camada de logradouros:
 - a. Selecionar camada de logradouros inteira
 - i. Criar buffer de face única – direita, 2 metros
 - b. Levar a informação de SQ ao buffer por meio da união de atributos pela posição.
 - c. Levar informações de SQ do buffer ao logradouro por meio da união de tabela de atributos a partir da correspondência da coluna SQ.
 - d. No camada de logradouros, criar coluna de nome “QD” (“quadra direita”), tipo “string”, 9 dígitos, copiando os valores de SQ obtidos no anterior.
 - e. A mesma lógica dos passos A a D é aplicada para os logradouros restantes, selecionando as feições para as quais não foi obtida informação e aumentando gradualmente o buffer até a distância de 10 metros. Em seguida, o processo é repetido com a realização de buffer de face única para a esquerda. Com isso, cada trecho de logradouro da cidade tem incorporada a informação de código de suas quadras adjacentes.

Figura 8- Dados espaciais de calçadas - Etapa 2



Fonte: Elaboração da autora, 2019.

ETAPA 3 – GEOMETRIA E IDENTIFICAÇÃO DAS CALÇADAS

Nesta etapa, a utilização da ferramenta ‘Buffer’ permitiu a quebra das feições de calçadas de acordo com as faces de quadra e a transferência, para cada feição obtida, das informações anteriormente consolidadas na camada de logradouros, ou seja, o nome do logradouro e o código de setor-quadrado.

Procedimentos realizados

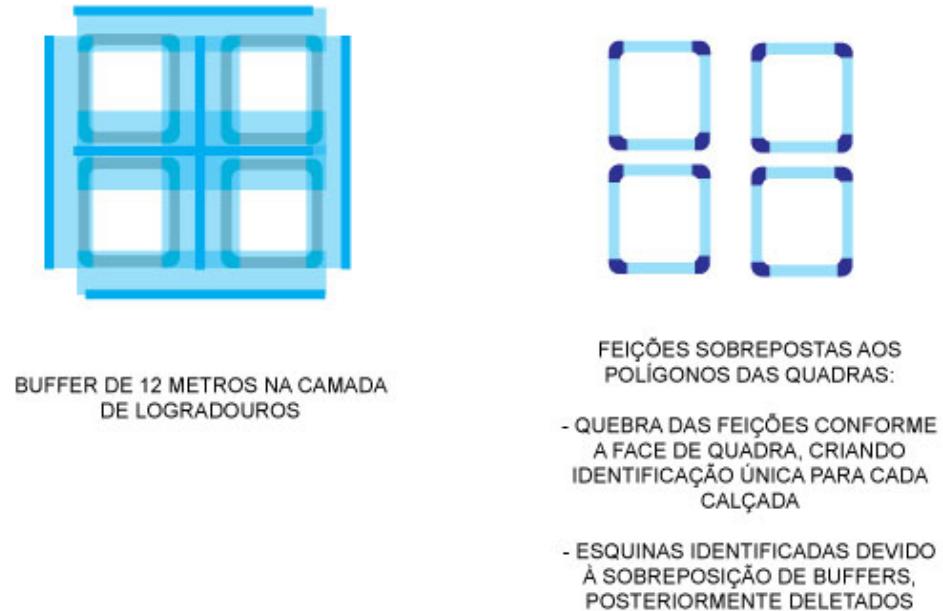
1. Preparação do buffer da camada de logradouros
 - a. Realizar buffer de 12 metros na camada de logradouros, com transferência dos atributos.
 - b. Na camada de buffer obtida, utilizar o complemento "Check geometries/Verificar Geometrias" marcando a opção “Verificar topologia > verificar duplicatas”. Exportar o arquivo, que será de pontos identificando onde há geometrias duplicadas - no caso, representando as esquinas.

- c. Selecionar feições na camada do buffer que interseccionam os pontos duplicados.
- d. Criar uma nova coluna de nome “Esquina” e tipo “string” para a camada do Buffer. O conteúdo da camada será o texto ‘Sim’, com a opção "Atualizar apenas feições selecionadas". Com isso, todas as feições correspondentes a áreas de esquina estarão identificadas na tabela de atributos da camada.

