



Pedro Henrique
Rezende Mendonça

Técnicas, linguagens e narrativas cartográficas:

mapeando a pandemia de
Covid-19 em São Paulo

São Paulo
2021

PEDRO HENRIQUE REZENDE MENDONÇA

Técnicas, linguagens e narrativas cartográficas:

Mapeando a Pandemia de Covid-19 em São Paulo

Versão corrigida

Trabalho Final de Graduação apresentado
à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade de São Paulo para obten-
ção do título de Bacharel em Arquitetura e
Urbanismo.

Orientadora: Profa. Dra. Raquel Rolnik

São Paulo
2021

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

E-mail do autor: pedro.rezende.mendonca@gmail.com

Catálogo na publicação
Serviços de Materiais Bibliográficos
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Mendonça, Pedro Henrique Rezende

Técnicas, linguagens e narrativas cartográficas: mapeando a pandemia de Covid-19 em São Paulo / Pedro Henrique Rezende Mendonça ; orientadora Raquel Rolnik. – São Paulo, 2021

316 p. : il. color. : 23 cm.

Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida

1. Planejamento territorial urbano. 2. Cartografia. 3. Geotecnologias. 4. Surtos de doenças. 5. Covid-19. I. Rolnik, Raquel, orient. II. Título.

A meus avós, Doraci e Carlos.

RESUMO

A abertura de tecnologias de rastreamento geográfico para uso civil no fim dos anos 1990 e a ascensão das big techs e da big data nos anos 2010 promoveram uma mudança na tecnologia do Planejamento Urbano, com a introdução de técnicas de mapeamento digital antes menos desenvolvidas e com aplicações mais associadas à Geografia, à Engenharia, à Ciência da Computação e ao uso militar. As novas ferramentas possibilitam a criação de novas leituras cartográficas sobre o espaço urbano, e trazem questões sobre privacidade, propriedade intelectual e abstração cartográfica – que eram menos relevantes no quadro tecnológico anterior.

Com a pandemia de Covid-19, logo surgem narrativas sobre o papel da configuração do espaço urbano na disseminação do novo vírus. A compreensão das desigualdades sob a dualidade centro-periferia, clássica na literatura do Planejamento Urbano dos anos 1970 em diante, aparece associada a uma narrativa estereotipada e descontextualizada que apresenta a “periferia” como causa da Covid-19. Essa visão impede a formulação de políticas públicas emergenciais focadas no atendimento a necessidades específicas de cada território.

Neste trabalho, empregamos ferramentas de cartografia digital para testar ao limite essa leitura e propor outras narrativas sobre o tema. Nossas duas hipóteses são: que características da tipologia urbana, sem contexto de organização territorial, não explicam a incidência de Covid-19; e que deslocamentos a trabalho são um elemento chave para disseminação do vírus. Os resultados oferecem uma perspectiva sobre as potencialidades da cartografia para pesquisa e formulação de estratégias espaciais focalizadas, ancoradas na compreensão de necessidades e vulnerabilidades territorializadas.

Palavras-chave

Planejamento urbano, Geotecnologias, Cartografia, Surtos de doenças, Covid-19.

ABSTRACT

The provision of geotracking technologies for civil use by the end of the 1990s' and the ascension of the big tech and big data on the 2010s' caused changes in urban planning technology, via the introduction of digital mapping techniques previously less developed with solutions focused on Geography, Engineering, Computer Science, and the military. The new tools enable new cartographic comprehensions about the urban space, and pose questions on privacy, copyright, and cartographic abstraction – which were not as relevant in the previous technological framework.

With the outbreak of Covid-19 pandemic, soon came narratives on the role of urban space for the spread of the new virus. The understanding of inequalities under a center/periphery – a classic proposition in literature starting in the 1970's – is now associated with a stereotyped and decontextualized narrative in which the “periphery” is a cause of Covid-19's dissemination. This idea blocks formulation of emergency policies focused on specific needs of different territories.

In this work, we apply digital cartography tools to test the limits of such comprehension, and to explore further narratives on the same subject. Our major research hypotheses are that urban typology striped of social and political context cannot be mapped to incidence of Covid-19, and that travels related to work are a key element for viral dissemination. Our results give a perspective on the potentialities of cartography for research purposes and for developing space-specific strategies that reckon space-specific needs and vulnerabilities.

Keywords

Urban planning, Geotechnologies, Cartography, Disease outbreaks, Covid-19

ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP

Código de Endereçamento Postal

CESAD

Seção Técnica de Geoinformação e Produção de Bases Digitais da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

FAUUSP

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

IBGE

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE

Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais

GIS | SIG

Geographic Information System | Sistema de Informação Geográfica

LabCidade

Laboratório Espaço Público e Direito à Cidade da FAUUSP

Metrô

Companhia do Metropolitano de São Paulo

OMS

Organização Mundial da Saúde

SIVEP

Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica

SMS

Secretaria Municipal de Saúde

SPTrans

São Paulo Transportes S/A

SRAG

Síndrome Respiratória Aguda Grave

SUS

Sistema Único de Saúde

sumário

Apresentação	1
Introdução	5

Parte I | Cartografia digital e geoinformação

11

1. O cenário tecnológico da cartografia digital	12
1.1 Projeções cartográficas	28
1.2 Formatos da informação	51
2. Tecnologias da geoinformação	54
2.1 Sensoriamento	55
2.2 Infraestrutura de rastreamento e captura de geoidentidade	77
2.3 Tudo como serviço	97

Parte II | Cartografias da pandemia

103

1. Periferia e estereótipos da doença	107
1.1 O binômio centro-periferia	108
1.2 A questão da densidade	114
1.3 Explicações a partir da raça	118
1.4 Por que se preocupar com essas narrativas?	123

2. A Covid-19 na escala dos CEPs	127
2.1 Quem escolhe a escala da informação?	128
2.2 Definindo as unidades espaciais	130
2.3 O papel da representação geométrica	134
2.4 Enfim, os dados para São Paulo	143
3. Da hiperacessibilidade à mobilidade urbana: o vírus em circulação	162
3.1 Técnicas e métodos de análise	166
3.2 Cartografias do deslocamento a trabalho	183
3.3 Desdobramentos	199
4. Tipologia, tempo e trabalho na pandemia	205
4.1 Revisão metodológica a partir dos novos dados	110
4.2 Temporalidade da disseminação	218
4.3 O papel do trabalho	257
5. Sempre há alternativa: pensando estratégias para a crise (considerações finais)	270
5.1 O município como escala de ação	278
5.2 Próximos passos	287
Referências	292

apresentação

Meu interesse nos assuntos deste trabalho final de graduação veio em parte de uma sensação de que discutimos e compartilhamos pouco sobre os "modos de fazer" da Arquitetura e Urbanismo no curso. Passei cinco dos meus sete anos de graduação como pesquisador no Laboratório Espaço Público e Direito à Cidade (LabCidade FAUUSP), orientado pelas professoras Paula Santoro e Raquel Rolnik, e foi com essa oportunidade que me aproximei da prática do planejamento urbano, da pesquisa e da cartografia. Ao longo desses anos, fui aprendendo como o planejamento urbano também é atravessado por questões contemporâneas de propriedade intelectual e das tecnologias digitais, mas de uma maneira distinta do projeto de arquitetura.

Até pouco tempo atrás nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, os estudantes usavam os mesmos programas de projeto para lidar com a escala urbana. Porém, na última década, ocorre uma virada tecnológica. A arquitetura segue com um repertório tecnológico da indústria do entretenimento (Photoshop, renderizadores, modelagem 3D), e o planejamento se envereda por um repertório da Geografia e da ciência de dados, influenciado pela ascensão das big techs, da big data e das smart cities. O contato do planejamento urbano com o mundo da computação favoreceu a inserção de softwares livres no campo, ajudando a evitar o tabu da pirataria. Mesmo com a presença de softwares proprietários no mercado, como o ArcGIS, alternativas abertas como o QGIS têm um alcance muito maior. Colegas de turma relatam que a solução aberta tem sido amplamente usada no desenvolvimento de projetos urbanísticos dentro da Prefeitura de São Paulo. O mesmo vale para o LabCidade e para as disciplinas de planejamento urbano na FAU, afinal trata-se de um ciclo. O uso de softwares livres no ensino favorece o uso de softwares livres no exercício profissional, o que reforça a importância de ensinar essas ferramentas nos cursos.

Mas nem tudo são flores, as restrições da propriedade dificultam o acesso à informação. Enquanto o produto da arquitetura

ra é resguardado pelo direito autoral, o produto do planejamento costuma ser público. Os planos foram historicamente alimentados por dados estatísticos, coletados pelo Estado ou por institutos de pesquisa. Podemos tomar como referência a atuação da EMPLASA ou da antiga EMURB em São Paulo, ou do IBGE em nível nacional. As pesquisas dessas instituições são produzidas em intervalos anuais, decenais, e sem fins lucrativos. Mas, nos últimos anos, crescem as bases de dados privadas, coletadas de aparelhos móveis pessoais, com um grande volume de bits e de atualização instantânea. As empresas que detêm essa informação desenvolvem soluções para problemas urbanos que até pouco não existiam, ou não sabíamos que era um problema, e muitas prefeituras aderem deslumbradas pela utopia tecnológica, caindo na malha da agenda das privatizações

O controle do dado passa a ser um gargalo para a pesquisa. O planejamento urbano institucional consegue acessar os grandes dados, seja pela produção de dados próprios – que é premissa do Estado – ou pela contratação de serviços tecnológicos e bases de dados privados. Mas a pesquisa em planejamento urbano enfrenta desafios para acompanhar, testar e contestar as narrativas oficiais e os mapas privados, sem poder acessar os mesmos dados. Existe também uma barreira de tradição tecnológica: os mais experientes planejadores urbanos no país aprenderam a fazer planos no tempo do papel manteiga (que era o padrão tecnológico até pouco tempo atrás), e ninguém contava com a invasão da ciência de dados. Quem ganha, mais uma vez, são os desenvolvedores e profissionais da computação, que lançam mão de seus conhecimentos especializados para disputar as rédeas de mais um campo do conhecimento. Já vemos exemplos de empresas de tecnologia, como a Google, com mais poder de influenciar políticas públicas que órgãos do Estado e universidades.

Para enfrentar essa privatização dos métodos de planejamento, um passo primordial é ocupar o campo da ciência de dados, da computação e da produção de dados sobre o território, com uma perspectiva crítica e anti-tecnocrática. No primeiro semestre de TFG, trabalhei na criação de um guia de técnicas de cartografia digital a partir de mapas desenvolvidos por mim enquanto pesquisador do LabCidade. A ideia era justamente colocar os métodos na

mesa enquanto investigava a trajetória de desenvolvimento tecnológico dos processos de produção dos dados empregados em planejamento urbano. O resultado é a parte 1 deste texto, que agora serve como um “meta-texto” e também uma introdução ao tema principal do trabalho. Com a edição final, algumas partes já escritas com notas e exemplos práticos de mapeamento perderam sua função. Porém decidi manter esses trechos, embora em caixas de texto separadas do corpo principal.

Meu último semestre de TFG foi atravessado pela pandemia de Covid-19. Tive que adiar minha graduação por mais um semestre, por problemas com a grade de disciplinas obrigatórias, e com isso alonguei meu período de iniciação científica no laboratório por todo o ano de 2020. Ao longo da pandemia, formou-se uma equipe interna do LabCidade, e nos primeiros meses associada também à equipe do Instituto Pólis, para acompanhamento da crise sanitária na cidade de São Paulo. Essa frente de trabalho resultou em uma produção intensa de cartografias e contranarrativas, que me fizeram rever o desenvolvimento do meu trabalho. A segunda parte traz um relato dessa experiência de mapeamento. Os mapas produzidos nesta segunda parte concretizam e contextualizam a primeira parte, costurando assuntos aparentemente esparsos com um relato prático de pesquisa e implementação.

Trata-se do resultado de um relato de trabalho coletivo, com análises realizadas a muitas mãos, em que participo com a elaboração das cartografias e com coleta, estruturação e análise dos dados. Por isso, agradeço a toda a equipe do LabCidade pela oportunidade de interlocução qualificada e pelas provocações, e em especial a Raquel Rolnik (minha orientadora), Aluizio Marino, Gisele Brito, Paula Santoro, Débora Ungaretti, Fernanda Accioly e Leonardo Folleto; cuja interlocução trouxe contribuições diretas a este trabalho. Pelos mesmos motivos, agradeço à equipe do Instituto Pólis envolvida: Danielle Klintowitz, Vitor Nisida e Lara Cavallante. Agradeço ainda a Bianca Tavorlari pelas conversas e orientações sobre alguns temas expostos no último capítulo, e a todos os especialistas com quem pudemos compartilhar e discutir nossos resultados ao longo dos meses de trabalho.

introdução

Em meados de 2014, vários surtos de Ebola foram reportados em países na bacia do rio Níger, como Libéria, Serra Leoa, Guiné, Nigéria e Mali. O Ebola foi identificado pela primeira vez na década de 1970, e desde então ocorre em surtos concentrados na África Central, sendo o surto de 2014-2016 o mais grave já registrado (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018). A Organização Mundial da Saúde (OMS) possui várias publicações sobre boas práticas no controle do quadro epidêmico para esse período. Numa publicação do escritório regional africano da OMS de 2014 (Id., 2014a), encontramos recomendações como rastreamento de contatos, intensificação da limpeza, uso de máscaras faciais, isolamento intradomiciliar e criação de uma base de dados única que permita identificar cadeias de disseminação. Dentro da especificação dessa base de dados, pede-se a discriminação de profissionais de saúde – que somaram cerca de 10% dos atingidos pela epidemia – e o uso de sistemas de informação geográfica (SIGs) para mapear os casos em detalhes.

Também em 2014, outra publicação (Id., 2014b) recomendava a países da região sem casos confirmados de Ebola que controlassem suas fronteiras, instalassem sistemas de monitoramento de casos em aeroportos, portos, hospitais e grandes cidades e que estabelecessem uma rede de referência de laboratórios. Por trás dessas medidas, a tese é que a disseminação não acontece de forma difusa, mas sim canalizada em algumas “portas de entrada” específicas.

As recomendações se refletiram na estruturação de ações localizadas em alguns Estados, dentre os quais Uganda – que recebeu destaques da OMS e da imprensa internacional. Ainda em 2014, a BBC (BYARUHANGA, 2014) reportou o sucesso de medidas de rastreamento no país como uma “lição” para a África Ocidental. As testagens foram aceleradas, com intervenção da agência sanitária estadunidense (CDC) para fornecer resultados em até 24 horas. Um aplicativo do Ministério da Saúde possibilitou que agentes de saúde distritais registrassem casos suspeitos em tempo real, usando apenas o seu smartphone pessoal. Esse aplicativo, chamado mTrac, compõe

uma rede de coleta de dados e comunicação, responsável também por emitir alertas de surtos via SMS para os moradores da região afetada (UNICEF, 2017). A matéria da BBC também relata a agilidade das autoridades locais em fechar escolas e lojas para controlar a disseminação. Muita da experiência de Uganda seria resultado de anos lidando com surtos epidêmicos, o que se reflete inclusive em comportamentos. Uma nota da OMS de julho de 2019 (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2019) atesta a longevidade da política de rastreamento local em Uganda, com a implementação de outro aplicativo (o Go.Data, da OMS) e a consolidação do papel da atenção primária na notificação e acompanhamentos de surtos.

Mais tarde em 2019, conheceríamos o Sars-CoV-2, vírus causador da Covid-19. Iniciava-se a maior pandemia do último século, responsável por mais de 2 milhões de mortes em todo o mundo até o momento em que esta introdução está sendo escrita. Em maio de 2020 a OMS publica um boletim sobre monitoramento da Covid-19 (Id., 2020). Dentre as recomendações, encontramos: rastreamento de contatos, intensificação da limpeza, uso de máscaras faciais, isolamento intradomiciliar e criação de uma base de dados única que permita identificar cadeias de disseminação. Não há nenhuma grande inovação médica ou epidemiológica que já não estivesse presente em outras epidemias recentes; o boletim chega a mencionar o aplicativo Go.Data como um bom exemplo e advoga pela criação de equipes de rastreadores locais, nos moldes da ação dos agentes distritais de Uganda. Há algumas recomendações adicionais importantes sobre a coleta de dados, orientando ao uso de captura de dados de aparelhos eletrônicos sempre que possível.

Até janeiro de 2021, Uganda havia reportado 327 mortes, menos de 8 por 1 milhão de habitantes. Países no centro da economia capitalista tiveram indicadores muito piores. Os Estados Unidos, por exemplo, chegavam a 1400 óbitos por 1 milhão habitantes. Recomendações conhecidas de longa data por regiões com surtos endêmicos não foram implementadas em vários países, mesmo entre os Estados com maior capacidade científica e tecnológica. Diferentes soluções locais se multiplicam ao redor do mundo, redes de cooperação científica e disputas por recursos (máscaras, vacinas, trata-

mentos) seguiram o quadro geopolítico global. Essas contradições e conflitos desvelam a centralidade da política e da cultura na pandemia. Se, por um lado, vemos um consenso científico construído da experiência de epidemias passadas e centralizado na OMS, por outro vemos a influência de formas de organização política e social locais na estruturação de políticas públicas e na efetividade do controle da disseminação.

Estudar o desdobramento da pandemia no Brasil significa identificar elementos presentes na nossa realidade cultural e política. Para este trabalho, dois deles nos importam mais, por sua relação intrínseca ao planejamento urbano. Em primeiro lugar, temos o estado da arte da tecnologia estatística/geoestatística. Nas últimas duas décadas, as big techs, como Google, Facebook e Microsoft, aumentam sua presença no cotidiano das grandes cidades brasileiras, seja oferecendo ferramentas de trabalho, seja monitorando e coletando dados sobre os usuários dos seus serviços. Essa presença traz consequências nas formas de planejar o espaço urbano, conforme expõem Morozov e Bria (2019). Mas há também consequências bastante específicas na paisagem da cidade – com a instalação da infraestrutura de dados – e na formação de Arquitetos e Urbanistas, visível nas suas técnicas e ferramentas de trabalho. O cruzamento entre o repertório tecnológico do planejamento urbano e as recomendações da OMS ocorre no campo da cartografia e da ciência de dados.

Segundo, temos um legado acadêmico e cultural que dá conta de explicar as nossas cidades na chave da precariedade e da dualidade. A dicotomia centro-periferia está colocada na bibliografia clássica do planejamento urbano, mas também nas novelas, nas músicas e nas manchetes de jornal. Embora seja responsável por alimentar lutas e sustentar demandas legítimas por redistribuição e renda e recursos públicos, esta dualidade também contribui para a construção de estereótipos diversos. Não é raro encontrarmos narrativas simplistas sobre raça, renda, pobreza e doença apoiadas sobre esses conceitos. Porém, quando nos movemos para o campo da ação, estratégias urbanísticas efetivas demandam uma compreensão mais específica das dinâmicas territoriais. Para enfrentar o estereótipo

podemos, mais uma vez, lançar mão da cartografia. É para esta tarefa que este trabalho pretende contribuir. Antes de explorar as narrativas cartográficas e seu potencial em orientar ações de controle da disseminação de pandemias, vamos começar resgatando o quadro técnico-político contemporâneo das tecnologias cartográficas onde estas narrativas estão inseridas.





An aerial photograph of a densely populated urban area, likely a favela, with a forested hill in the background. The image is in black and white, showing a dense cluster of buildings and a winding road. A large, dark, rectangular area, possibly a sports field, is visible on the left side. The text "PARTE I" is positioned above the main title, and the page number "11" is in the bottom right corner.

PARTE I

cartografia digital e geoinformação

CAPÍTULO 1

o cenário tecnológico da cartografia digital

Para começar a tratar de cartografia, vamos rever a terminologia. Dentro do vocabulário cartográfico, a palavra mais difundida e talvez menos precisa para designar o resultado de um trabalho é “mapa”. Nos círculos de produção acadêmica, e especialmente para autores que discutem epistemologia, a ideia de mapa também pode aparecer vinculada a uma organização relacional de elementos em um sistema de referência não necessariamente geográfico (ACSEL-RAD et al., 2015; LACOSTE et al., 2005), ou seja, mapas nem sempre buscam representar a superfície da Terra ou outros planetas. Ideias, conceitos, agentes e fenômenos, podem ser representados num mapa da mesma maneira que edifícios, estradas ou oceanos, a partir de elementos regradores da abstração que não são necessariamente espaciais. Mas não é desses mapas que trataremos aqui – ainda que o espaço físico em si possa também ser traduzido como conceito, um sistema de referência como qualquer outro. Para este trabalho, mapas serão sempre relacionados ao espaço geográfico.

Na perspectiva técnica, um mapa pode ser um rabisco feito à mão com orientações sobre como chegar em algum lugar até a um serviço digital para planejamento de viagens em tempo real, conectado a um servidor remoto com dados de trânsito. Os mapas com propósito de navegação são os mais populares, mas também são comuns mapas jornalísticos – com apresentação infográfica de resultados de pesquisas ou denúncias –, mapas de localização de serviços, mapas de divisão administrativa ou regional. Há também algumas definições mais estritas, como as publicações oficiais do Exército. Nelas, o termo aparece ao lado dos termos “carta” e “planta”. Segundo o Caderno de Instrução de Geoinformação do Exército Brasileiro (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2018), os mapas são

(...) a representação no plano, normalmente em escala pequena ($< 1:1.000.000$), dos aspectos geográficos, naturais (bacias, planaltos, chapadas, etc.), culturais e artificiais de uma região da superfície terrestre, delimitada por elementos físicos, político-administrativos, destinada aos mais variados usos, temáticos, culturais e ilustrativos.

As cartas, por sua vez, são

(...) a representação no plano, em escala média ou grande ($> 1:250.000$ e $< 1:25.000$), dos aspectos artificiais e naturais de uma região da superfície terrestre, subdividida em folhas delimitadas por linhas convencionais - paralelos e meridianos - com a finalidade de possibilitar a avaliação de pormenores, com grau de precisão compatível com a escala.

Essa é a categoria mais regulamentada, com diversas diretrizes para elaboração dadas por força do Decreto das Normas Técnicas da Cartografia Nacional (Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984) e normas decorrentes dele. As plantas, por fim, são

[c]aso particular de carta, que representa uma área de extensão suficientemente restrita com uma escala grande (> 25.000), onde a curvatura não precisa ser levada em consideração, e que, em consequência, o número de detalhes é bem maior.

Ignorado o rigor numérico, essa divisão de classes entre as representações geográficas se estrutura na ideia de escala (ao lado de precisão, detalhe). Sobre todas essas categorias, se aplica ainda um outro nível de categorização, por natureza da representação: geral (cadastral, topográfica e geográfica), temática e especial (náutica, aeronáutica, militar e geoidal). Estes grupos correspondem a aplicações práticas para funções administrativas do Estado, a uma metodologia cartográfica que se aplica homogeneamente sobre o território nacional – como um exercício simbólico de soberania, “tudo que é meu, mapeio do meu jeito”. Muito da crítica à tecnologia da cartografia encontrada na bibliografia associa a prática cartográfica ao

predomínio militar e ao poder dos Estados, e isso de fato conferimos no Exército Brasileiro, a partir não só da produção de cartas, mas também pela produção de diversos manuais de geotecnologias, alguns dentre os materiais mais detalhados sobre técnicas de cartografia disponíveis online.

Os mapas estão associados a alguns elementos chave: são representações intencionais de recortes do espaço geográfico, produzidas a partir de técnicas de mapeamento e da escolha de linguagem gráfica e, muitas vezes, verbal. Esse conjunto de elementos atribuem ao objeto mapa uma narrativa cartográfica; um relato ou proposta de perspectiva sobre um tema relacionado a determinado lugar. Mesmo os mapas militares, dos mais positivistas, realizam uma operação de redução do mundo ao essencial para sua finalidade, e escolhem uma linguagem visual condizente aos objetivos. Se nos atermos à prática contemporânea da cartografia, as convenções de nomenclatura não parecem corresponder a um universo de produtos e tecnologias cartográficas em franca expansão. Um mapa dinâmico de rotas de ônibus em um aplicativo de smartphone, por exemplo, seria um mapa, uma carta ou uma planta? E os mapas da Google, que mostram desde acidentes geográficos até a planta das lojas de um shopping, a depender do zoom dado na tela? Todos esses exemplos são incluídos se traçamos os contornos a partir da ideia de linguagem.

Com nosso objeto mais definido, vamos migrar para a prática. Imagine que faremos o mapa de um bairro, adotando as ferramentas mais simples, como papel e caneta. Ao rabiscar os primeiros traços, já delimitaremos no papel uma correspondência geométrica ou verbal entre o desenho e o espaço imaginado. Os elementos do mapa que estabelecem esse vínculo com a realidade são nossa referência espacial. Num mapa de bairro, essas referências provavelmente serão elementos naturais, as ruas principais ou edifícios importantes, como escolas, comércio ou igrejas. Essas referências geográficas são responsáveis por possibilitar a leitura do mapa por outras pessoas a quem o cartógrafo destina o mapa. Um topógrafo, por exemplo, não pode localizar um edifício baseado apenas em nomes de ruas, nem uma criança costuma caminhar à escola usando coordenadas e azimutes. As referências são um código: diferentes aplicações dos mapas

podem levar a diferentes formas de abstração, e diferentes culturas podem ter paradigmas de representação do espaço bastante distintas, com atributos relacionais que abrangem diferentes memórias coletivas, mitos e métricas.

As referências espaciais com que trabalhamos na cartografia digital são delimitadas em boa parte de fatores tecnológicos e políticos. Começando do começo, vou resgatar o processo de aprendizado e adoção das ferramentas de cartografia usadas neste trabalho. Trata-se de um relato e estudo de caso da graduação na FAU USP.

Nosso primeiro limite é o estado da arte: estamos sempre limitados ao que existe disponível em nosso tempo. Muitas aplicações digitais estão em constante desenvolvimento, outras são descontinuadas e novas são criadas. Os formatos de arquivo disponíveis, a forma de acesso às aplicações e o regime de propriedade dos dados também muda com o tempo. Por essa razão, não é possível escrever sobre o assunto a não ser de forma datada. As tecnologias de mapeamento, e em especial os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), tiveram ampla difusão na última década, e com isso seu ciclo de desenvolvimento foi intensificado. Em decorrência disso, é difícil encontrar referências bibliográficas que deem conta das novíssimas soluções; os artigos da última década que tratam do assunto geralmente citam softwares ou versões de software antigos, com procedimentos operacionais diferentes das contemporâneas.

Ao longo da graduação em Arquitetura e Urbanismo na FAU USP, costuma-se entrar em contato com três “grupos” de tecnologia de mapeamento digital. O primeiro abrange ferramentas de desenho vetorial, dentre as quais estão as aplicações CAD (Computer Aided Drawing) – que são as únicas com espaço na grade de disciplinas obrigatórias. Softwares como o Adobe Illustrator e Corel Draw também se enquadram nessa categoria. Em seguida, temos os softwares de edição de imagens, cujo carro-chefe é o software Adobe Photoshop. Por último, temos as aplicações SIG. Essas ferramentas são empregadas em disciplinas diversas, para criar mapas de leitura urbana, de projeto ou de localização/implantação na cidade. O critério para escolha varia bastante conforme a experiência dos estudantes, apesar de existir uma divisão prática dessas tecnologias.

As aplicações CAD, por exemplo, costumam ser utilizadas em atividades de projeto de edificações e de paisagismo, para desenho de implantações, plantas e cortes. Essa tecnologia foi a primeira utilizada na seção de dados da FAUUSP, o CESAD, para lidar com dados geográficos digitais, no final dos anos 1980 (BARBOSA; NADER; SPILA, 2019). A interface desse programa consiste em um espaço cartesiano que serve de suporte para desenho de formas vetoriais. Há uma tendência de adoção de softwares de modelagem tridimensional, como o SketchUp, e BIM (Building Information Model) para projeto, mas os desenhos de CAD continuam a ser utilizados como base de referência e como mapa de implantação. A escala do desenho estabelece o recorte entre as tecnologias: quanto maior a escala, mais recorrente o uso de CAD. Também existe uma razão bastante pragmática para adoção do CAD: o mapa oficial da cidade, produto de mapeamento realizado em 2004 para todo o município em escala 1:1000, é disponibilizado abertamente pela Prefeitura em formato DXF e DWG.

A Autodesk é a maior empresa de aplicações CAD no mercado. Seu software Autodesk AutoCAD foi criado em 1982 junto aos formatos de arquivo DWG e DXF. Ambos os formatos são propriedade registrada da Autodesk; os arquivos DWG são nativos do software da empresa e só podem ser manipulados utilizando seus programas, enquanto os arquivos DXF (Drawing Exchange Format) permitem a interoperabilidade do Autodesk AutoCAD com programas de terceiros (AUTODESK, 2011; 2017; 2018).

Os softwares de edição de imagens, por sua vez, costumam ser utilizados para criação de fotomontagens e composições artísticas para ilustrar projetos no geral. É mais utilizada em projetos urbanos, de edificação e de paisagismo. A aplicação mais utilizada é o Adobe Photoshop, software proprietário, cujo formato de arquivo nativo é o PSD, também proprietário. Essa ferramenta possui uma grande variedade de funcionalidades para edição, o que permite a criação de imagens com sofisticação visual maior que as exportações de CAD. Muitas vezes, as duas tecnologias são combinadas para gerar um único produto.

Tanto os softwares CAD quanto os de edição de imagem permitem organizar os elementos de desenho em camadas. Os elementos de CAD são vetoriais, como linhas, polilinhas e hachuras e podem carregar apenas informações intrínsecas à sua representação, como cor, espessura de linha, status (ligado ou desligado). Os elementos dos editores de imagem são raster, possuem forma de matriz de pixels, cada um deles contendo valores de canais de cor – geralmente RGB ou CMYK. Há possibilidade de usar rasters em CAD e vetores em edição de imagem, mas não oferecem o mesmo suporte para processamento desses elementos.

As aplicações SIG também organizam a informação em camadas. Contudo, cada camada do desenho aceita apenas um tipo de geometria-base: ponto, linha, polígono, malha ou raster. No caso dos tipos vetoriais (ponto, linha, polígono), cada forma geométrica está conectada a uma entrada em uma tabela de atributos. Diferente das geometrias de CAD, esses atributos não estão limitados à representação, e contém dados que são externos ao desenho da geometria. As camadas raster em SIG também possuem canais, chamados bandas, vinculadas a cada pixel e não limitadas a um sistema de cores. No curso de Arquitetura e Urbanismo, as aplicações SIG costumam ser utilizadas para desenhos em escalas menores, nas disciplinas de planejamento urbano e da paisagem.

Em síntese, os softwares CAD lidam com geometrias genéricas, os editores de imagem lidam com matrizes de pixels genéricas e as aplicações SIG lidam com geometrias e pixels conectados a dados tabulares. O SIG faz a intermediação entre o desenho e a informação, o que o torna mais prático para análises e pesquisas espaciais. Por conta disso, os SIGs eram ideais para desenvolver os mapas deste trabalho.

O conceito de SIG foi criado no início dos anos 1960, associado à geografia quantitativa e computacional. A Environmental Systems Research Institute – ESRI, hoje a empresa mais consolidada do ramo, foi criada ainda na mesma década, em 1969, por um membro do Harvard Lab. O primeiro software SIG comercial, o ARC/INFO, foi lançado pela ESRI em 1981, até ser substituído pelo conjunto de ferramentas ArcGIS no final dos anos 1990 (ESRI, s.d.). A empresa

se beneficiou de seu posicionamento de mercado quando instaurou o formato de arquivo shapefile, ou SHP, como padrão para dados espaciais vetoriais. Hoje, o formato SHP é o mais comum para dados georreferenciados; os Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico (ePING) estabelecidos pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, estabelecem os shapefiles como formato oficial obrigatório para intercâmbio entre órgãos governamentais e com a sociedade civil (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2017). Mas ao contrário do formato DWG, a criação de um arquivo SHP é aberta para outras aplicações e incentivada pela ESRI (ESRI, 1998), o que de certa forma reforça a posição de centralidade da empresa.

Contudo, o formato shapefile é apenas uma maneira de organização da geoinformação digital própria da tecnologia SIG, que é mais ampla que isso. Na definição da documentação do software QGIS (QGIS, 2009), um SIG é composto por:

Dados digitais – a informação digital que você visualizará e analisará utilizando hardwares e softwares computacionais.

Hardware – computadores usados para armazenar dados, exibir gráficos e processar dados.

Software – programas de computador que operam em hardware e te permitem trabalhar com dados digitais. Um programa de software que compõe um SIG é chamada de aplicação SIG. (tradução nossa)

Nossa segunda limitação é a questão da propriedade intelectual, que atravessa esses três elementos, muitas vezes em interseção. Isso porque é necessário um software para visualizar os dados, e é necessário um hardware que execute o software. Os formatos e aplicações das Autodesk e da ESRI dão bons exemplos práticos para essa discussão.

Em 2014 registrei no sistema de informação ao cidadão do Município de São Paulo (e-SIC) o pedido nº 10039, à Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras, solicitando acesso ao desenho de projeto do corredor de ônibus na Av. Itaquerá. O objetivo era

identificar os trechos de abertura ou ampliação de vias, em especial no trecho próximo à Comunidade da Paz – no bairro de Itaquera, em São Paulo. Essa informação atendia uma demanda de pesquisa do LabCidade. A secretaria solicitamente disponibilizou os desenhos em CD e para download, mas apenas em arquivo DWG. Esse formato, proprietário da Autodesk, é recorrente em projetos de engenharia e levantamentos topográficos – o que pode explicar a situação do ponto de vista técnico. Mas em termos de transparência, há um impedimento no acesso à informação, pois sua visualização depende do acesso a um software pago e inacessível para pessoas de fora do meio técnico.

Para criação de um SIG com o arquivo DWG, onde fosse possível cruzar o desenho do corredor com outras informações – como imagens de satélite ou zoneamento – optou-se por exportar um arquivo DXF do software Autodesk AutoCAD®, a partir do arquivo DWG fornecido. A empresa fornece versões gratuitas do software para estudantes, o que viabilizou a leitura dos dados. Tim Sutton (QGIS, op. cit.) alerta sobre essa prática por empresas relacionadas a tecnologias SIG:

Eles fazem isso sabendo que, se professores e estudantes conhecerem seu software, eles serão relutantes a aprender outros pacotes. Quando estudantes deixam a escola, eles irão ao mercado e comprarão o software comercial, jamais sabendo que há alternativas livres à disposição. (tradução nossa)

Essa observação, contudo, não se aplica completamente à ESRI. Os softwares da empresa são oferecidos com descontos, mas nunca gratuitamente – impelindo estudantes a buscar alternativas mais baratas. A ESRI reconhece a complementariedade das tecnologias SIG e CAD e por isso oferece uma interface entre o seu pacote ArcGIS e a aplicação CAD da Autodesk, que facilitaria a inclusão do arquivo DWG em um SIG se não fosse a necessidade de pagamento pelo serviço (ESRI, 2018). Apesar disso, o formato shapefile da ESRI é o mais amplamente utilizado, já que sua codificação é aberta – ao contrário do formato DWG.



1.1 Mapas de trecho do Corredor de ônibus Itaquera produzidos com dados em DWG fornecidos pela Prefeitura.

Fonte: (ROMEIRO; GONSALES; MENDONÇA; BARBOSA, 2017)

O caso traz a combinação entre empresas de tecnologia e práticas do mercado de trabalho e do ensino na promoção de soluções tecnológicas. Constant (CONSTANT II, 1989), que escreve sobre sociologia da técnica, organiza essa combinação em três arranjos: os sistemas, as organizações e as comunidades. Os sistemas são arranjos complexos de tecnologia, como um SIG, um avião ou um edifício. Dentro de um sistema, existem subsistemas com funções tecnológicas diferentes – como as turbinas, as asas, o painel de controle no caso do avião. Cada uma dessas funções está vinculada a organizações, que possibilitam a produção das funções tecnológicas – uma empresa fornecedora de turbinas, por exemplo. Cada organização condensa frações de uma comunidade de praticantes vindo de diferentes especialidades, mas que combinam suas habilidades tecnológicas em um produto comum – como engenheiros aeronáuticos, desenhistas, soldadores ou administradores no caso das turbinas.

As organizações nos trazem um terceiro limite: a tradição tecnológica. Ela opera como mecanismo de identificação, persistência e desenvolvimento de uma comunidade de praticantes (CONSTANT II, 1989). A disseminação de uma solução tecnológica nova depende, essencialmente, da forma como os integrantes de comunidades a recebem e divulgam. No caso do programa Autodesk AutoCAD, existe uma interseção entre diversas comunidades (arquitetos, engenheiros civis, técnicos, gerenciadores de projeto, universidades) que consolida essa solução entre esses grupos. A tecnologia BIM teria capacidade de mudar esse cenário por significar uma troca real de tradição tecnológica nessas comunidades, mas já nasceu em uma estrutura antiga: um dos programas BIM mais adotados e ensinados é o Revit, também da Autodesk.

A adoção da tecnologia SIG por arquitetos e urbanistas é diferente. Apesar de existir há pelo menos 50 anos, esses profissionais só passaram do mapeamento em CAD para o SIG recentemente. Com um recorte específico para a FAUUSP, Barbosa¹ aponta que a tecnologia SIG está presente na universidade desde o fim dos anos 1980, mas só despontou com o oferecimento de oficinas internas no final

¹Eunice Barbosa é funcionária do CESAD, FAUUSP, junto a Ricardo Nader e Edgar Spila.

dos anos 2000 (BARBOSA; NADER; SPILA, 2019). Com escritórios de arquitetura e urbanismo pouco familiares aos SIG, não houve pressão de tradição tecnológica em vigor no mercado; as empresas não requeriam dos estudantes experiência em ArcGIS, por exemplo, e talvez por isso tenha sido possível a adoção de um software livre, o QGIS, desde os primeiros estágios. Com “livre”, me refiro ao conceito de software livre da Free Software Foundation (FSF), que requer liberdade para executar, estudar, modificar, redistribuir, melhorar e redistribuir as melhorias do programa (KON, 2012).

As diferenças entre o QGIS e o ArcGIS, contudo, vão além da forma de licenciamento, e impactam o exercício profissional para muito além dos custos de operação. Kon aponta que os softwares privados apresentam alta complexidade, aproximando-se do limite de compreensão do programador, que decorre em altos custos não diluídos com pessoal, desenvolvimento e manutenção. Esses problemas levariam à perda de qualidade do produto. Além disso, a necessidade de consolidar e defender a propriedade intelectual demanda esforço das empresas e dos usuários para evitar e coibir a prática da pirataria, ainda que a ela cumpra um papel relevante na divulgação dos softwares: no caso de softwares não gratuitos para estudantes, toda experiência requerida pelo mercado a jovens profissionais pressupõe alguma forma de infração contra a propriedade intelectual. Ainda existe o risco de que a empresa fornecedora do software privado feche ou descontinue o produto, e com isso novas tecnologias tenham que ser adotadas, requerendo novas licenças, novo treinamento profissional e nova organização do trabalho. Nenhum benefício é tirado da reprodutibilidade do software enquanto mera sequência de bits: ele é comercializado como se fosse um bem físico, e não virtual.

Estes problemas não existem no caso do software livre. A alta complexidade e os custos de desenvolvimento são dissolvidos para toda a comunidade de desenvolvedores, e são eliminados os problemas com licenciamento e caducidade do código, já que qualquer membro da comunidade poderia continuar a desenvolver o programa. Quanto às formas de desenvolvimento do software livre, Kon lembra os modelos da Catedral e do Bazar propostos por Eric

Raymond (1997). Softwares do modelo Catedral são produzidos de forma semelhante a softwares restritos, nas mãos de poucos desenvolvedores altamente qualificados trabalhando em isolamento e sem versões de teste (como arquitetos de catedrais góticas). O modelo Bazar, por outro lado, é composto por centenas ou milhares de desenvolvedores contribuindo com pequenas melhorias, arbitradas por um pequeno grupo que decide se as modificações serão incluídas ou não na versão consolidada. Este é o caso, por exemplo, do sistema Linux, do navegador Mozilla Firefox e do QGIS.

O modelo Bazar pressupõe um alto engajamento de comunidades de usuários e uso de ferramentas de discussão e desenvolvimento online, como fóruns, blogs, tutoriais, documentações colaborativas, grupos de discussão locais e *gits*. Os desenvolvedores podem se envolver em tarefas de alto nível técnico, como alteração do código-fonte, até tarefas mais simples como tradução da interface para outros idiomas. Com muitas pessoas envolvidas, a identificação de bugs se torna mais fácil, permitindo melhorias rápidas e precisas na qualidade do software.

O QGIS é parte de um conjunto de softwares abertos de tecnologia SIG. Foi lançado em versão beta em 2002, e teve sua primeira versão comercial (QGIS 1.0) lançada em 2009. Dada a sua complexidade, existe uma equipe de desenvolvedores contratada exclusivamente para manutenção do software, financiada por grupos de usuários, governos, ONGs e empresas². A associação QGIS.ORG, sediada na Suíça, é a responsável pelo projeto QGIS. Ela é membro da fundação OSGeo, uma instituição sem fins lucrativos sediada nos Estados Unidos e voltada para promoção e suporte a iniciativas geoespaciais open source. A OSGeo é a maior financiadora do projeto QGIS, e também financia outras iniciativas open source como o GRASS GIS (THE OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION, 2019). O GRASS GIS, por sua vez, é uma solução anterior ao QGIS, com uma interface de usuário menos amigável (BARBOSA; NADER; SPILA, 2019). Com o tempo, a criação de uma interface entre os programas permitiu usar as funcionalidades do GRASS GIS a partir do QGIS.

O regimento interno do QGIS estabelece várias camadas de participação (QGIS.ORG GENERAL ASSEMBLY, 2019):

- A Comunidade QGIS, abrangendo todos os usuários, desenvolvedores, comissários, conselheiros, tradutores, mantenedores da documentação, provedores de patch, consultores e contribuidores do stack Exchange
- Os patrocinadores, abrangendo membros não votantes que dão suporte financeiro para o projeto
- Os membros votantes, escolhidos por cada grupo de usuário para eleger membros do Comitê e deliberar sobre as decisões do Conselho
- Os Grupos de Usuários, que consistem em organizações nacionais de apoio ao projeto reconhecidas pela associação e responsáveis, por exemplo, pela organização de encontros regionais
- Os Comissários, que possuem acesso ao repositório oficial do código-fonte do QGIS
- Comitê de Direção do Projeto, formado por membros eleitos da comunidade QGIS e que assistem o Conselho

² Os maiores patrocinadores (nível grande e médio) do projeto QGIS em janeiro de 2020 eram, em ordem decrescente:

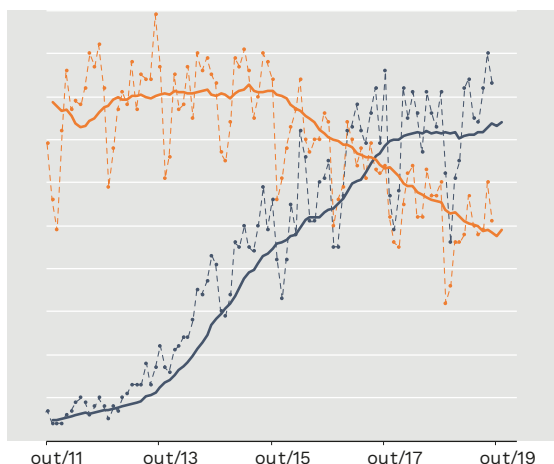
- (1) a OSGeo,
 - (2) o Grupo de Usuários de QGIS da Dinamarca,
 - (3) o Grupo de Usuários de QGIS da Alemanha,
 - (4) o Grupo de Usuários de QGIS da Suíça,
 - (5) o Grupo de Usuários de QGIS da Suécia,
 - (6) a Mierune LLC (empresa japonesa de serviços digitais),
 - (7) a GAIA mbH (empresa alemã de energia limpa),
 - (8) a Fiber Service OÖ (empresa de telecomunicação austríaca),
 - (9) a Lutra Consulting (empresa inglesa de consultoria em SIG),
 - (10) a Wheregroup GmbH (empresa alemã de consultoria em SIG),
 - (11) a Office of Public Works, Flood Risk Management and Data Management Section (empresa pública irlandesa de prestação de serviços),
 - (12) Land Vorarlberg (governo de estado da Áustria),
 - (13) a WIGeoGIS (empresa austríaca de marketing geolocalizado),
 - (14) a Aero Asahi Corporation (empresa japonesa de aviação corporativa),
 - (15) a OSGeo:UK,
 - (16) a Spatial Networks, Inc. (empresa estadunidense de coleta de dados de dispositivos móveis), e
 - (17) a OPENGIS.ch GmbH (empresa austríaca de serviços geoespaciais).
- A única instituição brasileira com patrocínio ativo no período era a empresa de tecnologias de gestão agrícola IDGeo – Agricultural Intelligence (QGIS, 2019).

- Conselho do QGIS, formado por membros do Comitê de Direção do Projeto escolhidos como responsáveis legais pelo projeto
- Auditores financeiros, responsáveis pela auditoria dos recursos do projeto

Ou seja, mesmo se tratando de um software livre com desenvolvimento aberto, ainda existe uma estrutura organizacional clara. A participação na deliberação do projeto depende da nomeação por grupos nacionais de usuários, o que requer algum nível de organização das comunidades de usuários locais interessadas nas decisões. Novos desenvolvedores não precisam se envolver na estrutura de deliberação para propor alterações no código, mas têm de acatar uma série de contratos, padrões e códigos de conduta.

Os softwares livres apresentam ciclos de renovação geralmente mais rápidos que os softwares proprietários. O QGIS, por exemplo, realizou 12 lançamentos para 2020. Cada nova versão pode possuir funções novas, correções de bugs, otimização de código, dentre outras melhorias. Por isso, qualquer trabalho que explore o processo de produção a partir de uma ferramenta livre está em alguma medida fadado à obsolescência breve. A versão que utilizei aqui é a 3.16 – Hannover.