2. Criação dos polígonos de calçadas

- a. Intersecção do Buffer com “quadra_geometria”.
- b. Na camada resultante, selecionar feições com a fórmula: "SQ" is not "QD" AND "SQ" is not "QE".
 - i. Deletar selecionados, que correspondem a feições sobrepostas que puxaram o código SQ incorreto.
- c. Deletar feições duplicadas.
- d. Ajustar quebras de feições em uma mesma face de quadra, por meio da ferramenta “dissolver” a partir das colunas de logradouro (tipo, título, prep, nome), SQ e Esquina.
- e. Criar coluna de nome “logSQ” e tipo “String” concatenando nome do logradouro e SQ.
- f. Criar coluna de nome “Area” e tipo “Real (10.2)”, fórmula \$area, para obtenção da metragem quadrada de cada calçada.

Figura 9- Dados espaciais de calçadas – Etapa 3



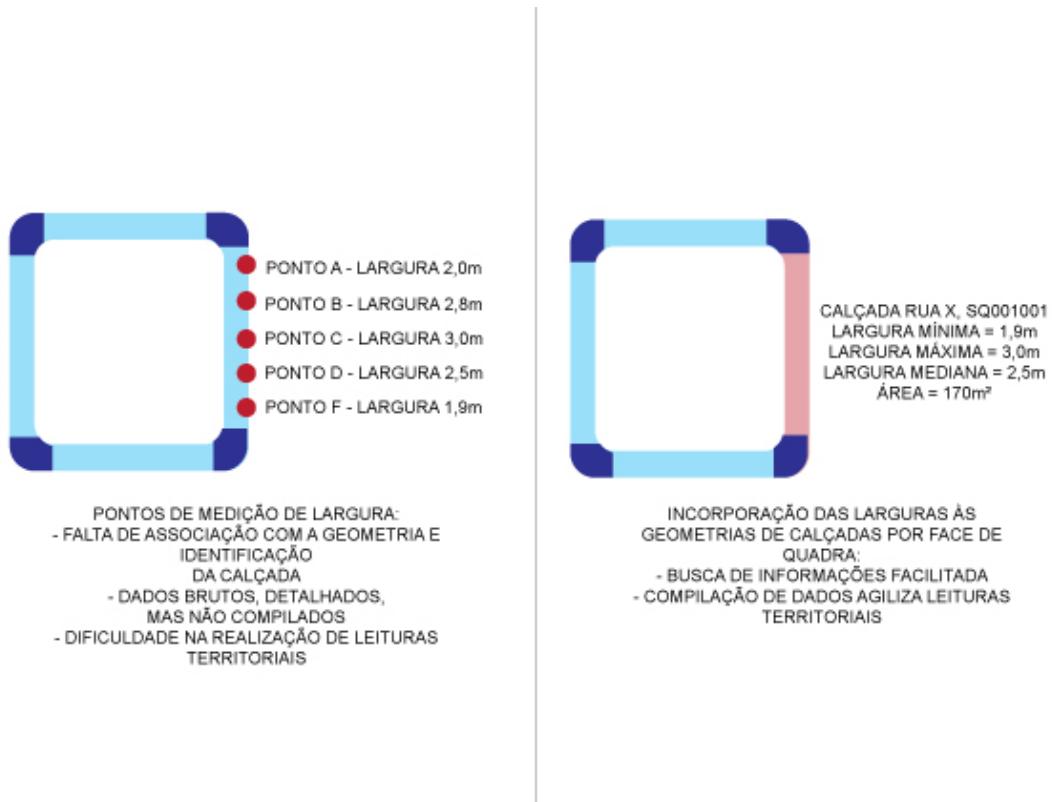
Fonte: Elaboração da autora, 2019.