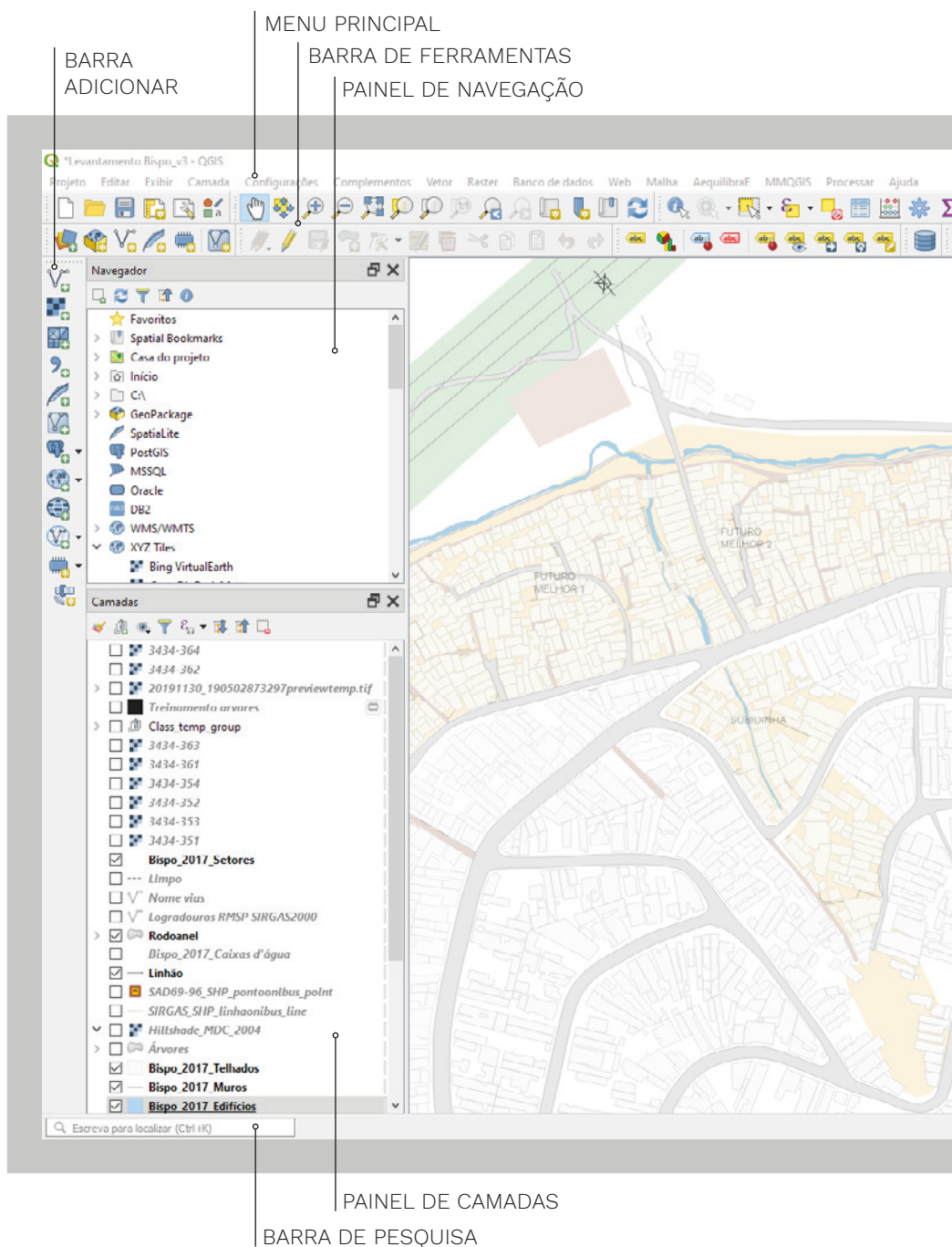
O principal motivo para escolha do QGIS neste trabalho é justamente de tradição de comunidade: este foi o primeiro software SIG com que o autor teve contato, ainda no primeiro ano da gradua-



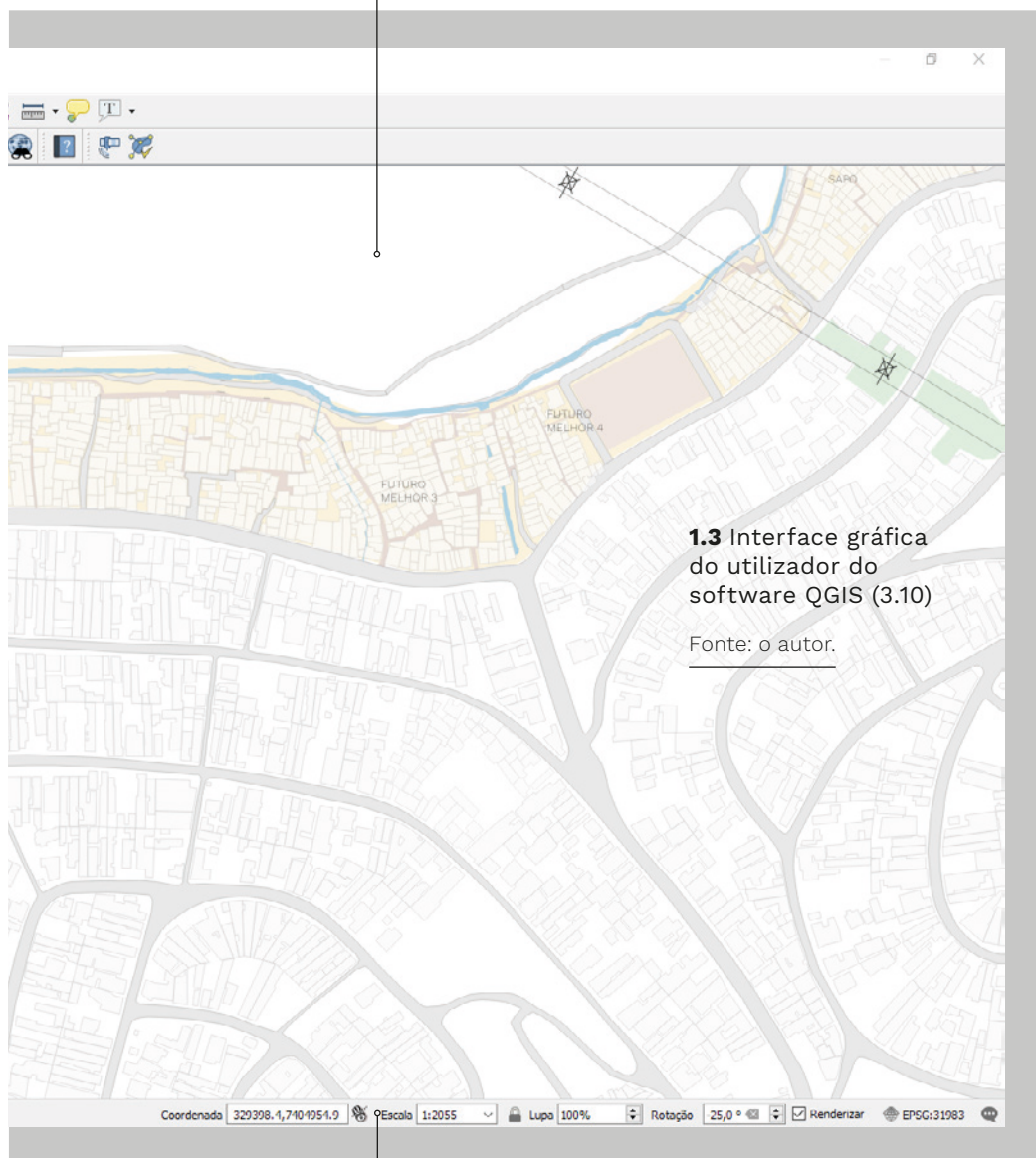
1.2 Interesse nos termos “QGIS” e “ARCGIS” registrado pelo buscador do Google

Fonte: Google Trends. Disponível em <www.trends.google.com.br>. Acesso em 15/10/2019.

--- QGIS
 — QGIS (média anual)
 --- ARCGIS
 — ARCGIS (média anual)



VISUALIZAÇÃO



1.3 Interface gráfica
do utilizador do
software QGIS (3.10)

Fonte: o autor.

BARRA DE STATUS

ção na FAU USP. Mas a adoção do QGIS extrapola o alcance da FAUUSP. A aplicação ultrapassou as buscas por “ArcGIS” no buscador da Google desde 2017, muito à cabo de uma comunidade de usuários mais engajada que os usuários da sua equivalente restrita. Não é possível, contudo, dizer que os usuários ativos de QGIS ultrapassam os de ArcGIS: enquanto no caso da ESRI os usuários podem ser contabilizados por licença comprada, o QGIS permite a cópia irrestrita do software sem passar por qualquer licenciamento, e por isso seus usuários são incontáveis.

Nader, um dos funcionários responsáveis pelas oficinas de geoprocessamento na FAUUSP, aponta que a adoção do QGIS vinha da facilidade de acesso à ferramenta. A aplicação entra na comunidade de arquitetos e urbanistas importada de uma tradição mais antiga, ligada a profissionais da Geografia (BARBOSA; NADER; SPILA, 2019). Entre 2014 e 2015, foram oferecidas as primeiras oficinas de geoprocessamento pelos funcionários do CESAD para estudantes da graduação, em disciplinas de Planejamento Urbano e Paisagismo. No mesmo período, outros cursos de Arquitetura e Urbanismo incluíram o tópico na grade (BRASIL et al., 2018; MACKENZIE, 2018; SMAILL; MINHOTO; ARANTES; JR., 2016) e a Prefeitura de São Paulo passou a divulgar arquivos nativos de SIG em sua recém-inaugurada plataforma digital Gestão Urbana. A plataforma hospedou os arquivos do processo de discussão do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo em 2014, ajudando a impulsionar ainda mais a tecnologia.

1.1 PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

O QGIS, como outras ferramentas digitais, trabalha com um conjunto restrito e pré-definido de sistemas referenciais, e apenas dados representados em sistemas conhecidos podem ser corretamente visualizados com a aplicação. Chamaremos os sistemas de referência genericamente de projeções cartográficas. Com o QGIS aberto, é possível visualizar no extremo da barra de status (canto inferior direito) as letras EPSG e um código numérico. As letras EPSG corres-

pondem a European Petroleum Survey Group (Grupo Europeu de Pesquisa Petrolífera), instituição responsável por um esforço amplo de catalogar sistemas de referência de coordenadas (SRC) e cujo resultado é empregado no QGIS. O código numérico nada mais é do que a referência de um SRC no catálogo da EPSG³. Clicando sobre o texto na interface, pode-se ter acesso a detalhes da projeção do projeto – a escolhida para projeção dos dados na visualização – e ao catálogo completo de projeções geográficas do QGIS (figura 1.4).

Os mapas mais difundidos contemporaneamente partem de um paradigma modernista de sistematização do planeta Terra em um plano finito, com transformações regradas pela trigonometria e em que o referencial é dado pela quantidade de espaço entre os objetos representados (DYM, 2011). Esse método de projeção veio à cabo da constatação de que o planeta não era plano, e foi essencial para organizar e sustentar a expansão marítima europeia: a história dessa tecnologia corresponde à história da colonização (ibid.). As operações trigonométricas utilizadas para criar as representações cartográficas planificadas ganharam em complexidade e precisão ao longo dos séculos, até chegarmos aos sistemas de projeção amplamente utilizados na cartografia digital. Apesar dessa técnica se consolidar como hegemônica, seguindo a própria consolidação de uma cultura científica europeia também hegemônica, ela coexiste com outros sistemas de referência.

Dentro dessa solução tecnológica específica ainda existe espaço para discussão. Talvez uma das mais conhecidas seja a oposição entre as projeções de Mercator e de Arno Peters. O confronto tem lastro na Guerra Fria – o grande acontecimento geopolítico da época – e mobiliza justamente a ideia de mundo hegemônica do conflito, de um planeta pós-colonial dividido em três mundos. A projeção de Mercator foi criada no século XVI, no momento do expansionismo marítimo europeu, e se consolidou como uma das principais técnicas de planificação da Terra ao longo dos séculos. Aos olhos de Arno Peters, “[a projeção de] Mercator apresenta uma imagem completa-

³ Detalhes de cada projeção codificada podem ser consultados em <http://www.epsg-registry.org/>

1.4 Paine de
propriedades do
projeto no QGIS,
aba de Sistemas
de Referência de
Coordenadas (SRCs)

Fonte: o autor.

BARRA DE PESQUISA

PROJEÇÕES USADAS RECENTEMENTE

LISTA COMPLETA DE PROJEÇÕES

CÓDIGOS DE PROJEÇÃO

Código da projeção nos catálogos disponíveis.

As siglas dos catálogos são:

EPSG: European Petroleum Survey Group

IGNF: Institut Geographique National de France

IAU2000: International Astronomical Union (2000)

USER: Definido pelo usuário

DESCRIÇÃO DA PROJEÇÃO

Descrição da projeção em Well-Known-Text (WKT) de
projeção geográfica, em cadeia de texto padrão da
biblioteca Proj e pela extensão no mapa:

WKT

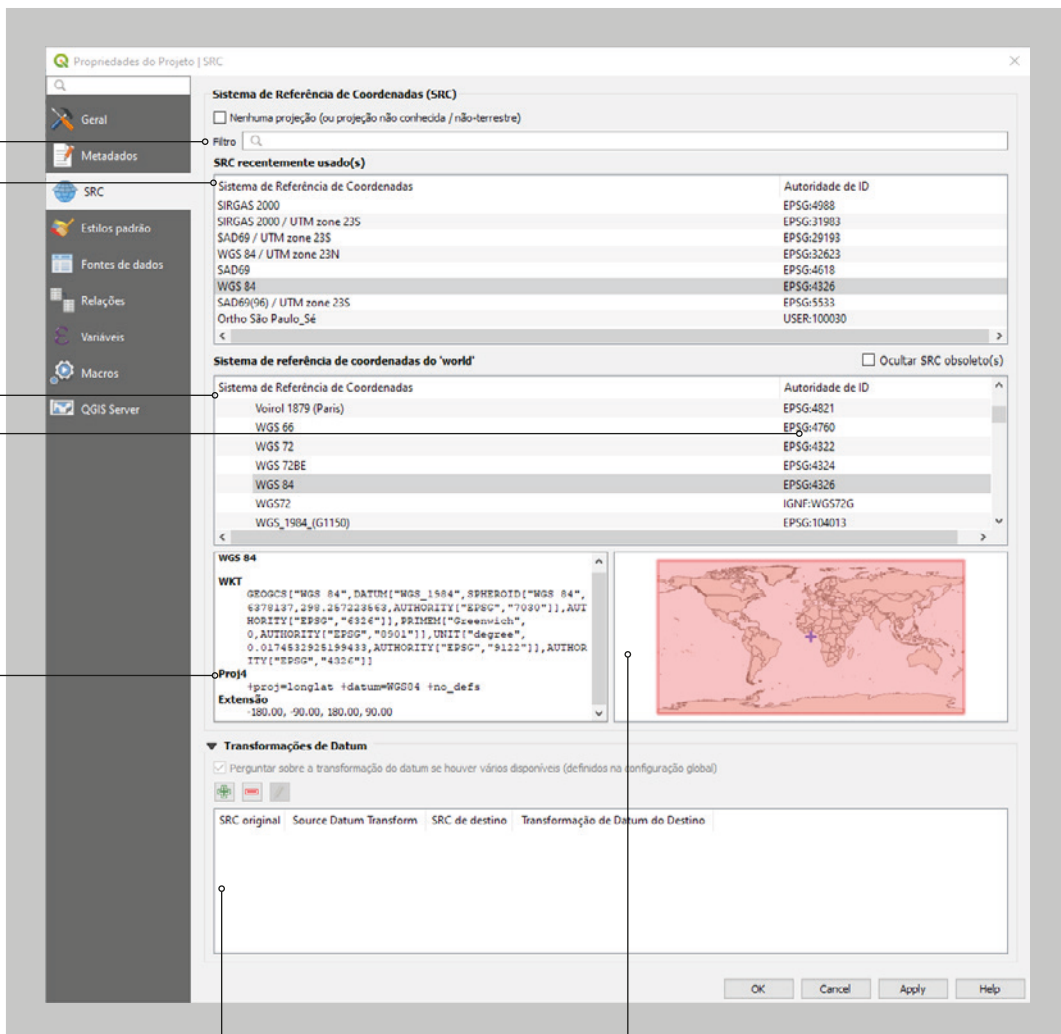
```
GEOGCS["WGS 84",  
  DATUM["WGS_1984",  
    SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,  
      AUTHORITY["EPSG","7030"]],  
    AUTHORITY["EPSG","6326"]],  
  PRIMEM["Greenwich",0,  
    AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
  UNIT["degree",0.0174532925199433,  
    AUTHORITY["EPSG","9122"]],  
  AUTHORITY["EPSG","4326"]]
```

PROJ4

```
+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs
```

EXTENSÃO

```
-180.00, -90.00, 180.00, 90.00
```



PAINEL DE OPERAÇÕES
DE TRANSFORMAÇÃO
DE DATUM

EXTENSÃO DA
COBERTURA DA
PROJEÇÃO

mente falsa, particularmente em relação às terras de pessoas não brancas... Isso superestima e distorce a imagem do mundo em benefício dos poderes coloniais de seu tempo” (PETERS apud MORRIS, 1973). A projeção de Peters ficou conhecida como “Terceiro Mundista”, em oposição a uma projeção de Mercator “Primeiro e Segundo Mundista”, com Estados Unidos e União Soviética desproporcionalmente maiores no mapa.

A transformação de Peters consiste numa simples retomada da antiga projeção de Gall, em um momento oportuno geopoliticamente; no catálogo do QGIS, a projeção é nomeada “Gall-Peters”. Tanto a projeção de Peters quanto a de Mercator são cilíndricas, pois a superfície do planeta é projetada em um plano cilíndrico. A diferença é que, enquanto Mercator mantém ângulos retos sem distorção (é uma projeção conforme), Gall-Peters introduz um achatamento dos paralelos no sentido norte-sul para compensar a distorção da área, tornando-a uma projeção equivalente (as áreas são proporcionais à realidade). Com isso, as formas “tradicionais” dos Estados Unidos, União Soviética e Europa são distorcidas de uma maneira pouco usual nos mapas. Gall-Peters costuma ser preterida por razões puramente estéticas – alguns a julgam feia ou errada (ABRAMS, 2007). A questão é que, quando tratamos de escala global, não existe nenhuma projeção certa; todas possuem distorções, e um dos pontos de Peters foi justamente politizar a representação do planeta no momento do conflito a partir de sua contranarrativa cartográfica.

Ainda assim, a projeção de Mercator mantém seu posto de mais difundida, sendo por muito tempo utilizada por serviços digitais como o Google Maps. O uso dessa projeção nesta que, hoje, é representação da Terra mais acessada, pode contribuir para normalizar a estética das distorções de Mercator, como se esta fosse a aparência “correta” do mundo. Os funcionários da Google parecem estar cientes da sua posição: em tempos em que grupos se organizam para contestar a esfericidade da Terra, a empresa mudou a representação de seu mapa-mundi dinâmico (RONCOLATO, 2018). Da antiga projeção cilíndrica de Mercator, a visualização em pequenas escalas passou em 2018 a utilizar projeções ortográficas, retratando o planeta com formato circular (figura 1.6). O emprego de diferentes projeções

para diferentes escalas, como nesse exemplo, é uma das vantagens dos mapas dinâmicos da web como os da Google – mas não se aplica aos mapas estáticos, mais comuns e mais fáceis de produzir.

Com o exemplo da Google, partimos para a questão do poder sobre as projeções e seu uso. Diferente do caso de Mercator, em que a projeção se mantém pelo uso difuso e capilar, existem projeções sob proteção de propriedade intelectual, como a projeção icosaédrica de Dymaxion. Ela está ao lado de diversos outros projetos do arquiteto e designer Buckminster Fuller, cuja patente impede que sejam reproduzidas ou, no caso da projeção, que suas transformações trigonométricas sejam utilizadas em um catálogo livre. Por

1.5 Captura de tela da página do Google Maps, mostrando projeção ortográfica do globo.

Fonte: Google Maps. Disponível em <maps.google.com>. Acesso em 03/11/2019.



outro lado, essa projeção está disponível para uso no pacote de softwares restritos da ESRI.

Também existem projeções oficiais, adotadas e normatizadas por governos nacionais ou locais como distorção cartográfica oficial do Estado. Quando isso ocorre, o diálogo com a burocracia das instituições por grupos externos requer adoção da projeção ou tradução entre sistemas cartográficos. É o caso, por exemplo, de diversas tribos indígenas no Brasil reivindicantes de demarcação de terras, cuja conquista do direito vem condicionada à planificação de suas representações do espaço no plano de projeção oficial (Ibid.) Nesse sentido, apesar da normatividade cartesiana, a existência de um quadro de projeção comum viabiliza o acúmulo e cruzamento de informações cartográficas das mais variadas fontes, o que as confere uma utilidade pragmática na administração da informação.

O processo genérico de projeção cartográfica envolve duas etapas distintas: a definição de uma forma tridimensional para a Terra e a definição do plano de projeção. No Brasil, existe um regimento administrativo do IBGE com algumas especificações sobre a forma tridimensional oficial a ser adotada em mapeamentos estatais.

1.6 Diagrama de planos de projeção usuais. Da esquerda: projeção cilíndrica, azimutal, cônica e icosaédrica.

Fonte: o autor.

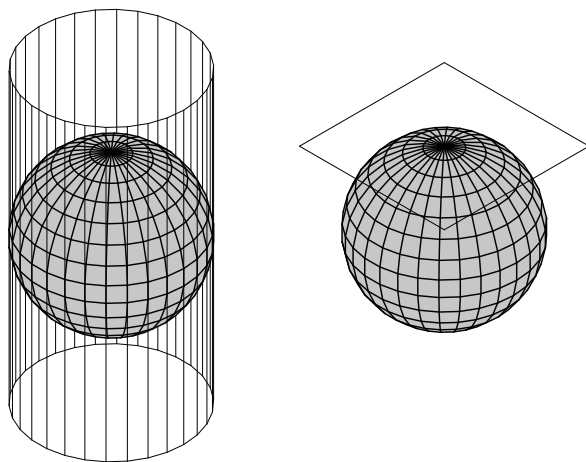
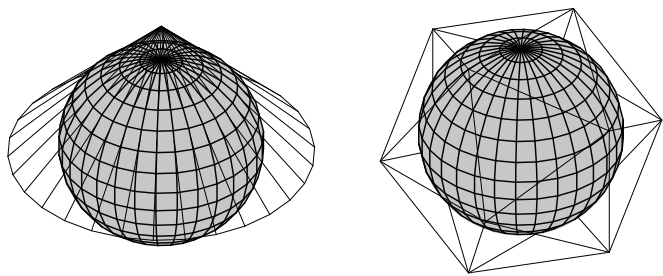


Tabela 1.1 Especificação de algumas referências tridimensionais para a Terra

NOME	FORMA DA TERRA	REFERÊNCIA	SEMI-EIXO MAIOR	ACHATAMENTO DA TERRA NOS POLOS
Córrego Alegre	Elipsoide Internacional de Hayford, 1924	Topocêntrica (centro geométrico local)	6.378.388 metros	1/297
Datum Sul-Americano – SAD 69	Elipsoide Internacional de 1967	Geocêntrica (centro de massa da Terra)	6.378.160 metros	1/298,25
Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000	Elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980–GRS 80	Geocêntrica (centro de massa da Terra)	6.378.137 metros	1/298,257222101
World Geodetic System – WGS 84	Elipsoide WGS 84 (Modificação do Elipsoide GRS 80)	Geocêntrica (centro de massa da Terra)	6.378.137 metros	1/298,257223563

Fonte: (IBGE, 2005; 2015).



Desde 2015, a única especificação de referência – conhecida como datum – oficial do país é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, ou SIRGAS 2000. Antes dele, foram utilizados os data Córrego Alegre e Sul-Americano (SAD 69), e por isso muitos dados governamentais antigos disponíveis para download utilizam esses sistemas. Essas especificações definem um modelo geométrico para a Terra a partir de algumas variáveis, como mostra a tabela 1.1.

Os valores especificados também podem ser compreendidos em uma sequência prática. Primeiro, escolhe-se um formato geométrico abstrato que represente a Terra: geralmente uma esfera ou um elipsoide de revolução. Esferas possuem raios, e elipsoides possuem semi-eixos que precisam ter dimensões especificadas. Uma forma de especificar os semi-eixos maior e menor do elipsoide é pelo fator de achatamento da Terra nos polos – que permite calcular o segundo semi-eixo dado o comprimento do primeiro. Para definir elevações, geralmente utiliza-se uma referência de altitude topocêntrica, com referência no nível do mar local, ou geocêntrica, com referência no centro de massa da Terra. Nesse último caso, utiliza-se um modelo gravimétrico para representar a distribuição desigual da gravidade na superfície do planeta, o que afeta o nível dos oceanos. Tanto o atual sistema brasileiro, o SIRGAS 2000, quanto o sistema utilizado por aparelhos com tecnologia de navegação por satélite, o WGS 84, utilizam um elipsoide geocêntrico. Com uma referência de altitude, é possível definir onde está o centro abstrato do planeta.

Só então, tendo uma referência geométrica definida, partimos para a definição do plano de projeção. A função das especificações de datum é dar subsídios para traçar as linhas de projeção a partir de um ponto de origem, e para calcular o lugar onde essas linhas intersectam a superfície da Terra a partir do formato que a atribuímos. Podemos, então, definir livremente se nossa projeção será cilíndrica, cônica, plana, icosaédrica ou qualquer que seja a geometria de planificação. Também podemos definir a forma como as linhas de projeção rebaterão no plano – é isso que distingue as projeções de Mercator e Peters, ambas cilíndricas.

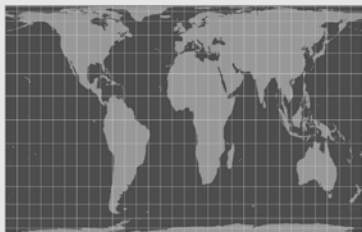
Existe um tipo especial de projeção muito utilizada em mapas governamentais e técnicos, chamada Universal Transversa de Mercator

tor – ou UTM. Trata-se da mesma técnica da projeção convencional de Mercator, mas em vez de um plano de projeção cilíndrico paralelo ao eixo da Terra, temos cilindros perpendiculares, transversos. Com isso, as distorções que se concentravam nos extremos norte e sul são realocadas para leste e oeste. O sistema UTM estabelece uma série de fusos meridionais, como “gomos” do planeta Terra, cada um com um cilindro secante de projeção próprio. A distorção é minimizada na região de cada fuso, e com isso permite-se a criação de mapas com alta precisão local. São Paulo, por exemplo, está localizada no fuso UTM 23S, ou 23 Sul (não confundir com a latitude da cidade!). O número 23 nomeia o plano cilíndrico transversal, e a denominação “Sul” indica que a cidade está a sul da linha do Equador. Essa denominação define o valor de variáveis chamadas easting e northing, utilizadas para evitar que as coordenadas tenham valores negativos nos fusos do sul. Enquanto as projeções sem fuso costumam operar com graus, minutos e segundos (unidades angulares), as projeções UTM costumam operar com metros (unidades planas).



1.7 Mapa-mundi na projeção de Mercator adaptada para o Google Maps.

Fonte: o autor.



1.8 Mapa-mundi na projeção de Gall-Peters.

Fonte: o autor.

projeção de mercator

Projeção mais popular, presente até hoje em serviços cartográficos online. Mantém os ângulos (conforme), distorcendo as áreas e distâncias. Conhecidamente criticada por aumentar a importância relativa de regiões mais próximas aos pólos em relação às áreas próximas ao Equador. Sua descrição em Proj é:

```
+proj=merc +lon_0=0 +k=1 +x_0=0
+y_0=0 +datum=WGS84 +units=m +no_
defs
```

projeção de gall-peters

A projeção atribuída a Arno Peters enfrenta a distorção das áreas dos Estados na escala do mapa-mundi. Para isso, distorce verticalmente a distância dos paralelos, sacrificando as formas, distâncias e ângulos para representar as áreas com acurácia. É, portanto, uma projeção equivalente.

A descrição da projeção de Peters em Proj é:

```
+proj=cea +lon_0=0 +x_0=0 +y_0=0
+lat_ts=45 +ellps=WGS84 +datum=WGS84
+units=m +no_defs
```

projeção de mollweide

A projeção de Mollweide foi criada em 1805, e foi difundida ao longo dos anos por Atlas e mapas-mundi. É do tipo pseudocilíndrico, pois os meridianos são distorcidos em segmentos de elipse entre o equador e os polos. Sua descrição em Proj é:

```
+proj=merc +lon_0=0 +k=1 +x_0=0  
+y_0=0 +datum=WGS84 +units=m +no_  
defs
```

projeção de robinson

A projeção de Robinson, também do tipo pseudocilíndrico, foi criada em 1963. Assim como a projeção de Mollweide, busca reduzir a distorção nos polos típica das projeções cilíndricas puras. A descrição da projeção de Robinson em PROJ é:

```
+proj=cea +lon_0=0 +x_0=0 +y_0=0  
+lat_ts=45 +ellps=WGS84 +datum=WGS84  
+units=m +no_defs
```

projeção de albers

Uma especificação da projeção de Albers, cônica, é usada pelo IBGE para cálculo de áreas, cuja descrição em Proj é:

```
+proj=cea +lon_0=0 +x_0=0 +y_0=0  
+lat_ts=45 +ellps=WGS84 +datum=WGS84  
+units=m +no_defs
```



1.9 Mapa-mundi na projeção de Mollweide.

Fonte: o autor.



1.10 Mapa-mundi na projeção de Robinson.

Fonte: o autor.



1.11 Mapa-mundi na projeção de Albers do IBGE.

Fonte: o autor.



1.12 Mapa-mundi na projeção de Lambert - Polo Sul.

Fonte: o autor.



1.13 Mapa-mundi em projeção ortográfica focada na Praça da Sé (São Paulo).

Fonte: o autor.

projeção de lambert

A projeção de Lambert, criada em 1772, é do tipo cônica. É uma projeção conforme, mantendo todas as distâncias em linha reta a partir do ponto central da projeção. Sua descrição em Proj é:

```
+proj=laea +lat_0=-90 +lon_0=0 +x_0=0
+y_0=0 +ellps=WGS84 +units=m +no_
defs
```

projeção ortográfica

A projeção ortográfica é do tipo azimutal, definida pela escolha de um ponto tangente à superfície terrestre. É o caso em que a escolha torna-se mais óbvia, pois a projeção sempre depende da escolha de um único ponto onde a distorção é nula. A partir desse ponto, as distorções cartográficas se distribuem radialmente.

Uma projeção ortográfica com foco no marco zero de São Paulo, na Praça da Sé, tem a seguinte descrição em PROJ:

```
+proj=ortho +lat_0=-23.550464
+lon_0=-46.633911 +x_0=0 +y_0=0
+a=6370997 +b=6370997 +units=m
```

universal transversa de mercator

O sistema universal transversa de mercator (UTM) consiste em uma série de fusos de projeção definidos por cilindros com eixo passando pelo plano do Equador, e não paralelo ao eixo da terra como na projeção de Mercator. Este sistema é utilizado para representar dados em escalas grandes, e é portanto mais comum no mapeamento de cidades.

```
+proj=utm +zone=23 +south  
+ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0  
+units=m +no_defs
```

1.14 Mapa-mundi em projeção SIRGAS 2000 UTM 23S

Fonte: o autor.



Projeções customizadas

Com esse arcabouço de variáveis e técnicas, podemos compreender como o QGIS opera com projeções. De volta ao painel de projeções (figura 1.15), é possível visualizar as especificações de cada projeção ao clicar sobre ela. A codificação de cada uma das variáveis segue os padrões Proj – uma biblioteca aberta com scripts para cálculo das operações trigonométricas de projeção. Na descrição da projeção, lê-se uma cadeia de texto na versão 4 da biblioteca Proj (Proj 4) e um Well-Known Text (WKT) de projeção. Existe outro tipo de WKT, de geometria, que veremos nos próximos capítulos. Também é possível criar projeções customizadas a partir do botão “Personalizar projeções...”, na aba “Configurações” da barra de ferramentas (figura 1.16). É necessário escrever a especificação da projeção nos padrões da biblioteca Proj, disponíveis para consulta em proj.org. Abaixo, um exemplo que escrevi para criar a figura 1.14:

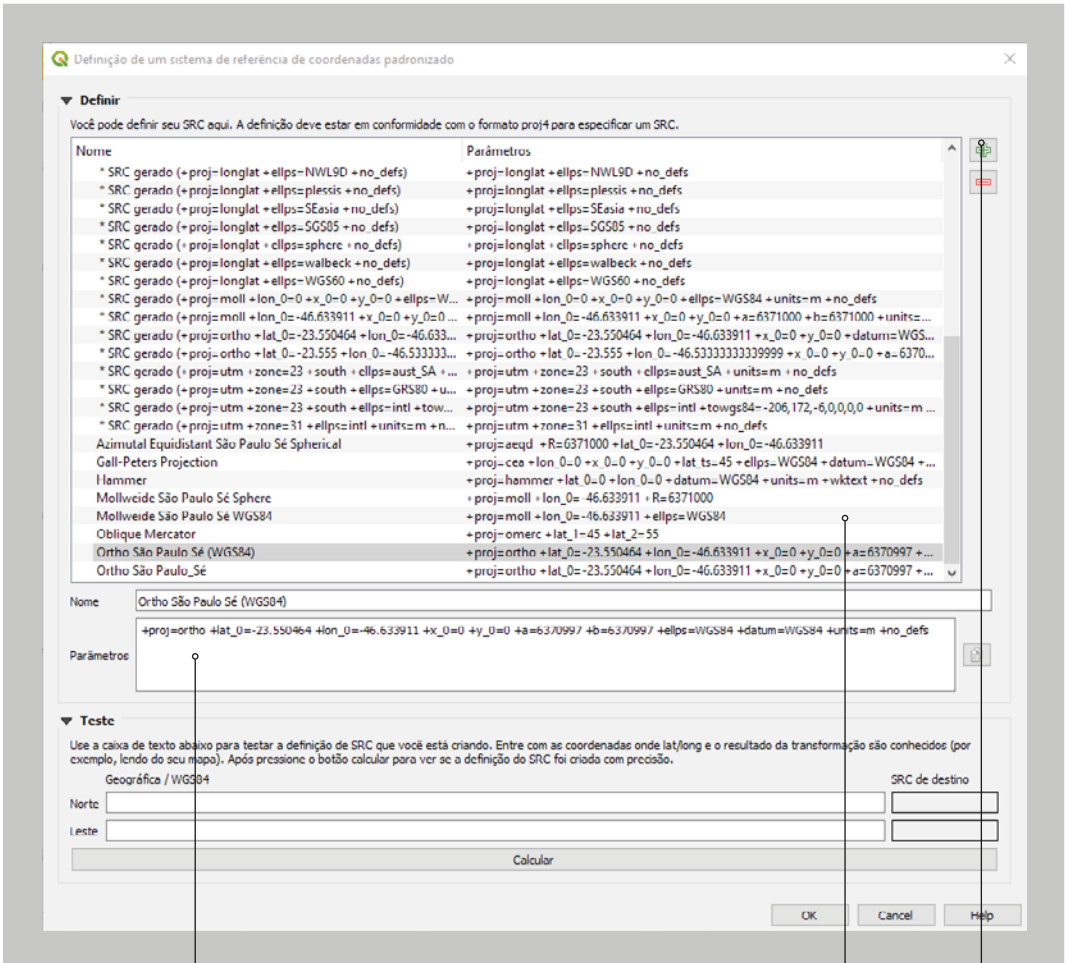
```
+proj=ortho +lat_0=-23.550464 +lon_0=-46.633911 +x_0=0 +y_0=0  
+a=6370997 +b=6370997 +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m  
+no_defs
```

Cada variável é definida pelo seu nome precedido por um símbolo “+”. Para a variável “proj” defini o valor “ortho” – abreviação utilizada para projeções ortográficas. As variáveis “lat_o” e “lon_o” definem a latitude e longitude em graus da origem do meu sistema de coordenadas, e “x_o” e “y_o” definem respectivamente o easting e northing da origem. Os valores a e b são opcionais, e correspondem ao semi-eixo maior e menor do elipsoide. Outra forma de escolher a geometria do elipsoide é pela variável “ellps”, definida como WGS 84 no exemplo. A variável “datum” estabelece o centro do sistema de referência, e a variável “units” define que as medidas devem ser dadas em metros. O parâmetro “no_defs” é utilizado em versões do Proj anteriores ao Proj 6 para impedir que a projeção utilize valores padrão para variáveis não especificadas (PROJ CONTRIBUTORS, 2019).

Essa projeção customizada tem foco no marco zero da Praça da Sé, em São Paulo. As projeções ortográficas permitem representar

1.15 Painel de projeções customizadas no QGIS

Fonte: o autor.



PARÂMETROS
DA PROJEÇÃO
CUSTOMIZADA EM PROJ

CATÁLOGO DE
PROJEÇÕES
CUSTOMIZADAS

BOTÕES PARA CRIAR/
EXCLUIR PROJEÇÕES
CUSTOMIZADAS

com grande precisão os objetos próximos a sua origem; uma projeção ortográfica centrada na Sé permite representar boa parte da cidade de São Paulo com distorções pequenas. As distorções crescem para todas as direções a partir da origem, em vez de apenas no sentido leste-oeste como no sistema UTM ou no sentido norte-sul no caso de Mercator convencional.

Operando o software

Até agora, discutimos projeções ou em nível abstrato, ou em uma escala geopolítica global. A escala do planejamento urbano é diferente, e por isso os efeitos das distorções de projeção precisam ser observados em escala local. Diferentes referenciais tridimensionais e projeções levam a diferentes medidas de distância e área, como fica visível nos mapas-múndi apresentados aqui. Em planejamento urbano, usamos essas grandezas para medir densidade populacional, áreas de lotes e quadras, distâncias percorridas em viagens, dentre outros indicadores importantes que utilizaremos adiante.

Para analisar o efeito das distorções em escala urbana, vejamos um exercício prático. Com um novo projeto no QGIS, abrimos o painel de projeções customizadas (figura 1.15) e criamos um SRC com as especificações da projeção de Albers usada pelo IBGE, e elipsoide GRS80 (figura 1.11). Fechamos o painel de customização e abrimos o painel de propriedades do projeto, onde especificamos a nossa projeção customizada como projeção do projeto na aba de SRC (figura 1.4). Feito isso, buscamos pela operação “Criar grade” na barra de busca. Isso abrirá um painel para criação automática de uma camada vetorial em formato de grade. Criamos então uma grade de linhas, com espaçamento horizontal e vertical de 500 metros, o de sobreposição vertical e horizontal e no SRC que criamos. Deixamos como opção criar uma camada temporária, indicando que a camada não deve ser salva no computador – ela será perdida quando fecharmos o projeto. As camadas temporárias são muito úteis para operações com shapefiles pois, como veremos em outros capítulos, é necessário trabalhar com diversas camadas intermediárias quando trabalhamos com algoritmos de processamento. Para extensão da camada,

escolhemos por extensão na tela uma área que abranja o município de São Paulo – utilizando o shapefile de limites administrativos do Geosampa.

Clicando em “Ok”, o QGIS desenhará uma camada e a listará no painel de camadas. Vamos agora analisar as distorções de área nessa camada. No mesmo painel onde especificamos o SRC do

1.16 Tabela de atributos da camada temporária de grade, com caneta de edição ativada

Fonte: o autor.

BARRA DE CÁLCULO
ATRIBUTOS

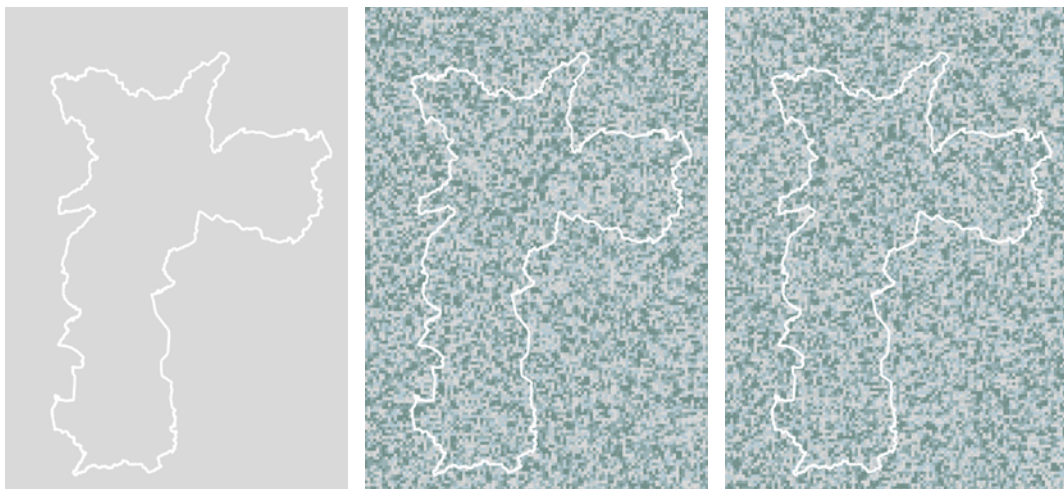
FERRAMENTAS DE
VISUALIZAÇÃO E
EDIÇÃO

	id	left	top	right	bottom
1	1	689309,5334072...	-1246815,36099...	689809,5334072...	-1247315,36099...
2	10	689309,5334072...	-1251315,36099...	689809,5334072...	-1251815,36099...
3	100	689309,5334072...	-1296315,36099...	689809,5334072...	-1296815,36099...
4	1000	691309,5334072...	-1310315,36099...	691809,5334072...	-1310815,36099...
5	10000	711809,5334072...	-1341315,36099...	712309,5334072...	-1341815,36099...
6	10001	711809,5334072...	-1341815,36099...	712309,5334072...	-1342315,36099...
7	10002	711809,5334072...	-1342315,36099...	712309,5334072...	-1342815,36099...
8	10003	711809,5334072...	-1342815,36099...	712309,5334072...	-1343315,36099...
9	10004	711809,5334072...	-1343315,36099...	712309,5334072...	-1343815,36099...
10	10005	711809,5334072...	-1343815,36099...	712309,5334072...	-1344315,36099...
11	10006	711809,5334072...	-1344315,36099...	712309,5334072...	-1344815,36099...
12	10007	711809,5334072...	-1344815,36099...	712309,5334072...	-1345315,36099...
13	10008	711809,5334072...	-1345315,36099...	712309,5334072...	-1345815,36099...
14	10009	711809,5334072...	-1345815,36099...	712309,5334072...	-1346315,36099...

projeto, abriremos a aba “Geral” no canto superior esquerdo. Nessa aba, podemos especificar os métodos de medição utilizados no QGIS. A especificação de elipsoide padrão do programa é “None/planimetric”, indicando que as áreas e distâncias são calculadas usando um plano cartesiano. Podemos alterar essa especificação, escolhendo, por exemplo, os já mencionados elipsoides GRS80 e WGS84. Faremos três medições de área: uma com medidas planimétricas, outra com medidas do elipsoide WGS84 e outra com o elipsoide GRS80. Manteremos metros quadrados como unidade de medida.

Para cada uma dessas medições, realizamos os seguintes passos. Primeiro, alteramos a especificação do elipsoide. Em seguida, na aba de SRC, alteramos o SRC do projeto para algum que utilize o mesmo elipsoide. Então, fechamos o painel de propriedades e clicamos com o botão direito na camada de grade, no painel de camadas, e escolhemos a opção “Abrir tabela de atributos” (figura 1.16). Esta tabela nada mais é do que a razão-de-ser dos softwares SIG: ela mostra todos os dados vinculados a cada uma das geometrias desenhadas no mapa; cada linha corresponde a uma geometria. Os campos que vemos foram criados automaticamente pelo algoritmo de criação de grade, mas criaremos agora nossos próprios campos. Clicamos na caneta amarela, nas ferramentas de edição, habilitando a edição dos dados na tabela. Ainda nas ferramentas, escolhemos a opção “Criar campo” (atalho Ctrl+W), para criar uma nova coluna. Nomeamos a coluna conforme o elipsoide especificado e usamos número decimal como tipo. O comprimento dá o número de casas antes da vírgula, e a precisão dá o número de casas decimais. Com o campo criado, selecionamos seu nome no menu da barra de cálculo, escrevemos “\$area” no espaço de entrada e clicamos em “Atualizar todos”. O texto “\$area” faz referência ao valor da área calculado para cada uma das geometrias quando utilizado em uma fórmula de cálculo. Repetindo esses passos para cada elipsoide, temos uma tabela de atributos com três colunas de área. Salvamos as alterações e desabilitamos a caneta de edição.

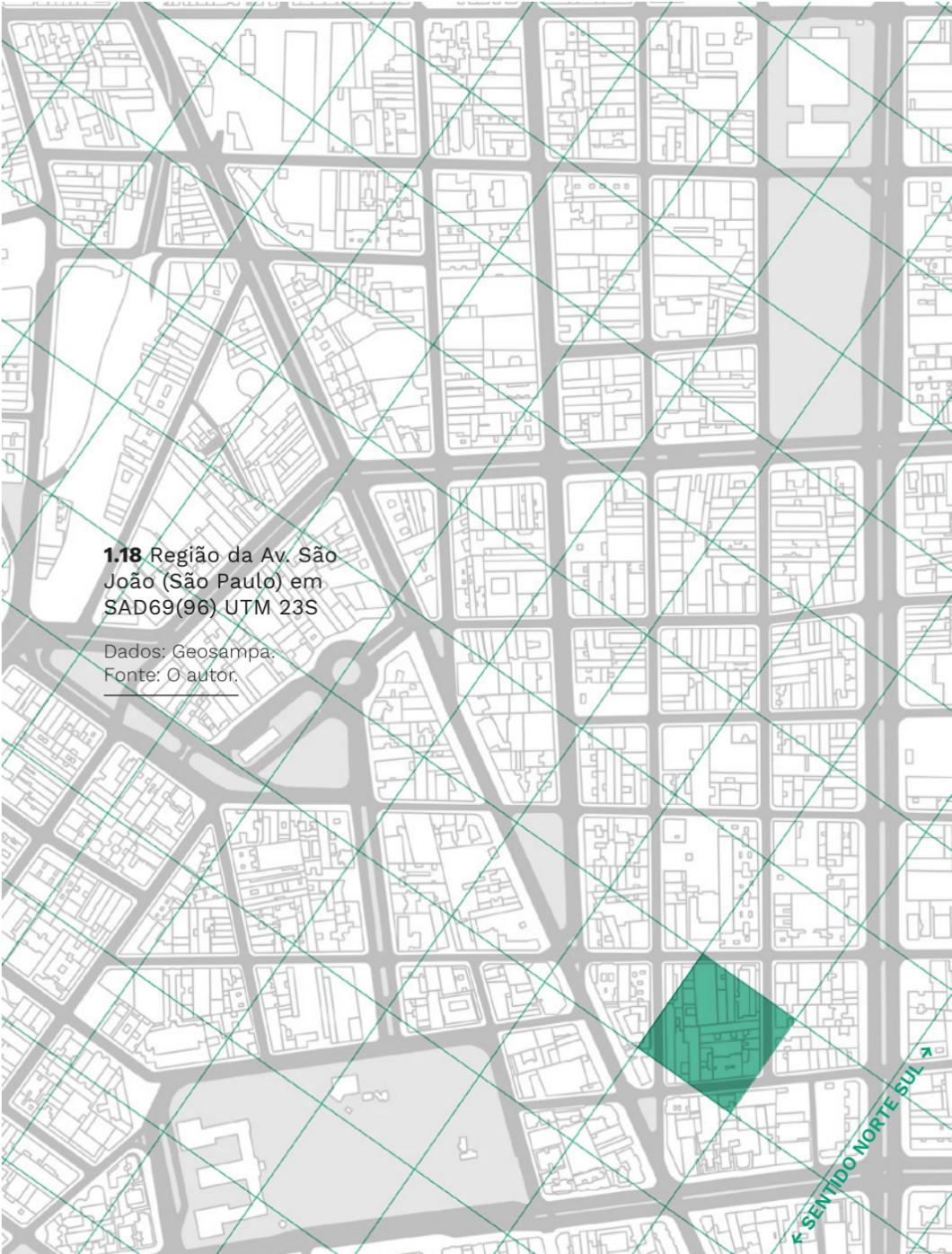
Podemos agora visualizar as distorções em números. O cálculo cartesiano resulta em áreas iguais para todas as feições, com 250.000 m². Isso ocorre porque, apesar da grade ter sido gerada com o SRC



que criamos, a especificação do elipsoide para medições era “None/planimetric”- ou seja, não elipsoidal. Isso indica apenas que o método de área cartesiana é consistente consigo mesmo. Já as áreas dos elipsoides apresentam diferenças com amplitude de 2 m², indicando que há diferenças não regulares nas áreas calculadas da ordem de 0,0002% para mais ou para menos. Representamos a distribuição dessas distorções no espaço com uma classificação graduada (veremos no próximo capítulo), e os resultados mostram que essas variações não possuem padrão espacial. Ou seja, o erro não segue a geometria da superfície do elipsoide, mas é apenas decorrência de uma imprecisão de cálculo do QGIS – que, diga-se de passagem, não é um software geodésico. Com isso, concluímos: o elipsoide que escolhermos não faz diferença para os indicadores mais comuns no planejamento urbano. Se estivéssemos tratando de propriedades rurais, a conclusão seria diferente.