ETAPA 4 – INFORMAÇÕES DE LARGURA DAS CALÇADAS

Nesta etapa foram incorporadas informações de largura às geometrias já identificadas de calçadas por face de quadra. Foi utilizada inicialmente metodologia desenvolvida em SMDU⁶, que consiste na obtenção de uma camada com diversos pontos de medição de largura para cada face de quadra, a partir da distância entre as linhas das quadras viária e fiscal. Foram identificadas como limitações dessa camada a falta de correspondência, na tabela de atributos, dos pontos de medição com o nome do logradouro e código da quadra, dificultando a busca de informações e a realização de análises espaciais. Com isso, a partir das informações dos pontos de largura, foi proposta a consolidação dessas informações nos polígonos de calçadas.

⁶ Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/2_colocado_inovacao_1508869753.pdf, acesso em 15 nov. 2019.

Figura 10- Dados espaciais de calçadas - Etapa 4



Fonte: Elaboração da autora, 2019.

Procedimentos realizados

- a. Na camada de pontos de largura, criar buffer de 2 metros, garantindo que seja possível a interseção entre os pontos e os polígonos das calçadas
- b. Trazer para a camada dos pontos de largura, por meio da ferramenta “Unir atributos por posição”, a identificação do nome do logradouro e SQ (coluna “logSQ”) correspondentes a cada ponto de medição.
- c. Na camada obtida, utilizar o complemento “group stats” para extrair informações de largura máxima, mínima e mediana a partir da coluna ‘logSQ’. O resultado será uma tabela em formato .csv contendo, para cada calçada de face de quadra, as informações compiladas de largura.
- d. Unir as informações da tabela com a camada de calçadas.

Com essa etapa é finalizada a obtenção dos dados espaciais para as calçadas do Município de São Paulo, com feições de identificação única correspondentes às faces de quadra e esquinas, e medições de área e largura.

É importante notar que a metodologia utilizada possui limitações, como a imprecisão de até 20cm devido à escala 1:1000 do Mapa Digital da Cidade utilizado como base; a não aplicabilidade para calçadas em Praças e Canteiros, tendo em vista que as quadras viária e fiscal são geralmente coincidentes nesses casos; e o fato de a camada ser produzida a partir de bases cadastrais, não considerando especificidades que acontecem na prática, como o avanço irregular de construções sobre a calçada.