1.17 Distribuição espacial das distorções no cálculo de área. A partir da esquerda: área planimétrica, área em GRS80 e área em WGS84.

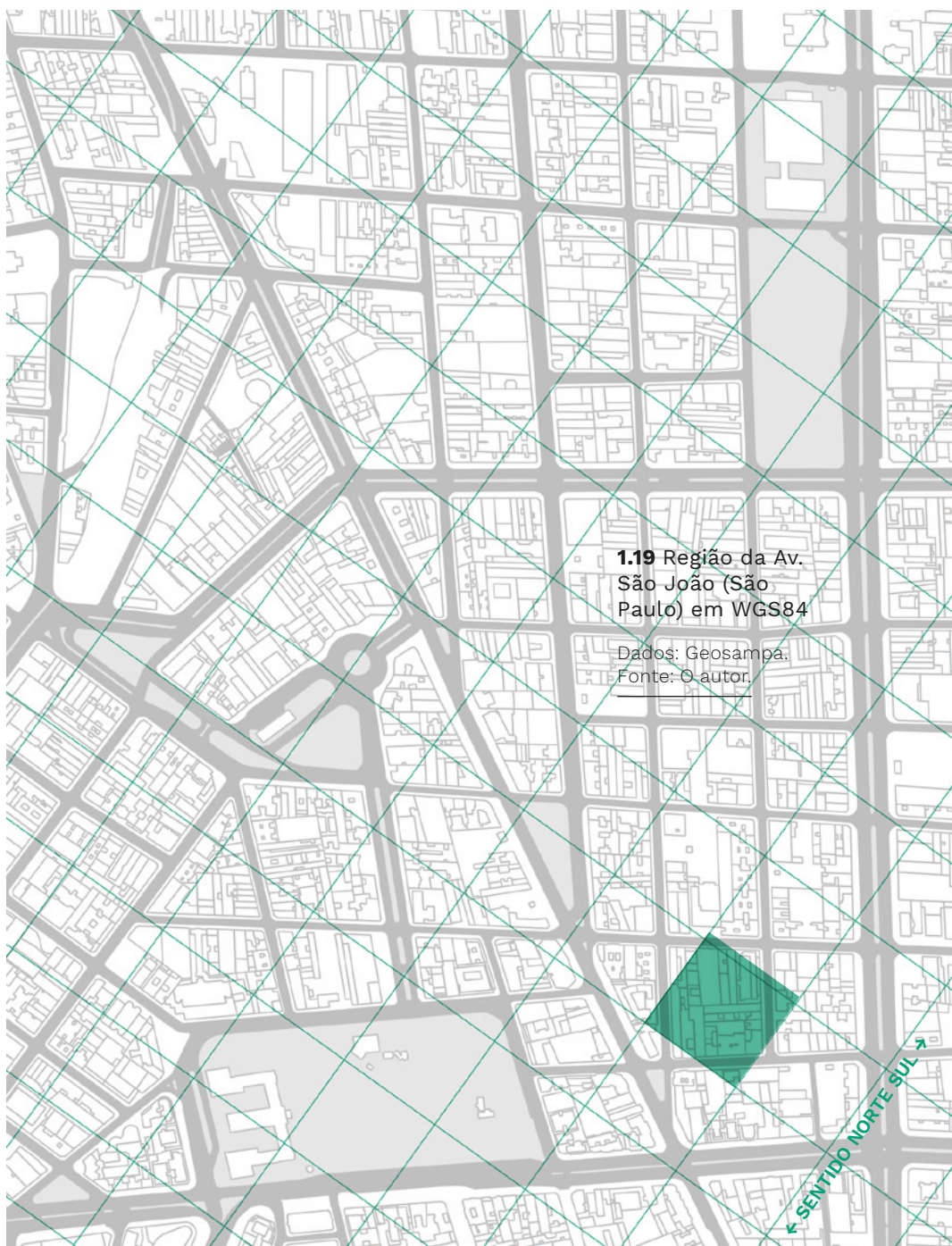
Fonte: Google Maps. Disponível em <maps.google.com>. Acesso em 03/11/2019.



1.18 Região da Av. São
João (São Paulo) em
SAD69(96) UTM 23S

Dados: Geosampa.
Fonte: O autor.

SENTIDO NORTE SUL ↗



Por outro lado, o tipo de projeção tem um impacto sensível na pequena escala. Elaboramos dois mapas em escala de bairro, um com referência SAD69 e projeção UTM 23S, e outro com referência WGS84 e uma projeção definida como “longlat” em Proj, em que paralelos e meridianos são projetados equidistantes e com ângulos retos. As figuras 1.19 e 1.20 mostram os resultados. A projeção “longlat” distorce as formas no sentido norte-sul, deixando as esquinas com formatos visivelmente estranhos. Isso não ocorre na projeção local, em UTM. Assim, é recomendável o uso de projeções locais, como UTM ou alguma projeção customizada local quando formos representar cidades ou escalas maiores. É verdade, contudo, que se trata de mera questão estética, pois todos os elementos (quadras, prédios) são igualmente visíveis nas duas imagens. A diferença aqui é que a distorção entre as quadras é bastante similar, não há implicações em termos geopolíticos se uma quadra na Zonal Sul de São Paulo aparece irrisoriamente maior que uma quadra na Zona Norte. Se estivéssemos elaborando mapas de comparação entre duas cidades distantes, contudo, essa conclusão também seria diferente. Nesse caso, devemos utilizar projeções locais diferentes para cidades diferentes.

Resulta assim que os mapas urbanos estão muito mais próximos da representação espacial cartesiana que os mapas em escala de mundo. Enquanto há espaço para contestação e experimentação nas escalas menores, os mapas urbanos tendem a ser elaborados sobre grids métricos regulares. Essa tradição cartográfica modernista cartesiana se estende na formação do arquiteto e urbanista até a escala de representação de um banheiro em uma planta baixa: é praticamente inescapável. As bases de levantamentos topográficos caros ao projeto arquitetônico, se elaboradas conforme requer a prática profissional dos topógrafos, será sempre disponibilizada como projeção do terreno numa referência geográfica cartesiana. Muito dessa tradição de representação reflete uma divisão tecnológica entre topografia e geodésica – entre as grandes escalas, numa “Terra plana”, e as pequenas escalas, numa “Terra redonda”.

1.2 FORMATOS DA INFORMAÇÃO

Essas considerações sobre projeção são relevantes para quem mapeia em escala urbana porque lidamos com dados de diversas fontes, muitas vezes com projeções distintas. É necessário saber manusear as projeções e referências dessas camadas para conseguir sobrepor-las nos softwares SIG, e assim realizar uma leitura correta das relações espaciais. Os dados vetoriais e raster são armazenados em arquivos com formatos (ou extensões) padrão, que consistem em formatos padronizados de organização dos bits para permitir a cópia e leitura dessa informação. Para que se tornem dados georreferenciados, cada extensão possui um método próprio de registro do sistema de referência geográfico. Podemos também atribuir um sistema de coordenadas a um arquivo de forma manual, pelo georreferenciamento, mas não abordaremos este processo aqui.

Os shapefiles consistem em uma coleção de arquivos com mesmo nome e extensões diferentes (ver tabela 1.2). No caso desse formato, encontramos duas maneiras de especificar a projeção: no nome do arquivo ou pela criação de um arquivo de extensão .prj para acompanhá-lo. A segunda solução é mais recomendável para evitar erros por falta de documentação adequada. Para criar um arquivo .prj, basta copiar o WKT da projeção (ver figura 1.15) em um arquivo de texto vazio, salvá-lo com o mesmo nome do arquivo .shp e mudar a extensão de .txt para .prj. Outros formatos de arquivo mais recentes, como o geopackage (GPKG), dispensam a necessidade de especificar a projeção separadamente. Eles são estruturados como um banco de dados, permitindo a inclusão de diversas camadas em um único arquivo, mas tem um tempo de carregamento um pouco maior – especialmente em tarefas de edição de geometrias. Para os portais de dados abertos, os shapefiles continuam predominantes.

Nos mapeamentos em capítulos seguintes, utilizaremos como base cartográfica arquivos shapefile disponíveis para download no site Geosampa4. Para baixá-los, é necessário acessar o site, clicar no ícone de download, à esquerda, e navegar pelo menu até o assunto desejado. Os shapefiles são disponibilizados em pastas compactadas, contendo os vários arquivos componentes. Esses arquivos devem

ser mantidos juntos numa mesma pasta, para que os dados possam ser lidos, pois são fragmentos com funções diferentes do mesmo shapefile.

Um shapefile com um nome genérico “Arquivo” terá pelo menos três arquivos associados:

Tabela 1.2 Componentes do arquivo shapefile

NOME	EXTENSÃO	CONTEÚDO	REQUISITO
Arquivo.shp	Shapefile (principal)	Arquivo contendo o desenho das geometrias	Obrigatório
Arquivo.dbf	dBase	Arquivo contendo os dados (atributos) relacionados a cada geometria em formato de tabela. Pode ser aberto com editores de planilha	Obrigatório
Arquivo.shx	Índice	Arquivo em formato da Autodesk, contendo os índices entre os dados do arquivo .dbf e as geometrias do arquivo .shp	Obrigatório
Arquivo.prj	Projeção	Arquivo contendo o Well-Known Text (WKT) da projeção cartográfica das geometrias	Opcional
Arquivo.xml	Extensible Markup Language	Arquivo contendo metadados do shapefile	Opcional
Arquivo.sbn	Índice espacial	Arquivo de índice espacial, utilizado para consultas em base de dados geoespaciais	Opcional
Arquivo.sbx	Índice espacial	Arquivo de índice espacial, utilizado para consultas em base de dados geoespaciais	Opcional
Arquivo.cpg	Codificação	Arquivo contendo o nome do sistema de codificação de texto usado no arquivo	Opcional

Fonte: O autor.

Diferente do formato DWG, os shapefiles tem codificação aberta. A ESRI oferece uma documentação pública de como escrever – em bits – um shapefile, o que permite que o arquivo seja lido escrito por outros softwares, inclusive os de licença aberta. São estratégias distintas: enquanto a Autodesk força a utilização de suas aplicações para ler e editar seus formatos proprietários, a ESRI usa seu poder consolidado no mercado para padronizar e disseminar uma solução própria, reforçando sua posição. O formato GPKG foi desenvolvido e registrado sob a Open Geospatial Consortium (OGC) para se tornar o padrão dos softwares de geoprocessamento livres, inclusive o QGIS, e assim confrontar o padrão shapefile. Em todos os casos, vemos como as disputas se arraigam até aos amíúdes dos procedimentos de mapeamento.

CAPÍTULO 2

tecnologias da geoinformação

As técnicas digitais de mapeamento restringem o número de sistemas de referência espacial à nossa disposição, mas com isso ampliam a possibilidade de cruzamento das informações de diversas fontes. Um mapa com referência espacial explícita pode ser reutilizado por diversas pessoas, em mapeamentos com finalidades distintas. Mas para que ocorra a reprodução e sobreposição, ter uma projeção cartográfica não basta, pois tudo que elas nos oferecem é um plano de referência em branco. Para criar nossas leituras precisamos de informação, algo que nos indique por onde começar a desenhar, como uma imagem de satélite ou uma ortofoto, ou dados indexados espacialmente, como sensores. Outra opção seria usarmos um mapa pronto da mesma região para desenhar por cima, reutilizando um desenho feito por outra pessoa sobre uma imagem de satélite, ortofoto ou levantamento in loco semelhante – uma solução mais compatível com mapeamentos em editores de imagem. Mas seja qual for o método, sempre utilizaremos um produto (direto ou indireto) de alguma tecnologia de sensoriamento, georreferenciamento e rastreamento.

Neste capítulo, exploraremos a infraestrutura de captura de informações geográficas a partir de alguns sensores: óticos, acoplados em satélites, aeronaves e drones, e de rádio, associados a receptores GNSS e estações rádio-base. Vamos observar seu contexto de uso e formas de controle da circulação dos dados capturados – que influenciam diretamente nos métodos de mapeamento utilizados na segunda parte deste trabalho.

2.1 SENSORIAMENTO

Colocando de forma simples, sensoriamento nada mais é que o emprego sistemático de sensores. Os sensores são componentes eletrônicos que reagem a algum pulso de energia, como luz, som ou a movimento. Estamos cada vez mais rodeados de sensores: quem possui um smartphone moderno tem em mãos um sensor de toque, um ou vários sensores óticos (usados nas câmeras), um sensor de áudio, um sensor de gravidade (chamado giroscópio) e um sensor de sinais de rádio (para sinais de GPS, AM, FM). Para que a reação desses sensores se torne informação útil, é necessário associá-los a outros elementos de software e hardware. Só podemos usar o sensor ótico da câmera de um celular, por exemplo, se ele estiver associado às lentes e outros circuitos internos, e se tivermos um aplicativo de fotografia instalado. O geógrafo Daniel Sui (SUI, 2011), ao discorrer sobre computação ubíqua⁴, fala sobre a possibilidade contemporânea de associação de vários sensores. Em seus termos, o resultado seria uma tecnologia “contexto-ciente” (Context-aware), em oposição computação “loco-ciente” (Location-aware). A ideia é que sensores específicos, se associados, possibilitam identificar mais que a simples localização geográfica, pois podem obter informações localizadas sobre condições ambientais e identidade, por exemplo. Neste caso, os sensores se combinam a estratégias de rastreamento.

A importância dos sensores nas nossas vidas cresce em todos os sentidos e em todas as escalas. Sensores simples podem servir para

⁴ Computação ubíqua é um termo usado para designar uma tendência de “desaparecimento” das novas tecnologias de computação. Esse desaparecimento se dá não pela eliminação, mas pela total dissolução da computação na nossa vida cotidiana, a ponto de não ser mais possível distinguir se ou quando estamos usando um computador ou alguma tecnologia computacional. Exemplos recentes disso são a adoção de chips (SSID) nas etiquetas de roupas ou o monitoramento do humor dos passageiros por câmeras nos sistemas de transporte público. No campo das disciplinas que lidam com espaço, como a Arquitetura, podemos citar o conceito de Inteligência Ambiental – IA, propositalmente a mesma sigla de Inteligência Artificial – para falar sobre espaços vividos cada vez mais misturados a sensores interconectados.

registrar um encontro de amigos ou mesmo levar a crises institucionais. Do outro lado, puxados pelo avanço tecnológico, sensores de alta tecnologia tornam-se objetos de conflito geopolítico – em última análise, boa parte dos sensores são desenvolvidos justamente para a Guerra. Neste cenário, é importante lembrar sempre que sensores são elementos passivos: apenas alertam sobre os sinais que recebem. As disputas ao redor deles reivindicam o controle sobre sua produção e aplicação, sobre quem pode captar seus alertas e que uso pode dar a esses dados. Isso está cada vez mais próximo de nós: se a Google ou a Microsoft são capazes de identificar nossas localizações, nossas vozes e usar imagens tiradas com nossos smartphones, é porque não temos controle pleno dos sensores que temos em mãos.

A informação de qualquer um desses sensores pode ser empregue em mapas, basta que tenhamos acesso a elas e à localização de onde os dados foram obtidos. À seguir, trago uma revisão do emprego de sensores à distância, como satélites, aviões – tecnologias de Sensoriamento Remoto –, seguidas pelos sensores que estruturam a internet móvel e permitem a captura de dados em tempo real. Os dados também podem ser capturados em pesquisas e censos, com referenciamento espacial organizado em alguns outros elementos. Para esses casos, observaremos também dois procedimentos práticos de coleta e georreferenciamento de informações.

2.1.1 Sensoriamento via satélite

Estamos acostumados a ouvir sobre satélites artificiais, sobre programas espaciais e coisas do tipo, mas raramente temos contato com detalhes sobre do que se trata esse tipo de artefato e como funcionam. Existem dois tipos de satélite que interessam para esse trabalho: os satélites das constelações GNSS e os satélites de imageamento. Trata-se, contudo, de duas tecnologias distintas.

Os satélites de GNSS (Global Navigation System by Satellite) não funcionam como sensores – na realidade, os sensores estão em aparelhos com tecnologia GNSS em terra, que captam os sinais dos satélites. Geralmente nos referimos ao serviço oferecido por esses satélites como GPS (Global Positioning System), mas os termos

designam coisas distintas. A sigla GNSS nomeia a tecnologia de posicionamento global por constelação de satélites – em que o GPS se encaixa. Existem outros sistemas operacionais além do GPS, como a constelação russa GLONASS ou o sistema europeu em desenvolvimento Galileo (SUI, 2011). Os sistemas mais antigos foram desenvolvidos durante a corrida espacial, no contexto da Guerra Fria, pelas duas potências geopolíticas do conflito: EUA e URSS. As aplicações civis se popularizaram apenas nos anos 2000, depois da liberação dos sinais originalmente restritos ao uso militar, e foi então que sensores de posicionamento passaram a ser empregados em aparelhos de navegação para automóveis e, mais tarde, telefones celulares.

Os satélites de uma constelação GNSS consistem em relógios extremamente precisos e sincronizados. Os horários registrados nesses relógios e sua posição orbital são emitidos ininterruptamente por sinais de rádio, que podem ser captados por sensores como os utilizados em smartphones. Ao captar os sinais emitido por vários satélites GNSS diferentes, um aparelho receptor pode calcular a sua posição a partir de operações internas usando as informações recebidas (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2019). Esses aparelhos dependem que vários satélites GNSS estejam visíveis no céu para que possam realizar os cálculos, e por isso o número de satélites e suas órbitas definem o alcance espacial e temporal de um sistema GNSS. Os satélites GNSS não são capazes de captar sua localização; quem permite que Google, Microsoft, Facebook e outras empresas saibam sua localização a partir de aparelhos pessoais são as próprias desenvolvedoras de sistemas e aplicativos para esses aparelhos.

Os GNSS têm uma aplicação especial para obtenção de informações espaciais. Mas conhecer a sua posição em coordenadas geográficas não é suficiente para elaborar um mapa. Mesmo os navegadores para automóveis não apresentam somente uma posição, mas trazem um contexto para indicar que caminho seguir – uma base cartográfica. Uma solução para apresentação de base cartográfica está nos satélites de imageamento.

As imagens espaciais são ferramentas potentes para criar narrativas sobre eventos de grande escala e para registrar acontecimentos globais. Nos anos 1970, uma fotografia da Terra tirada por

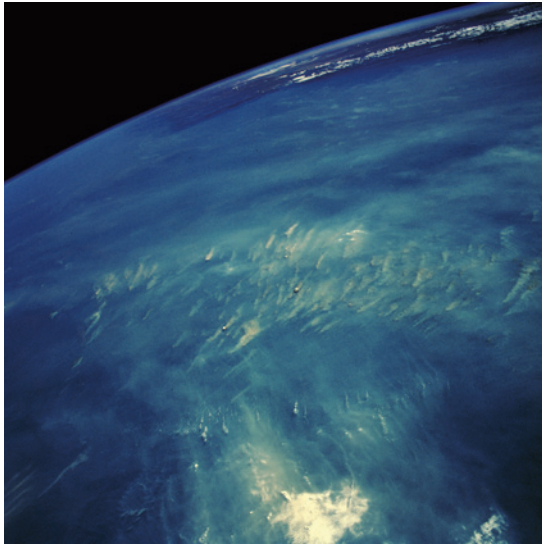
um astronauta da NASA sobre a região da Amazônia mostrou pela primeira vez, visualmente, a escala das queimadas que atingiam a floresta, trazendo atenção nacional e internacional para a questão. A estruturação do monitoramento das queimadas levou duas décadas para adquirir os contornos conhecidos hoje. A partir de 1998, o Governo Federal constrói uma base de dados de queimadas na Floresta Amazônica por imagens de satélite, hoje sob responsabilidade do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Entre os dois casos – a foto dos anos 1970 e o monitoramento do INPE – existem diferenças importantes: a primeira foi tirada

Tabela 2.1 Sistemas de posicionamento em operação e planejados

SIGLA	NOME	TIPO	PAÍS	INÍCIO DA OPERAÇÃO COMPLETA
GPS (NAVSTAR)	Global Positioning System	Global	EUA	1993 (Parcial a partir de 1978)
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema	Global	Rússia	1993
Cicada		Local	URSS	1976 (substituído)
Galileo		Global	União Europeia	2020 (planejada)
QZSS	Quase-Zenith Satellite System	Local	Japão	2023 (planejada)
DORIS	Détermination d'Orbite et Radiopositionnement Intégré par Satellite	Global	França	1991
NavIC (IRNSS)	Navigation Indian Constellation	Local	Índia	----
BeiDou-2 (Compass)		Global	China	2012 (Local) 2018 (Global)

Fonte: (BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM, [S.d.]; CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES, 2016; DEPARTMENT OF SPACE, 2017; DUNBAR, 2012; EUROPEAN GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS AGENCY, 2020; INFORMATION AND ANALYSIS CENTER FOR POSITIONING, NAVIGATION AND TIMING, 2020; NATIONAL COORDINATION OFFICE FOR SPACE-BASED POSITIONING, NAVIGATION AND TIMING, 2020)



2.1 Fotografia STS41D-40-22, retirada sobre Rondônia em 1984.

Fonte: NASA. Disponível em <<https://eol.jsc.nasa.gov>>. Acesso em 08/02/2021.

com uma câmera comum, e a segunda por um satélite de imageamento. Há limites para o primeiro caso, pois não é em qualquer ocasião que se pode tirar uma foto do planeta em órbita, e o resultado não pode ser facilmente sistematizado e comparado com imagens semelhantes. O emprego de imagens desse tipo pode denunciar alguns eventos urbanos e até mesmo desigualdades regionais, mas dificilmente conseguem ser empregadas em mapeamentos sistemáticos. Além de tudo isso, sua aplicação depende do compartilhamento das imagens pelos astronautas e suas respectivas agências espaciais, o que acaba criando uma barreira institucional. Em comparação, os satélites de imageamento são mais eficientes para a maioria das aplicações.

De maneira simplificada, um satélite de imageamento funciona como uma câmera de ponta, com lentes apontadas na direção da Terra. Nossas câmeras digitais comuns costumam captar três informações: a quantidade de luz vermelha (R), verde (G) e azul (B) que passa pelo obturador e alcança o sensor ótico. Nos sensores óticos existem várias fileiras de células eletrônicas sensíveis à luz que registram a quantidade de cada uma dessas cores num pequeno fragmento da imagem – um pixel. A resolução de uma imagem varia conforme o número de células eletrônicas do sensor que a produziu, e as três cores captadas correspondem às cores que um pixel de uma tela

digital genérica consegue reproduzir. Analogamente, os sensores dos satélites de imageamento captam a intensidade de diferentes de frequências eletromagnéticas em intervalos, chamados bandas, das quais as luzes vermelha, verde e azul fazem parte junto ao infravermelho, infravermelho próximo, ultravioleta e outras frequências. A sobreposição dessas bandas em uma imagem multibanda gera uma visualização colorida (Figura 2.1).

Em termos de resolução, cada célula do sensor registra em um pixel uma fração quadrada da superfície da Terra. Se esse quadrado medir 30 metros de lado, por exemplo, diz-se que a resolução espacial do sensor é 30 metros. Isso quer dizer que o satélite não é capaz de registrar diferenças de cor menores que essa medida para determinada banda. Além da resolução espacial, os satélites de imageamento possuem uma resolução temporal, que corresponde ao tempo que o satélite leva para voltar à mesma posição – chamado tempo de revisita. Esse tempo varia conforme a trajetória e o tempo de órbita. Existem satélites de imageamento com órbitas curtas, que fotografam regiões menores, e satélites com órbitas longas e espiraladas, que cobrem o planeta inteiro.

Os satélites de imageamento são desenvolvidos com alguns propósitos específicos, como aplicações meteorológicas, agricultura de grande escala ou monitoramento do uso do solo. É o uso pretendido que define qual resolução os sensores devem ter, qual o tipo de órbita e, portanto, qual o tempo de revisita. Quem define o propósito de um satélite costumam ser os governos nacionais ou empresas que viabilizam financeiramente o desenvolvimento e lançamento do satélite. Mas a cobertura de um satélite em órbita raramente se limita território de um país, o que incorre em sensoriamento de Estados estrangeiros. Isso cria um desequilíbrio de poder entre Estados sensores e estados sensoriados, que poderia ser o barril de pólvora perfeito um conflito geopolítico.

Tal problema foi tratado já nos primeiros anos de experimentação com satélites artificiais. Em 1967, diversos países assinaram o Tratado de Princípios de Governo das Atividades de Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, Incluindo a Lua e Outros Corpos Celestiais, ou simplesmente Tratado do Espaço Exterior, que

2.1 Tipos de camada raster.

Fonte: o autor.

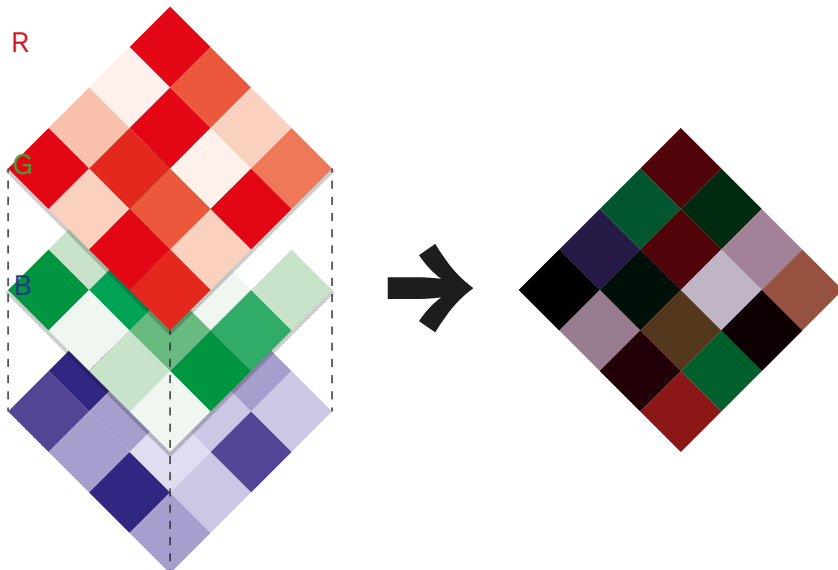
RASTER DE BANDA SIMPLES

Um raster consiste em uma grade de quadrículas (pixels). Num raster simples, cada quadrícula possui um valor associado. Num raster de Modelo de Elevação de Terreno, por exemplo, esses valores correspondem à elevação da quadrícula. Quando o raster é georreferenciado, cada quadrícula possui também um par de coordenadas geográficas associada ao seu centro geométrico.

65	80	100	82
15	82	65	15
81	100	82	64
15	64	81	99

RASTER MULTIBANDA

Um raster multibanda consiste em um simples alinhamento e sobreposição de vários rasters de banda simples. Assim, cada pixel passa a ter vários valores associados, cada um associado a uma banda de informação. Numa imagem de satélite colorida, por exemplo, costuma haver pelo menos uma banda vermelha (R), uma verde (G) e uma azul (B). Cada uma dessas bandas informa a quantidade de cada cor detectada pelos sensores do satélite em determinada quadrícula. Quando sobrepostas, essas bandas formam uma imagem multicolorida, no espaço de cor RGB.



passou a regular as atividades desenvolvidas fora da Terra e a relação entre os Estados exploradores (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2008). O tratado está estruturado em torno das ideias de cooperação internacional e paz/não-militarização do Espaço Exterior. Esses termos foram ratificados pela Declaração sobre Princípios do Sensoriamento Remoto da Terra a partir do Espaço Exterior, de 1986, que criou regras para o uso e compartilhamento de informações obtidas por satélite.

A Declaração de 1986 estabelece que qualquer dado processado de sensoriamento remoto – desde imagens multibanda a filmes fotográficos – produzido por um país sobre o território de outro deve ser oferecido ao Estado sensoriado por um “custo razoável”, “sem discriminação” (Princípio XII, op. cit.). Sui observa esse dispositivo criticamente:

Enquanto esses dois termos já permitem flexibilidade suficiente para que Estados sensores desautorizarem em última instância o acesso de Estados sensoriados a certos dados, também é claro que o Estado sensoriado não tem o direito de evitar que seu território seja sensoriado, nem o direito de acesso exclusivo ou prioritário a tais dados. (SUI, 2011)

Trata-se de um impasse delicado, ainda mais considerando a possibilidade de exploração das tecnologias de sensoriamento por empresas privadas. Os termos “custo razoável” e “sem discriminação” tem implicações diferentes quando aplicadas ao mercado, quando a rentabilidade, a propriedade intelectual e práticas corporativas fora do alcance dos Estados entram em jogo. Para a nossa atividade, isso implica que parte das imagens disponíveis dependem de licença comercial e não necessariamente serão gratuitas. Para ilustrar, vamos imaginar que estamos buscando alternativas para mapear uma região da cidade de São Paulo, o Córrego do Bispo (Zona Norte). Realizei este exercício de fato no LabCidade, com outra finalidade.

Podemos observar o emprego de imagens comerciais no aplicativo Google Earth, uma fonte de imagens de satélite de alta precisão. Com a tela focalizada na região do Córrego do Bispo, o aplicativo mostrará na parte de baixo da tela qual a fonte da imagem de

satélite apresentada. Se observarmos a série histórica de imagens de satélite da Google para a região, veremos que a grande maioria é fornecida pela Maxar Technologies, com marca de registro comercial (©). A Maxar Technologies foi criada pela fusão da Digital Globe – empresa de sensoriamento remoto comercial fundada em 1992 – e da MacDonald, Dettwiler and Associates, em 2017 (MAXAR,s.d.). A Digital Globe é proprietária do primeiro satélite de imageamento comercial de alta resolução, o IKONOS, lançado em 1999. Hoje, a empresa opera e comercializa as imagens de cinco satélites, com resolução espacial de até 31 centímetros.

Para usar essas imagens, poderíamos ou copiá-las do Google Earth com uma captura de tela, ou comprá-las da Maxar ou de uma empresa redistribuidora. No primeiro caso, estaríamos sujeitos aos termos de uso do Google Earth, que proíbem as cópias de conteúdo ou o seu emprego em mapas substitutos ou muito semelhantes ao Google Maps/Earth (GOOGLE, 2020). Ainda, caso não tenhamos certeza se nossa conduta fere essa proibição, os termos deixam a risco do usuário as consequências jurídicas ou não de ações não especificadas nos termos. Os termos requerem que um usuário “use o seu bom senso”, e o meu me instrui a abandonar essa alternativa. A outra opção é comprar os dados de uma redistribuidora. Com uma pesquisa na Internet, localizei uma revendedora chamada Apollo Mapping, com imagens do satélite IKONOS. A empresa vende imagens de seus arquivos, com mais de 3 meses de idade, a US\$ 10 por quilômetro quadrado. Para obter dados para a região do Córrego do Bispo, gastaríamos pelo menos US\$ 20 – isso se o arquivo da Apollo Mapping tiver dados sobre essa área, e se a idade desses dados não for muito

⁵ O satélite LANDSAT-8 é o oitavo da série LANDSAT, iniciada nos anos 1960 pela NASA sob o programa inicialmente chamado de ERTS – Earth Resources Technology Satellite. Tem órbita sincronizada com a posição do sol no céu e com duração de 99 minutos, mas demora 16 dias para retornar à posição original. Seus dois sensores capturam imagens multiespectrais com 30 metros de resolução espacial, uma banda pancromática com 15 metros e uma banda térmica de 100 metros. As imagens estão disponíveis no site da USGS (<<https://earthexplorer.usgs.gov/>>) e do INPE (<<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>). DGI-INPE. Landsat. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>. Acesso em 04/12/2018.

grande. Imagens velhas demais omitirão ocupações mais recentes no nosso resultado. Para comprar uma imagem, precisaria realizar um cadastro com diversas informações pessoais no site, e, caso a compra fosse bem-sucedida, ainda teríamos que seguir as determinações da licença comercial da Maxar.

Para contornar os riscos jurídicos e gastos, ainda temos como alternativa recorrer a dados estatais. O INPE disponibiliza a cobertura de diversos satélites em seu catálogo web da Divisão de Geração de Imagens (DGI) (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, s.d.). O site permite o acesso gratuito às imagens, mediante cadastro. As imagens de maior resolução disponíveis são do satélite estadunidense LANDSAT-8, também oferecidas gratuitamente pela NASA, com resolução espacial de até 15 metros e 11 bandas de captação, 9 disponíveis no catálogo do INPE. Para efeitos ilustrativos, visto que essa alternativa tem custo zero, baixei uma imagem de 2019 que cobria a região do Córrego do Bispo. Mais à frente, vemos a comparação desta fonte de imagens com outras soluções de imagem aérea.

2.1.1 Sensoriamento via aeronaves

O sensoriamento por aeronaves consiste em acoplar uma câmera adaptada a um avião, um helicóptero ou até mesmo um drone e realizar um sobrevoo linear ou em grid para capturar imagens. Assim como os sensores de satélite, essas câmeras podem captar frequências eletromagnéticas além da luz visível, como o infravermelho. Para obter referência geográfica de onde as fotos são tiradas, as aeronaves costumam usar sinais de GNSS. Os levantamentos aerofotogramétricos costumam ser mais comuns para aplicações institucionais, visto que costumam ter resolução espacial maior (até 6 centímetros) e podem atender a demandas de nível local – como regulações e decisões discricionárias de gestões municipais – enquanto satélites tem órbitas e sensores inalteráveis, e não tem alçada técnica e financeira de uma prefeitura.

A aerofotogrametria foi impulsionada pela sanção do Estatuto da Cidade em 2001 (Lei Federal 10.257), que exige a elaboração e



2.2 Imagem do LANDSAT-8 com recorte para região do Córrego do Bispo.

Fonte: INPE.



2.3 Captura de tela da página do Google Maps, mostrando região do Córrego do Bispo.

Fonte: Google Maps. Disponível em <maps.google.com>. Acesso em 03/11/2019.



2.4 Ortofoto de 2017, mostrando região do Córrego do Bispo.

Fonte: Geosampa.

revisão decenal de planos diretores por municípios com mais de 20 mil habitantes ou integrantes de áreas especiais, como regiões metropolitanas. Segundo o extinto Ministério das Cidades (MCidades), essa exigência trouxe à tona a ausência e precariedade dos mapas cadastrais municipais no país, já que esse tipo de ferramenta cartográfica é fundamental para desenvolver seus planos (CUNHA e ERBA, 2010).

Em 2009, o MCidades publicou uma portaria (nº 511) instituindo o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM)⁶ como um produto padronizado da cartografia institucional em nível municipal, organizando com isso uma tradição tecnológica de levantamento cadastral. Um dos componentes do CTM é a Carta Cadastral, que consiste no mapeamento das parcelas territoriais de um município. As parcelas são porções contíguas de terra em que se aplica o mesmo regime jurídico, homogeneamente, de forma que não deve existir nenhum pedaço de terra fora das parcelas ou sobreposições entre elas. Um lote privado ou uma rua podem conter diversas parcelas; a parcela funciona como unidade mínima para o planejamento urbano institucional.

Para trazer um caso de levantamento aerofotogramétrico na prática, voltamos ao exemplo do Córrego do Bispo. Desde 2000, o município de São Paulo contratou três levantamentos aerofotogramétricos completos da cidade: um em 2001, outro em 2003 e um último em 2017. Para realização desses levantamentos, a cidade contratou empresas privadas especializadas por concorrência. Os editais de licitação estabelecem exatamente que produto a Prefeitura espera dos trabalhos de levantamento, qual a sua cobertura, escala e que informações deseja cartografar (SÃO PAULO, 2003, 2016).

⁶ O CTM constitui o mapeamento da menor unidade de território para fins legais, chamadas parcelas, em três peças: Arquivo de levantamento de campo, arquivo de cadastro alfanumérico e Carta Cadastral. Para elaboração dessas peças, deve existir um trabalho de levantamento de campo – geralmente aerofotogramétrico – e um trabalho de fichamento e digitalização dos dados do campo, representando as parcelas com códigos únicos na Carta Cadastral. A Carta Cadastral é o mapa das parcelas numeradas do município. O CTM é de responsabilidade municipal, mas pode ser financiado por consórcios quando convier.

No curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, é muito comum usarmos uma base cartográfica apelidada de “Gegran” ou “MDC” (Mapa Digital da Cidade) para elaborar projetos arquitetônicos e planos em São Paulo. Essa base nada mais é que um dos produtos do aerolevanteamento de 2003, que precedeu a revisão da Lei de Zoneamento da cidade, em 2004. O contrato do levantamento previa o aerolevanteamento, restituição e extração de feições (edifícios, guias, muros, rios, lagos, pontes e afins) em escala 1:1.000, mas não incluía um CTM. As quatro empresas participantes do consórcio vencedor Concidade – Aerocarta, Aeroimagem, Engefoto, e Esteio – receberam um total de R\$ 22.978.210,00 pelo levantamento e elaboração do MDC, em valores da época (SÃO PAULO, 2003).

As ortofotos resultantes estão disponíveis para download no site Geosampa. O produto mais elaborado do levantamento, e que exige mais trabalho, é a restituição. Esse processo requereu desenhar toda a cidade em uma escala grande, linha por linha, agrupando objetos em camadas sistematizadas (edificações, linhas de transmissão, etc). O resultado é uma Carta de Feições – diferente da Carta Cadastral por não apresentar as parcelas (CUNHA; ERBA, 2010). Apesar de bastante técnico no procedimento, é justamente no processo de restituição que as escolhas mais fundamentais desse mapeamento acontecem: quem o executa decide o que é e o que não é representável; o que deve estar no mapa e o que deve ser ignorado. As comunidades do Córrego do Bispo, por exemplo, foram deixadas de fora do mapeamento, e a região aparece como uma área vazia no MDC. Nesse sentido, a comparação entre as ortofotos e o produto da restituição podem dar pistas valiosas dos critérios usados para o mapeamento, oficial.

Essa escolha se agravou com a publicação do Decreto Municipal nº 57.770, em 2017, que cria o SIG-SP e estabelece o MDC de 2004 como base cartográfica oficial e obrigatória para qualquer legislação municipal (SÃO PAULO, 2017). Ou seja, áreas como o Córrego do Bispo estão literalmente “fora do mapa”, independente da boa vontade de gestores e legisladores. Esse decreto remete à disputa de narrativa pela defesa do direito à moradia e contra a criminaliza-

ção dos movimentos de moradia, que passa, em certa medida, pelo controle da produção cartográfica.

O decreto ainda estabelece que deve haver uma atualização do MDC a cada 4 anos, e em anos de Censo do IBGE, confrontando uma ausência latente de periodicidade. Depois do levantamento de 2003 cidade passou por um hiato de quase 15 anos sem uma atualização do mapa da cidade, mesmo com a revisão do Plano Diretor em 2014 e Lei de Zoneamento em 2016. Isso não quer dizer, contudo, que não houve outros levantamentos. A extinta Emplasa (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A, empresa pública do Governo do Estado de São Paulo), por exemplo, realizava levantamentos esporádicos da região metropolitana em alta resolução, e levantamentos para fins privados também podem ter sido realizados, mas nenhum deles visava a atualização do MDC. A Prefeitura de São Paulo só contratou um novo levantamento no final de 2016, a cargo do consórcio Green SP – formado pelas empresas Aerocarta, Engemap, Igua-temi Consultoria e SAI (Serviços Aéreos Industriais Especializados) – pelo valor de R\$ 13.700.426,70 (SÃO PAULO, 2016). A redução de custo entre os levantamentos de 2004 e 2016 pode ser consequência da mudança do escopo do levantamento, sem inclusão do processo de restituição. Por outro lado, novos produtos foram incluídos: o perfilamento a laser do tipo Light Detection And Ranging (LIDAR), a geração de modelos digitais tridimensionais da cidade e mapeamento digital da cobertura vegetal. As ortofotos produzidas neste levantamento tem resolução espacial de 12 centímetros, e estão disponíveis para download gratuito no site Geosampa.

Há uma mudança de tecnologias importante no contrato de 2016, com a requisição dos dados LIDAR. Esse levantamento consiste em uma combinação de sensores óticos e radares, que geram nuvens de pontos em vez de pixels. O avanço da tecnologia de Inteligência Artificial nos anos 2010 permite aplicar essas nuvens de pontos em reconstituições automáticas de modelos tridimensionais das cidades (LEY e colab., 2017), o que não era possível em 2003. Uma possível consequência positiva da adoção de inteligência artificial nesse processo vem de certa imparcialidade dos dados: é mais difícil para um computador saber a diferença entre um edifício dentro e fora de

uma favela, sem que haja ao menos uma camada de instrução humana para determinar a diferenciação. A criação de mapas com nuvens de ponto requer muito mais capacidade computacional e técnica, com mudanças ainda em curso no exercício profissional da Arquitetura e Urbanismo⁷.

Ao contrário dos satélites, os levantamentos com aeronaves são mais fáceis de sujeitar à soberania dos Estados. No Brasil, a elaboração de uma Carta Cadastral ou qualquer outro mapa por aerofotogrametria requer um certificado emitido pelo Ministério da Defesa para as entidades públicas ou privadas habilitadas e uma autorização para cada voo de levantamento (FONTES, 2005). Esse processo de habilitação e cadastramento foi regulamentado em 1997 (BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020), mas muitas empresas que lideram o mercado de aerolevantamentos no país atuavam desde muito antes. Os registros são publicados no site do Ministério, permitindo identificar quem, onde, quando e como são feitos os levantamentos. Em março de 2020, eram 33 as empresas habilitadas a realizar aerolevantamentos no país, das quais 31 também eram habilitadas a realizar o processamento das imagens – mas o número de empresas ativas no mesmo ano nunca passou de 19. Há um crescimento dos registros depois de 1997, com a regulamentação dos procedimentos de autorização, e atinge-se o pico do número de levantamentos em 2008, com 234 levantamentos em território nacional. Ao separarmos os levantamentos por tecnologia, vemos um aumento dos voos com coleta de imagens e perfilamento a laser simultâneos a partir de 2005, substituindo levantamentos exclusivamente fotográficos (figuras 2.5 e 2.6).

Esses números são baixos, e mostram como o aerolevantamento ainda é pouco difundido. Sua disponibilização ao público depende,

⁷ A técnica de levantamento por nuvem de pontos tem aplicações já conhecidas nas áreas de restauro e manutenção de edificações. Esses levantamentos permitem criar modelos 3D precisos de edifícios e objetos de Arte, ajudando a documentar e identificar deformações. Alguns softwares BIM também passaram a incluir ferramentas para manusear nuvens de pontos. Contudo, esse tipo de levantamento ainda é restrito; não teve um impacto organizacional amplo na profissão do Arquiteto e Urbanista e ainda não é oferecido em disciplinas regulares de graduação.

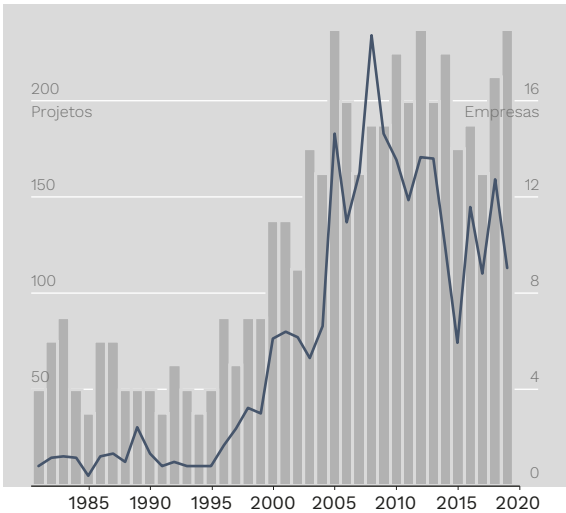
em última instância, da autorização e/ou contratação de serviços pelo Estado e muitas vezes da aquisição das imagens. A Emplasa, por exemplo, vendia ortofotos de 2010/2011 a R\$ 405,00 cada, com cobertura aproximada de 14,5 km por 14,5 km e resolução espacial de 1 metro (EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S/A (EMPLASA), 2019). Para o caso do Córrego do Bispo, ainda que a Emplasa existisse, seus dados são mais caros e menos recentes que as ortofotos do contrato de 2016. A vantagem dos dados da Emplasa sobre os dados gratuitos do Município de São Paulo é sua abrangência, pois cobre todo o estado.

O levantamento por drones é uma última alternativa para obtenção de fotos aéreas. A popularização dos drones tornou essa opção de levantamento mais acessível, além de ser mais simples e menos burocrática. Trata-se de uma faca de dois gumes. De um lado, temos a possibilidade de emprego dos drones em processos de consolidação da moradia, como regularização de favelas, pelo levantamento de alta precisão dos edifícios (GOMES e PEDRASSOLI, 2018). Do outro, mais comum, existe o emprego dos drones em práticas de vigilância pelo Estado, especialmente a partir das polícias, e até mesmo pelos próprios cidadãos, como num caso da denúncia de expansão de uma favela por moradores da Tijuca (RESENDE, 2018). Essa prática de vigilância entre iguais, em que o controle das informações não alimenta um “Grande Irmão”, mas uma rede difusa de monitoramento, tem sido chamada de “Sousveillance” (SUI, 2011). Como indica a existência do conflito, os drones são mais acessíveis e menos regulamentados que levantamentos aerofotogramétricos.