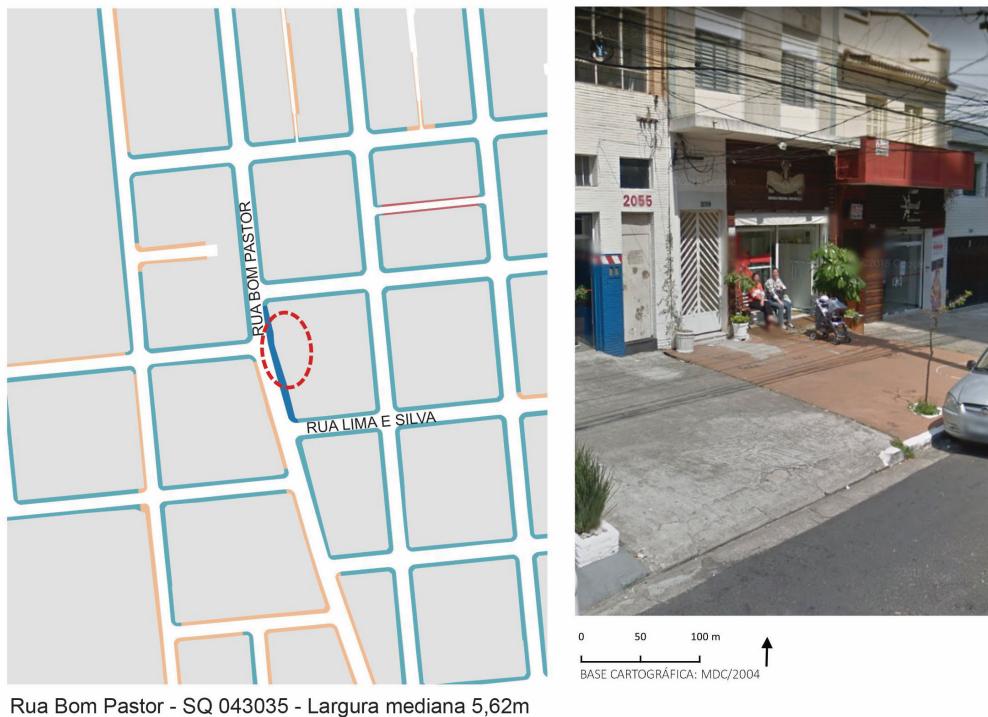
Aplicabilidade

O produto desenvolvido pode ser utilizado para análises territoriais em diversas escalas, subsidiando tomadas de decisões do setor público e fornecendo informações para dar suporte a demandas da população.

Em termos de análise territorial na escala da cidade, a discussão do item 2.7 e os mapas 18 e 19 desta dissertação apresentam exemplos diversos de leituras possíveis a partir dos dados, como visualização das larguras de calçada categorizadas conforme quaisquer faixas de interesse e resumos estatísticos conforme diversos agrupamentos territoriais, como as Unidades de Correspondência entre Zonas Origem e Destino (UCOD), Distritos e Subprefeituras. São assim viabilizados diagnósticos da situação das calçadas que podem colaborar na priorização e desenvolvimento de projetos e obras conforme as regiões da cidade.

A busca específica por cada calçada via logradouro e setor-quadra permite facilmente antecipar as situações a serem encontradas em uma área de projeto, definindo pontos críticos, prioridades de intervenção e até estimativas iniciais de custos a partir da quantificação em metragem quadrada. Nas figuras 11 a 14, é apresentada como exemplo uma área da Subprefeitura Ipiranga em que há calçadas em todas as faixas de largura utilizadas, e a correspondência com a situação real encontrada.

Figura 11-Calçada acima de 5 metros



Fonte: Dados espaciais de calçadas, Geosampa. Foto: Google Street View, 2019. Elaboração da autora.

Figura 12 - Calçada entre 3 e 5 metros.



Fonte: Dados espaciais de calçadas, Geosampa. Foto: Google Street View, 2019. Elaboração da autora.

Figura 13- Calçada entre 1,9 e 3 metros



Fonte: Dados espaciais de calçadas, Geosampa. Foto: Google Street View, 2019. Elaboração da autora.

Figura 14- Calçada de até 1,9 metro



Fonte: Dados espaciais de calçadas, Geosampa. Foto: Google Street View, 2019. Elaboração da autora.

Além de sua utilização direta, os dados espaciais das calçadas podem fazer parte de estudos temáticos com outras informações disponíveis, por exemplo: junto a equipamentos públicos e estações de transporte para definir rotas prioritárias para pedestres; junto a dados de arborização, para pré-seleção de locais onde seriam viáveis novos plantios; junto a informações da caixa viária completa, para estudos preliminares de readequação de larguras das faixas de rolamento e das calçadas. Podem ainda ser compilados às informações de calçadas dados indicativos de dificuldade de execução da calçada, como declividade da via e largura das testadas da face de quadra.

Finalmente, a geometria das calçadas serve de suporte à transparência de políticas públicas. É o caso do Plano Emergencial de Calçadas (Decreto nº 58.845/2019) – as calçadas que compõem o plano estão identificadas nas feições da camada de calçadas da plataforma Geosampa, permitindo fácil consulta à população, e poderão ainda ser realizadas atualizações identificando a data de execução de cada trecho para acompanhamento da política. A produção da camada também vem ao encontro da determinação do Estatuto do Pedestre (Lei nº 16.673/2017, artigo 5º) de elaboração de um Sistema de Informações sobre a Mobilidade a Pé, podendo servir de suporte à inserção de novas informações que venham a ser produzidas, a exemplo do fluxo de pedestres.