Existem algumas restrições para realizar qualquer tipo de voo com drones. Para controlá-los, é necessário primeiro registrá-lo na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), junto a um atestado médico do controlador. Os voos devem contar com áreas de pouso e decolagem com visibilidade, e não podem sobrevoar áreas a menos de 30 metros de pessoas expostas e que não consentiram com o levantamento (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC), 2017). Em outras palavras, o sobrevoos de drone em área urbana é irregular na prática, pois é muito difícil controlar quem está próximo de uma área de sobrevoos. Quem pretende atender esses requisitos

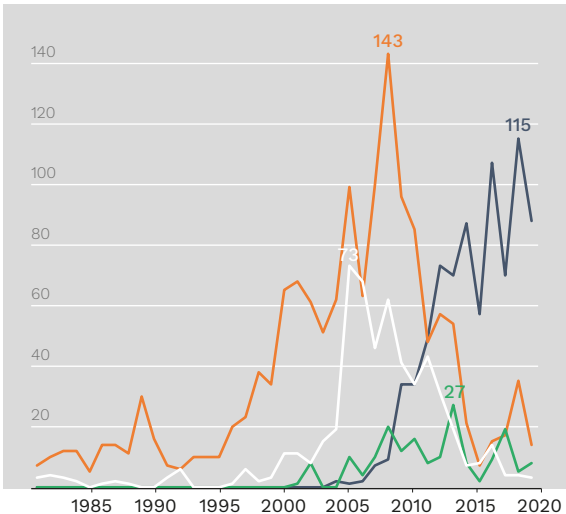
precisará de algum nível de articulação e legitimação local por quem realiza o levantamento, e pode ser necessário contratar algum tipo de seguro, dependendo das condições de voo. Apesar dessas disposições, é muito difícil fiscalizar o uso dos drones ou identificar os responsáveis por possíveis infrações.

Os levantamentos de drone produzem fotos de alta resolução, que podem ser registradas com geoetiqueta se o equipamento



2.5 Levantamentos aéreos e empresas habilitadas no Brasil

Fonte: Ministério da Defesa. Disponível em < <https://www.gov.br/defesa/pt-br/aerolevantamento>>. Acesso em 08/03/2020.



2.6 Tecnologias usadas em aerolevantamentos no Brasil

Fonte: Ministério da Defesa. Disponível em < <https://www.gov.br/defesa/pt-br/aerolevantamento>>. Acesso em 08/03/2020.

possuir um sensor GNSS. Essas fotos podem ser combinadas para gerar uma nuvem de pontos pela técnica dos pontos homólogos – em que um software específico usa fotos de um mesmo objeto tiradas de ângulos diferentes para reconstruir sua estrutura tridimensional. O Autodesk ReCap, uma solução em nuvem da Autodesk, e o software livre Meshroom da AliceVision são alguns dos programas disponíveis para executar essa operação, ao lado de aplicações fornecidas pelas próprias fabricantes de drones. Por fim, os pontos podem ser usados para reconstruir uma malha poligonal (ou mesh) triangular, colorida com a textura original do objeto. Assim como ocorre para os dados LIDAR, pode ser necessário empregar algum outro software intermediário para converter essa malha poligonal em um arquivo legível para softwares SIG. As últimas versões do QGIS passaram a reconhecer alguns formatos padrão de malha poligonal, mas ainda limitados a dados meteorológicos.

A equipe do LabCidade tentou empregar um drone da FAUUSP para mapear ocupações na Zona Norte, possivelmente incluindo o Córrego do Bispo, mas alguns problemas com a contratação do seguro do aparelho inviabilizaram levantamentos de campo longe do prédio da faculdade. Com isso, a opção mais barata, mais recente e com melhor resolução disponível para prosseguir com o

2.7 Deslocamento do topo dos prédios causado pela lente dos sensores nas aeronaves.

Fonte: Geosampa.



mapeamento foi o levantamento aerofotogramétrico do consórcio Green SP, contratado pela Prefeitura em 2016 e realizado em 2017.

Vale a menção a um outro possível produto do sensoriamento por satélites e aviões. Alguns satélites e aviões são equipados com um radar, tecnologia que consiste em um emissor de sinais e um sensor que capta o rebatimento dos sinais emitidos. Essa tecnologia permite a criação de Modelos Digitais de Elevação (MDE) e Modelos Digitais de Terreno (MDT), com dados raster de banda simples contendo a elevação dos pixels. Um MDE mostra a altitude superficial (considerando árvores e prédios, por exemplo), e um MDT mostra a altitude do terreno. Os modelos permitem, por exemplo, extrair curvas de nível e delimitar bacias hidrográficas, tendo aplicações na gestão ambiental e em estratégias de drenagem. O processo de ortorretificação de uma imagem aérea costuma empregar um MDT para corrigir distorções causadas pela diferença de altitude.

Visualizando imagens aéreas no QGIS

Já apresentei alguns produtos do sensoriamento. Agora vamos ver três maneiras comuns de utilizá-los no QGIS: importação simples, uso de camadas WMS e georreferenciamento. Para escolher entre elas, dependeremos essencialmente do formato como as empresas ou órgãos públicos disponibilizam as imagens.

A. IMPORTAÇÃO SIMPLES

A maioria das imagens aéreas mais recentes são disponibilizadas em algum formato que inclui o sistema de projeção no próprio arquivo (como Geotiff), permitindo a importação direta no QGIS. É o caso, por exemplo, das ortofotos de 2017 disponibilizadas pela Prefeitura de São Paulo no site Geosampa, ou das imagens do LANDSAT-8 baixadas no site do INPE. Para abrir essas imagens, basta baixá-las, extraí-las das pastas zipadas e arrastá-las para a área de visualização no QGIS. Verifique sempre a projeção cartográfica da camada, para ter certeza de que está desenhada na posição correta.

Para baixar as ortofotos no Geosampa, clique na lupa no canto esquerdo da tela e, na janela que se abrirá, navegue até a aba “Download Imagens/MDC”. Na caixa de seleção “Tipo”, escolha a opção “Ortofotos 2017 – RGB”. A opção “IrGB” traz dados de infravermelho (Ir) no lugar da banda vermelha (R), e pode ser útil para analisar as condições da vegetação. Em seguida, clique em “Selecionar” e desenhe um retângulo sobre o mapa, abrangendo toda a área que você deseja baixar. Então clique em “Download” e baixe imagem a imagem. Por último, extraia os arquivos das pastas compactadas e arraste somente os arquivos em formato JP2 para o QGIS. As ortofotos serão carregadas.

Caso você nunca tenha feito isso, sugiro clicar duas vezes no painel de camadas sobre uma das camadas carregadas. A janela de propriedades da camada raster será aberta, mostrando várias possibilidades de customização da representação. No caso de imagens multibanda, também é possível trocar as bandas que são usadas na colorização. Além disso, é possível alterar saturação, brilho e contraste da imagem. Ao diminuir a saturação até zero e testar ajustes com brilho e contraste pode-se gerar uma boa base cartográfica em preto-e-branco, com menor impacto visual sobre outras camadas coloridas.

B. CAMADAS WMS

Existem casos em que o uso de ortofotos exigiria o download de dezenas de arquivos, ou que as imagens sequer estejam disponíveis para download. Nessas situações, pode ser interessante verificar a existência de serviço Web Map Service (WMS) que dê acesso aos dados. O WMS é um formato padrão da Open Geospatial Consortium para disponibilização de mapas na Internet. Com essa padronização, torna-se possível a troca de dados geoespaciais entre fornecedores e usuários finais, desde que usemos softwares que reconheçam esse formato. Trata-se, portanto, de um serviço DaaS (Data as a Service).

As ortofotos de 2017 da Prefeitura de São Paulo estão disponíveis também em WMS. Para acessá-las, precisamos primeiro baixar

o arquivo de metadados do Geosampa – cujo link fica no canto superior direito do site. Trata-se de um arquivo XLS – nativo do pacote Microsoft Office –, por isso é necessário um conhecimento prévio mínimo em Excel para usá-lo. Para quem atende esse requisito, abra o arquivo e procure pela planilha “webservice”. Para os demais, abaixo está o conteúdo dessa planilha, baixada em março de 2020. É possível que esses links mudem no futuro, bem como o layout do site e, portanto, essas instruções são provisórias.

WMS – Camadas: <http://wms.geosampa.prefeitura.sp.gov.br/geoserver/geoportal/wms>

WMS – Mapas Base: <http://raster.geosampa.prefeitura.sp.gov.br/geoserver/geoportal/wms>

WFS – Camadas: <http://wfs.geosampa.prefeitura.sp.gov.br/geoserver/geoportal/wfs>

Agora abrimos o QGIS. Localize o painel de navegação, geralmente do lado esquerdo da tela. Ele contém uma estrutura de árvore, que permite acesso aos arquivos no disco rígido do computador e a outros tipos de fonte de dados. Um dos itens de nível mais alto chama-se “WMS/WMTS” – é aí que carregaremos as ortofofos. Clique com o botão esquerdo do mouse sobre o texto e escolha “Nova conexão”. O programa abrirá uma janela para configurar nossa base WMS. Copie a URL do item “WMS – Mapas Base” da planilha de metadados do Geosampa (ou da tabela que apresentei acima) no campo “URL” e dê um nome para sua camada. Chamei a minha conexão de “Geosampa Mapas Base”. Para obter as camadas WMS do Geosampa basta esses passos, clique em “Ok” e a conexão será criada no painel de navegação.

Alguns serviços WMS só estão disponíveis mediante compra da camada, ou mediante pagamento por número de utilizações. Esse tipo de restrição é bastante comum nas soluções XaaS, como já apresentei. Nesses casos, ao comprar o serviço, será fornecido algum tipo de senha para autenticação. Essa senha deve ser configurada na seção “Autenticação” da janela de criação de camadas WMS, permitindo assim que o QGIS tenha acesso automático aos dados. Caso você já

tenha criado uma conexão WMS e queira editá-la, basta clicar com o botão direito sobre ela e escolher “Editar conexão”.

Em seguida, para importar uma camada WMS no projeto, abra a árvore da sua conexão WMS no painel de navegação. Aparecerão algumas camadas disponíveis, e dentre elas a opção “Orto_PMD_RGB_2017”. Clique duas vezes sobre esse item, e ele será carregado na visualização.

Há algumas ressalvas para o uso da camada WMS. Primeiro, para garantir que a camada aparecerá no mapa, é necessário garantir uma conexão estável à Internet. Isso porque toda vez que movemos o mapa na visualização, o QGIS enviará uma nova solicitação para o servidor WMS, pedindo que retorne os dados referentes à nova área de visualização. A vantagem disso é dispensar o carregamento de arquivos grandes de imagem todos de uma vez, mesmo que eles cubram uma área muito maior que o mapa. Outro problema é a diferença de qualidade: basta comparar as ortofotos baixadas do Geosampa com as imagens WMS para notar como a segunda é bem menos definida. Essa queda de qualidade garante um carregamento mais rápido, já que a quantidade de informações trocadas entre o servidor WMS e o QGIS é menor.

Costumamos chamar esses mapas “de fundo”, cuja função é fazer referência ao mundo real para ajudar a localizar coisas e dar referência espacial, de mapas-base ou bases cartográficas. Já usamos o OpenStreetMap como base cartográfica quando identificamos a localização das fotos pelas geoetiquetas. Podemos também criar nossas próprias bases cartográficas a partir de camadas shapefile próprias e até mesmo customizar bases a partir de alguns serviços web. A plataforma Mapbox, por exemplo, permite que o usuário edite mapas-base padrão, alterando cores, fontes, linguagem e vários outros atributos. Esses mapas editados podem, então, ser usados no QGIS a partir de uma conexão WMS. Contudo, há um limite de acessos gratuitos e cobrança por acessos adicionais pelo Mapbox. Por esse motivo, prefiro criar bases cartográficas com arquivos shapefiles locais, que podem ser baixados diretamente do OpenStreetMap ou de plataformas de dados abertos do Poder Público.

2.2 INFRAESTRUTURA DE RASTREAMENTO E CAPTURA DE GEOIDENTIDADE

Os satélites e aeronaves de captura de dados são soluções tecnológicas relativamente antigas, e o tipo de produto gerados por seus sensores, as fotografias aéreas retificadas, é velho conhecido dos urbanistas. Mas a partir dos anos 1990, começa a se desenhar o que se tornaria a principal fonte de dados geolocalizados e contextualizados sobre indivíduos – ou geoidentidade. Trata-se do sistema de telefonia móvel, ou sistema de internet móvel se pensarmos em sua principal aplicação contemporânea. Nos primeiros anos a maior promessa era a realização de chamadas telefônicas sem fio, mas a abrangência do sistema aumentou ao longo das décadas, abraçando cada vez mais aparelhos eletrônicos na rede. É esta a tecnologia promissora por trás das diversas propostas de “cidades inteligentes”. Hoje, os sistemas de dados móveis abrangem sensores de segurança, câmeras e microfones de smartphones, receptores de sinal GNSS embarcados de automóveis e ônibus públicos, dentre outros.

A coleta de dados segue algumas estruturas físicas e jurídicas que observaremos a partir do exemplo da startup brasileira In Loco. A empresa começou suas atividades de desenvolvimento em 2010, mirando na criação de um método de coleta de informação geográfica mais preciso que os cálculos possíveis via GNSS. O “problema” da localização por sinal GNSS é recorrente na literatura sobre o tema (Ratsameethammawong et al., 2010), pois seus 30 metros de precisão não seriam suficientes para algumas aplicações, especialmente quando se deseja rastrear movimentações em lugares fechados. A primeira solução tecnológica da In Loco buscava monitorar os clientes de um shopping center, gerando dados para aplicações comerciais. Os clientes poderiam receber notificações sobre promoções em lojas específicas, conforme se locomoviam pelos corredores do shopping. Para disponibilizar esse serviço, a In Loco depende que os donos dos aparelhos eletrônicos a serem rastreados cedam seus dados. Para isso, a empresa insere uma cláusula nos termos de uso de aplicativos de smartphone, que delega à In Loco a coleta e processamento de dados de localização.

Realizei uma busca rápida pelo termo de serviço de alguns aplicativos, a partir de palavras-chave da cláusula padrão da In Loco. Alguns têm um objetivo comercial bem claro, como o app do Shopping Iguatemi de Fortaleza. Mas vários outros estão associados a atividades dificilmente dependentes de uma localização extremamente precisa, como aplicativos de música, de compras online, de mobilidade urbana e até de meditação (tabela 2.1).

A diversidade de utilidade dos apps rende acesso a grupos sociais distintos, o que aumenta o valor comercial dos dados sob posse da empresa. Os dispositivos sob rastreamento chegaram a somar 60 milhões em todo o Brasil (INCOGNIA, 2020). Quando irrompe a pandemia de Covid-19, as autorizações já estavam dadas, permitindo à In Loco realizar um monitoramento intensivo dos deslocamentos das pessoas, em tempo real, ainda que os termos originais da cessão dos dados pelos usuários jamais tivessem previsto esse uso. A empresa ofereceu informações gratuitamente, agregadas e representadas de forma a não dar acesso aos dados brutos – por uma questão de privacidade. As leituras possíveis a partir do monitoramento da empresa não são muito precisas, e seu maior impacto foi a projeção social dos negócios da In Loco nos jornais (PORTAL R7, 2020). Com a vigência da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD, Lei Federal 13.709/2018) a partir de agosto de 2020, o consentimento da cessão de dados por termos de uso genéricos e “escondidos” foi nulificado, o que colocou em risco grave os negócios da empresa no país. Também em 2020, a In Loco passou por rebranding, mudando seu nome para Incognia. A sede da empresa foi movida de Recife para Palo Alto, no Vale do Silício, e os principais serviços oferecidos passaram a ser autenticação e pagamentos online. Segundo o CEO da antiga In Loco, o impacto da pandemia no varejo teria sido o principal motivo para abandonar os antigos serviços (PEREIRA, 2020).

A empresa pode ter debandado, mas a estrutura física de coleta de dados permanece. Na prática, a In Loco é apenas uma de várias empresas de dados usuárias da infraestrutura de internet móvel. A infraestrutura de circulação por trás da internet é composta por uma rede de cabos e centrais de controle de dados. A troca de dados interregionais e internacionais é troncalizada em cabos com

grande capacidade de tráfego, que compõem o chamado backbone, ou espinha dorsal da rede. O desenho geográfico dessa rede é orientado à conexão de grandes regiões metropolitanas, como ocorre em outras redes de transporte (MOTTA, 2012). As pontas desses cabos são ramificadas até os pontos de acesso à rede, como os plugs de internet doméstica. A intermediação entre o backbone e os pontos de acesso é feita por companhias telefônicas: Vivo, Claro, Oi, Tim, entre outras. Essas empresas também operam a rede de dados móveis. A maior parte da infraestrutura da rede móvel consiste de antenas estações rádio base, ou ERBs, e centros de controle e comutação, os CCCs (TELECO, s.d.). Para chegarem aos servidores da In Loco, ou para qualquer troca de informações na rede móvel, os dados são transmitidos via sinais eletromagnéticos para a ERB mais próxima.

Tabela 2.1 Aplicativos de smartphone cujos termos de uso permitem conceder dados à In Loco

NOME	EXTENSÃO	CONTEÚDO
Tudo Gostoso	Receitas culinárias	Mais de 10 milhões
Palco MP3	Streaming de música	Mais de 100 milhões
Peixe Urbano	Compras, ofertas e cupons	Mais de 10 milhões
Magazine Luiza	Compras diversas	Mais de 50 milhões
Cadê o ônibus	Dados do transporte público em tempo real	Mais de 1 milhão
Buscapé	Compras, ofertas e cupons	Mais de 10 milhões
Sua Música	Streaming de música	Mais de 10 milhões
Rádio Rock	Streaming de música	Mais de 100 mil
Cittamobi	Dados do transporte público em tempo real	Mais de 5 milhões
Meu pag	Serviços financeiros	Mais de 5 milhões
Shopping Iguatemi Fortaleza	Informações a consumidores	Mais de 50 mil
Dieta e saúde	Dietas e alimentação	Mais de 5 milhões
Cuidaí	Saúde e alimentação	Mais de 50 mil
Vivo meditação	Rotinas de meditação	Mais de 500 mil

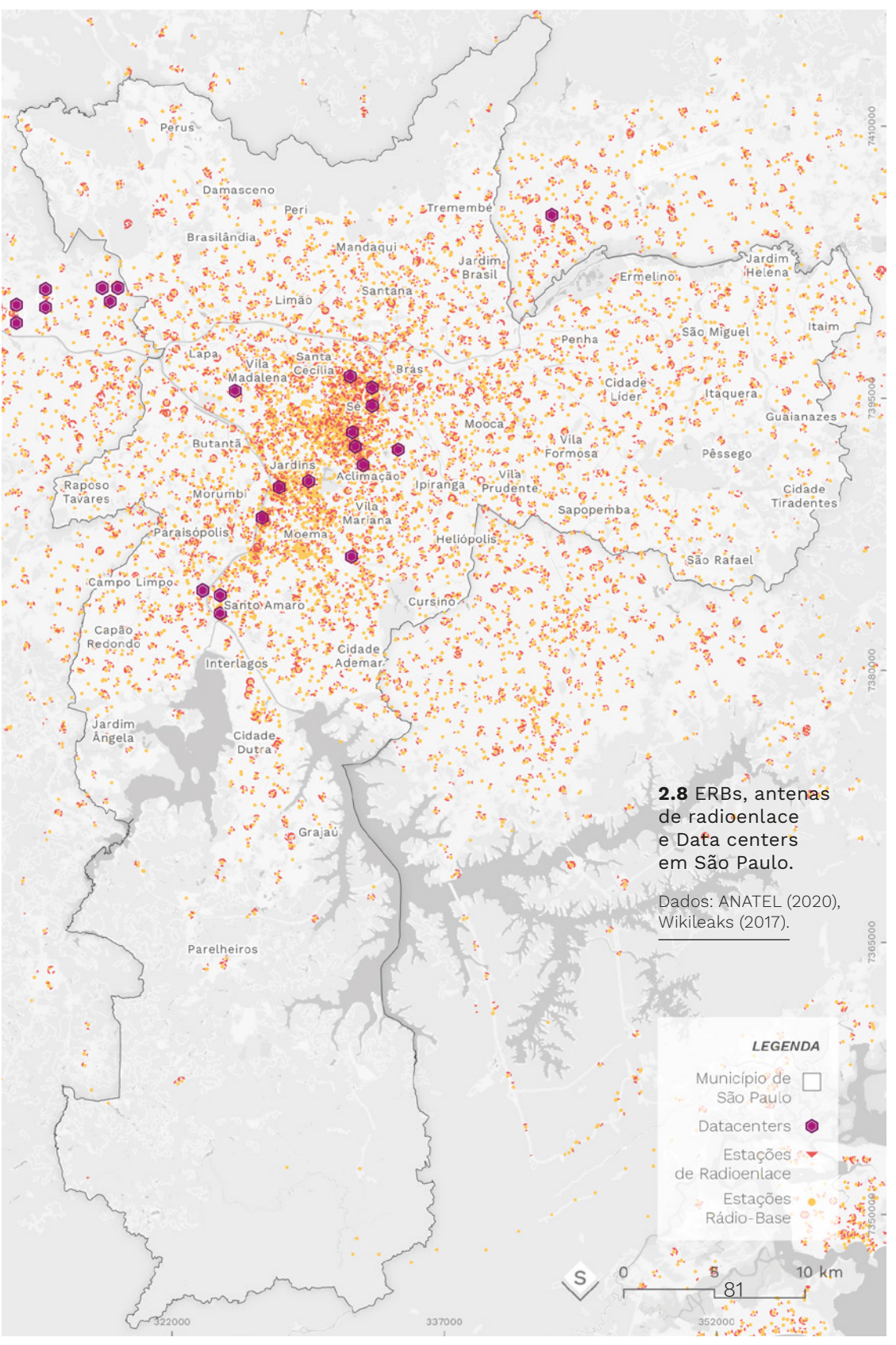
Fonte: O autor.

A frequência de rádio para troca de dados é definida por concessão federal do espaço eletromagnético. Já as ERBs são licenciadas por cada concessionária de telecomunicações – cada empresa constrói a sua própria rede de antenas. Os dados nas ERBs são transmitidos por radioenlaces até os CCCs, de onde são finalmente enviados por cabos até o destino. Para recepção de dados, realiza-se o caminho oposto.

Outro exemplo, que retornará em outros capítulos, é o sistema de monitoramento de ônibus da SPTrans. Os veículos contam com receptores de sinal GNSS embarcados, que calculam sua posição. O resultado é enviado pela rede móvel até os servidores da SPTrans, onde é ininterruptamente agrupado, decodificado e redistribuído para outras aplicações (SÃO PAULO, 2018). A rede de ERBs e antenas de radioenlace não é distribuída de forma homogênea no território. Dentro da cidade de São Paulo, há uma concentração maior de antenas na região conhecida como quadrante sudoeste, que abrange bairros de renda média e alta e os principais polos de emprego. Regiões onde a estabilidade do sinal é priorizada recebem mais antenas. A presença de barreiras físicas, como prédios ou montanhas, também pode requerer a instalação de múltiplas antenas.

Os dados de localização transmitidos via ERBs costumam ser calculados pelo sinal GNSS. Alguns trabalhos sugerem a adoção das antenas para cálculo de localização a partir de triangulação (CORDEIRO, 2009; RATSAMEETHAMMAWONG et al., 2010). Mas a solução mais comum para rastreamento com altíssima precisão, inclusive para ambientes internos, são as antenas de wifi, como as adotadas pela In Loco nos shoppings. Os hotspots de wifi costumam ser conectados diretamente à rede de cabos da internet, e ao contrário das ERBs, prescindem de grandes antenas. A Claro, concessionária da rede de dados, tem trabalhado na implementação de uma rede de wifi pública com cobertura ampla, dispensando – ao menos em tese – que o usuário da rede precise contratar um pacote de dados específico para seu smartphone. Essa rede de antenas públicas também pode aumentar a precisão do rastreamento da localização.

O cálculo de localização por antenas de wifi depende, primeiro, que saibamos a localização geográfica da antena de wifi. As coor-



2.8 ERBs, antenas de radioenlace e Data centers em São Paulo.

Dados: ANATEL (2020), Wikileaks (2017).

denadas das antenas públicas da Claro podem ser obtidas facilmente, mas as antenas em casas e estabelecimentos comerciais requerem um trabalho a mais. O wardriving é um método comum e mal-intencionado de realizar o mapeamento dos hotspots privados. Nele, uma pessoa equipada com um receptor GNSS e um computador dirige pelas ruas de uma vizinhança, registrando a identidade das redes de wifi (chamada SSID) encontradas pelo seu computador associadas às coordenadas do local de coleta (<https://www.mcafee.com/blogs/consumer/identity-protection/wardriving/>). Alguns estabelecimentos com intenção de explorar a localização dos consumidores, como shoppings, podem identificar voluntariamente a posição de suas antenas. A localização dos aparelhos conectados a esses hotspots georreferenciados é calculada pela intensidade da conexão e pelo ângulo de captura do sinal.

Vemos como a tendência geral de cada nova técnica de captura e rastreamento da localização é o aumento (muitas vezes não justificado) da precisão geográfica. Essa precisão se tornaria uma informação preciosa para o rastreamento de contatos durante a pandemia de Covid-19. Porém, observamos uma indisponibilidade desses dados para a discussão de políticas públicas emergenciais. As big techs podiam contar com a questão da privacidade como álibi para não ceder os dados a governos. A questão também pode ser vista sob a perspectiva da disputa de poder: os monopólios de tecnologia dos países de capitalismo central se opõem ideologicamente ao controle de suas atividades pelo Estado, e o domínio sobre os dados sensíveis de localização tem um papel estratégico na disputa pela opinião pública.

Os sensores eletrônicos têm vantagem na agilidade com que coletam dados, mas algumas informações não podem ser obtidas por nenhum método de sensoriamento. A toponímia (o conjunto de nomes de lugares), por exemplo, não pode ser obtida por fotos, pois só existe em contexto social. Este também é o caso dos censos e pesquisas amostrais: os dados costumam ser obtidos em entrevistas ou formulários. Os censos existem há centenas de anos, e suas técnicas de realização também mudam conforme a tecnologia da época. No Brasil imperial, por exemplo, os censos eram realizados por paró-

quias, que correspondiam à distribuição territorial da Igreja Católica no país. Hoje, o Censo do IBGE recorre aos sensores associados a aparelhos eletrônicos para pesquisa em campo, a fim de agilizar a coleta e transferência de dados. Para o Censo de 2021, os dispositivos de registro de cada recenseador são equipados com um receptor de sinais GNSS, que captura a localização da realização da entrevista (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019). Com isso, é possível rastrear a posição dos pesquisadores e também melhorar a qualidade do registro oficial de endereços para fins estatísticos, o CNEFE.

A Pesquisa Origem-Destino do Metrô, realizada a cada dez anos, também contou com dispositivos semelhantes na versão de 2017. Os microdados da pesquisa trazem as coordenadas dos pontos de coleta, da residência, do local de trabalho, da instituição de ensino e dos locais de transferência relacionados às pessoas entrevistadas. Já os dados do censo, apesar de associados a coordenadas, são agrupados na malha de setores censitários antes de serem divulgados, com objetivo de anonimizar as informações. Cada setor censitário representa uma coleção de pontos de coleta dentro de seu perímetro.

Usando sinais GNSS com um smartphone

Vamos realizar um pequeno exercício de mapeamento de campo a partir das tecnologias móveis de captura da localização. Para isso, vamos utilizar um smartphone com sistema operacional Android, seu receptor de sinal GNSS (uma antena de rádio) e sua câmera. Vou apresentar uma aplicação, de mapeamento de fotos por geoetiqueta, e depois apresentarei dois aplicativos para monitoramento de percurso e levantamento cadastral em campo.

A. MAPEANDO FOTOS POR GEOETIQUETA

Nesta técnica, utilizaremos apenas a o aplicativo de câmera do smartphone. Abra o aplicativo e verifique se a opção de salvar a localização está ativa. Esta opção costuma vir ativada por padrão, e é responsável por habilitar que a posição global do aparelho seja registrada como uma propriedade do arquivo de imagem. Esta propriedade costuma ser chamada de geoetiqueta (ou geotag).

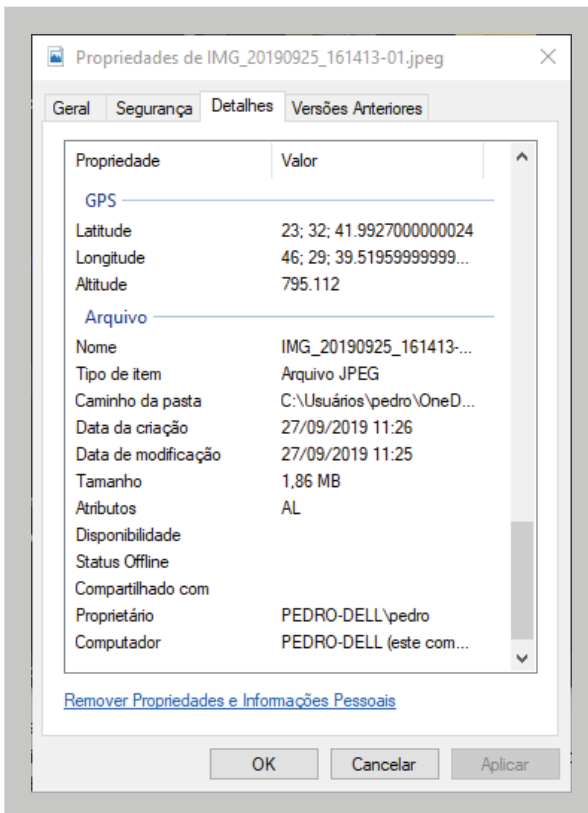
Para prosseguir, vamos tirar uma foto. Em setembro de 2019, tirei uma fotografia com o meu smartphone para ilustrar um post no blog do LabCidade sobre a nova lei de regularização fundiária aprovada na época. Vamos supor que precisemos recuperar a localização do imóvel a partir do arquivo original da fotografia (figura 2.9). A geoetiqueta pode ser vista no próprio smartphone ou a partir de uma cópia do arquivo em um computador, ao clicar com o botão direito sobre o arquivo e abrir a janela de propriedades.

Para visualizar a posição da câmera em um mapa, vamos utilizar o QGIS. Com o QGIS aberto, procure e selecione na barra de busca a ferramenta “importar fotos geolocalizadas”. Na janela que se abrirá, siga as instruções e especifique uma pasta que contenha a foto com geoetiqueta. Ao clicar em executar, o QGIS procurará por todas as fotos com geoetiqueta na pasta especificada e as representará com um ponto na área de visualização. Quando o processo terminar, será criado um layer novo de pontos contendo a posição da câmera no momento da foto. Observe o tipo de informação que foi



2.9 Fotografia com geoetiqueta a georreferenciar.

Fonte: o autor.



2.10 Janela de propriedades da fotografia a georreferenciar.

Fonte: o autor.

associada a cada ponto na tabela de atributos da camada: temos o caminho do arquivo de cada imagem no atributo “photo”.

Como o QGIS criou apenas os pontos, ainda não é possível ver onde esta foto foi tirada. Para isso, vamos instalar um complemento chamado OpenLayers Plugin. No Menu Principal, clique na aba “Complementos” e então em “Gerenciar e Instalar Complementos...”. A janela de complementos se abrirá. Procure pelo OpenLayers na barra de pesquisa dessa janela e instale o complemento. Com isso, uma nova aba chamada “Web” deve aparecer no menu principal. Para utilizar o OpenLayers, clique nessa nova aba e em seguida em “OpenLayers Plugin”. Uma lista de mapas web aparecerá, contendo o Google Maps, o OpenStreetMap e outros. Basta escolher algum deles e certificar-se de que há conexão com a Internet que o mapa será renderizado como uma nova camada no seu projeto.

Vou utilizar a base do OpenStreetMap na minha visualização. Ao adicioná-la ao projeto, talvez seja necessário navegar com o mouse até encontrar a posição da foto. Agora é possível ver onde esta foto foi tirada: no bairro de Artur Alvim – Zona Leste de São Paulo. Podemos explorar alguns recursos de representação: dê dois cliques sobre a camada com os pontos no Painel de Camadas, e uma janela com as propriedades da camada se abrirá. Navegue até a aba “Simbologia” (atenção às figuras seguintes).

No QGIS, cada geometria possui um estilo, que corresponde à cor, ao tipo de traço, ao tamanho e a outras características visuais. Para editar esses estilos, usamos o menu Simbologia. Existem várias formas de organizar a representação no QGIS: símbolos simples, mapas de calor, símbolos baseados em regra, graduados ou categorizados, clusters, dentre outros. Para alterar essa configuração, basta escolher uma opção da lista de simbologia. Além disso, cada representação de feição pode conter vários elementos empilhados: podemos usar um retângulo e um ícone para representar um campo de futebol, por exemplo. Para adicionar, editar e remover elementos de representação, usamos o menu de camadas visuais.

Vou utilizar a opção “Símbolo simples” para representar a foto. No menu de camadas visuais, deve haver uma estrutura de árvore chamada “Marcador”, com um item chamado “Marcador simples”.

Ao clicar nesse item, veremos uma lista de valores, cores e outros elementos que controlam a representação visual. Nesta lista, altero o valor “Tipo da camada símbolo” para “Marcador de imagem raster”, pois quero que a foto seja representada como um quadro sobre mapa. O menu passará a mostrar outros valores de representação, sendo o primeiro deles (o campo em branco) o caminho do arquivo da imagem raster que quero usar como símbolo. Eu poderia apenas escrever o caminho para a foto do imóvel no meu computador, mas farei pelo caminho mais longo. Vamos supor que você tenha mapeado diversas fotos. Nesse caso, se escrevermos o arquivo de apenas uma foto, todos os pontos serão representados pela mesma imagem. Para representar cada ponto com a imagem correspondente, precisamos usar outro recurso.

Para criar uma regra customizada, cliço no botão de configurações de valor ao lado do campo de arquivo e seleciono a opção “Editar”. Uma nova janela, que chamaremos de Construtor de Expressões, se abrirá. No Construtor de Expressões, é possível digitar regras e valores parametrizados para representar. Este é um recurso de representação avançado, mas amplia muito as possibilidades visuais nos mapas – e por isso será utilizado diversas vezes aqui. A regra de ouro dessa ferramenta é: não importa que expressão criemos, sempre devemos retornar um valor correspondente ao esperado pelo programa. Se vamos criar uma expressão para especificar o caminho de um arquivo, não importa que tipo de função de expressão utilizemos, o resultado precisa ser um texto de caminho de arquivo, ou a expressão simplesmente não funcionará. Se estivéssemos criando uma expressão para o tamanho dos símbolos, o resultado precisa ser um número, e por aí vai.

Precisamos, portanto, criar uma expressão que retorne um texto com um caminho de arquivo correspondente à foto de cada ponto. Será mais fácil do que parece. Lembra como o caminho do arquivo foi adicionado como uma coluna na tabela de atributos da camada? Podemos usar esse atributo para orientar o QGIS a buscar uma imagem diferente para cada ponto. Para isso, basta navegar até o menu de funções e valores, abrir a opção “Campo e Valores” – que contém os atributos da camada –, e escolher com clique duplo o atri-

buto “photo”. Com isso, o QGIS entenderá que, para cada símbolo, a foto correspondente está no caminho dado pelo atributo “photo”. Agora basta dar “Ok” no Construtor de Expressões. Podemos ainda alterar outros valores, como o tamanho da foto na visualização, e criar outros elementos visuais. No meu mapa, aumentei o tamanho da foto, alterei o ponto de ancoragem da imagem e criei um outro elemento visual, do tipo “Marcador simples”, com formato de losango e preenchimento amarelo para marcar a posição exata da foto. O resultado está na figura 2.11.

Esta técnica de mapeamento por geoetiqueta pode ser especialmente útil em visitas de campo. Suponhamos, por exemplo, que você queira mapear edifícios vazios ou igrejas, por exemplo, em um bairro qualquer. Com esta técnica, bastaria tirar fotos na frente de cada um desses edifícios e depois usar o QGIS para transformá-las em pontos num mapa. Criar pastas diferentes para tipos de imóveis diferentes pode ajudar a criar diversas camadas de pontos. Cabe aqui uma observação: nem sempre um smartphone consegue calcular sua posição com acurácia, e com isso fotos podem receber geoetiquetas com erros consideráveis, com dezenas ou centenas de metros de deslocamento. Para ter mais segurança de que as fotos serão mapeadas corretamente, tire mais de uma ou considere editar a posição dos pontos no QGIS – como apresento mais à frente. Contudo, preciso lembrar que os sinais GNSS para uso civil tem precisão em torno dos 5 metros – e por isso, não se trata de uma alternativa de altíssima precisão.

B. APLICATIVOS DE CAPTURA DE LOCALIZAÇÃO

Gostaria de explicar a fundo alguns outros exemplos de trabalho de campo, mas isso tomaria múltiplas páginas. Por isso, vou apenas mencionar algumas experiências e as ferramentas necessárias para reproduzi-las – assumindo que seja simples aprender a usá-las depois de algumas tentativas e erros.

A primeira experiência foi acidental, aconteceu enquanto eu retornava de uma festa na Rua Augusta para minha casa, em Artur Alvim. Era madrugada, e por isso recorri à rede de ônibus noturnos,



que circulam entre a meia-noite e as 5h. Uma das linhas, a N307-II (Terminal Pinheiros – Terminal Pq. Dom Pedro II), deveria atender a Rua Augusta, de acordo com o itinerário oficial e com as informações afixadas nos pontos. Contudo, depois de uma longa espera, abri um aplicativo de monitoramento dos ônibus (Cadê o Ônibus) e notei que os veículos desapareciam do mapa no meio do percurso. Como eu não tinha alternativa, caminhei até o local dos desaparecimentos e notei que os ônibus estavam saindo da rota oficial. Decidi então identificar a rota desviada para enviar uma reclamação formal à SPTrans – empresa responsável pela rede de transporte público do município. Para isso, usei um aplicativo de monitoramento de rotas chamado GeoTracker, para sistemas Android. Entrei no ônibus e liguei o monitoramento, e com isso registrei

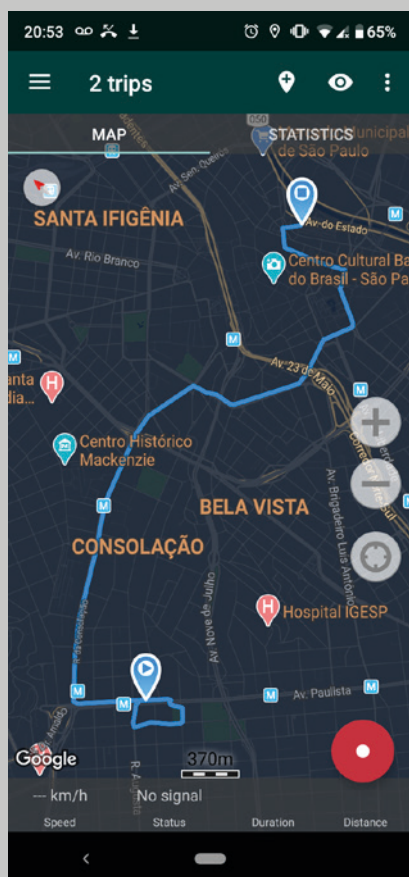
2.11 Fotografia georreferenciada sobre base do OpenStreetMap.

Fonte: o autor.

que o ônibus seguiu pela Rua da Consolação, jamais atendendo a Rua Augusta. Diferente da técnica de mapeamento por geoetiqueta, esta alternativa é uma boa opção para mapeamento de percursos, pois desenha em linhas em vez de pontos. No final do monitoramento é possível exportar um arquivo KMZ, que pode ser aberto no QGIS ou em outros softwares SIG. Infelizmente, o tempo passou e com ele minha vontade de protocolar a reclamação, mas em outra oportunidade alguns meses depois pude constatar que os ônibus da linha continuam a circular pela rota fantasma.

A outra experiência decorre de uma pesquisa conjunta realizada pela equipe do LabCidade. Desde 2017, o Governo do Estado de São Paulo trabalhou na estruturação de um Fundo de Investimento Imobiliário (FII) com imóveis públicos, como forma de angariar recursos para securitização de Parcerias Público-Privadas (PPPs). Eu já pesquisava securitização de PPPs desde 2016, sob um projeto de Iniciação Científica sobre a PPP Habitacional, e por isso participei do grupo de estudo sobre o FII estatal. Tratava-se de uma clara violação do direito à moradia sob um processo de financeirização: muitos dos terrenos estavam ocupados, com gente morando, e as famílias passaram a estar em risco de perderem suas casas sem qualquer aviso direto por parte do Estado. Em 2019, sob uma pesquisa financiada pela SOMO, a equipe do LabCidade decidiu realizar um levantamento de campo dos imóveis que compunham ou poderiam compor o FII localizados na região da Operação Urbana Água Espraiada, levantando informações sobre o uso, ocupação, número de habitantes. Fui encarregado de organizar o trabalho de campo, e nessa ocasião sugeri a adoção do aplicativo Memento – que já havia sido usado em outros trabalhos de campo do laboratório.

O Memento é um aplicativo de base de dados associadas a questionários. Funciona assim: os usuários podem criar um questionário customizado, com perguntas quantitativas e qualitativas, captura de fotos e geoetiquetas, sobre um assunto qualquer, e o programa criará uma base de dados correspondente, que será alimentado por novas respostas ao questionário. Assim, criei um questionário direcionado para as informações que queríamos obter em campo, incluindo captura de coordenadas, e compartilhei com os diversos pesquisa-



dores que iriam a campo. Quando o trabalho de campo terminasse, bastaria exportar um CSV de cada smartphone usado na pesquisa e juntar toda a informação num arquivo único, pronto para ser visualizado no QGIS. Esse aplicativo se aproxima muito dos equipamentos utilizados pelo IBGE na realização dos Censos Demográficos e pelo Metrô na Pesquisa Origem Destino.

2.12 Capturas de tela dos aplicativos Geotracker (esquerda) e Memento (direita).

Fonte: o autor.

OBSERVAÇÕES

Essas técnicas apresentadas têm um custo em comum: dependem da posse de um smartphone, de conexão com a Internet e de um computador. Ainda que os aplicativos sejam gratuitos, é inegável que esses procedimentos possuem um custo, e por isso não podem ser acessados por qualquer pessoa. A habilidade pessoal em lidar com tecnologia também pode afetar a viabilidade do trabalho. Além disso, como estamos tratando de trabalho de campo, é sempre importante lembrar que os lugares possuem camadas de socialização, e nem sempre qualquer pessoa pode sair por aí mapeando o que quer, gratuitamente. Além disso, a segurança do manuseio do smartphone em campo é importante: se um pesquisador em campo não se sente bem em segurar o celular por tempo suficiente para preencher um questionário ou tirar fotos, é possível que o resultado seja afetado pelo afoitamento ou, por que não, pela perda do aparelho.

Georreferenciamento

Existem casos em que nenhuma das duas alternativas anteriores, com os dados prontos para usar num mapa, está disponível. Nesses casos, se ainda houver disponível alguma imagem sem dados de localização (como os GEOTIFFs) que possa ser sobreposta a um mapa, podemos posicioná-la manualmente por georreferenciamento. Georreferenciamento consiste no processo de atribuição de referências geográficas a dado. No caso de imagens, geralmente usamos pontos de controle para criar uma correspondência entre um elemento da imagem e uma localização no mapa. Vamos ver um exemplo com uma foto aérea de 1940 tirada sobre o atual Córrego do Bispo, baixada do site Geosampa.

Para começar, precisamos deixar a base de referência a postos. Podemos utilizar as ortofotos em WMS, do exemplo anterior. Em seguida, assegure-se de que o SRC do projeto, no canto direito inferior da tela, corresponde ao SRC que você deseja usar. Altero o meu

para SIRGAS 2000 UTM 23S, que é o padrão do IBGE para mapas nessa escala. Depois disso, podemos abrir a janela de georreferenciamento. No menu principal, abra a aba “Raster” e clique em “Georreferenciador...”. Caso essa opção não apareça, vá ao painel de complementos – o mesmo que usamos para instalar o OpenLayers Plugin – e ative o plugin “Georreferenciador GDAL” na aba “Instalados”. Com isso, deve ser possível realizar o passo anterior.

A janela do georreferenciador será aberta. Adicione a imagem que deseja georreferenciar a partir dos botões na barra de ferramentas, e em seguida clique no botão de engrenagem para abrir a janela de configurações (figura 2.13). Na nova janela pode-se escolher o método de distorção da imagem, o sistema de referência geográfica e outros dados sobre o arquivo de saída. No meu computador, decidi usar o método de reamostragem cúbico com transformação Polinomial 1. Essas escolhas parecem bastante abstratas, mas seus efeitos se tornarão bem claros na etapa seguinte. No campo de SRC alvo, escolha a mesma projeção que está sendo usada no projeto, para que a captura de coordenadas seja coerente. Esse SRC será utilizado para criar a imagem georreferenciada. Pode-se também trocar o nome e a pasta onde o arquivo resultante será salvo. Por enquanto basta, clicaremos em “Ok” para efetuar as mudanças.

Agora vamos passar a georreferenciar. Para criar um ponto de controle (chamados no QGIS de pontos CPG), clica-se no botão “adicionar ponto” da barra de ferramentas e então clicamos em algum lugar da imagem que podemos reconhecer também na visualização do QGIS. Pode ser, por exemplo, um cruzamento de ruas, a quina de um edifício ou até copas de árvores. Tudo depende da certeza de que os elementos são correspondentes. No caso da foto aérea de 1940, muitos elementos contemporâneos não podem ser localizados porque a região passou por uma intensa transformação na ocupação desde então. Quanto menos elementos de referência tivermos, menor será a precisão do georreferenciamento. A alternativa no meu caso foi usar as poucas ruas cujo percurso foi mantido, identificando os centros das curvas e alguns cruzamentos. Na janela do georreferenciador, cliço em um ponto conhecido de uma das ruas. Na janela que se abrirá, escolho a opção “A partir da tela do mapa” para



2.13 Janela do georreferenciador no QGIS.

Fonte: o autor.

coletar o ponto correspondente a partir da imagem WMS carregado no QGIS. Basta clicar no mesmo lugar que identificamos no georreferenciador, e um novo ponto CPG será criado.

Para uma boa acurácia, repetimos esse processo até capturarmos o máximo de pontos possível. Conforme capturamos os pontos, eles serão listados na janela do georreferenciador. Os pontos também apresentarão linhas vermelhas, indicando a distorção prevista para que a imagem se encaixe nos pontos de controle. Se as linhas vermelhas estiverem muito longas, pode ser que você tenha criado correspondências falsas, que a imagem possui bastante distorção ou que o método de transformação não é o mais adequado. No último caso, basta reabrir a janela de configurações e mudar o tipo de transformação até encontrar alguma que promova menos distorções. Também é possível salvar os pontos CPG em um arquivo separado, caso precise retomar o georreferenciamento no futuro. Quando tiver coletado pontos suficientes, clique no botão “Iniciar” e a imagem georreferenciada será criada.

Esse processo é bastante útil para pesquisas históricas, pois permite cruzar dados de mapas com séculos de idade a dados contemporâneos. Mas há casos em que algum mapa é disponibilizado apenas em formato fechado – sem referência geográfica e em formato não reconhecido pelo QGIS –, e o georreferenciamento viabiliza observá-los num mapa mesmo que com alguns erros de posicionamento. Os mapas de Projetos de Intervenção Urbana (PIUs) da Prefeitura de São Paulo são bons exemplos disso. A ressalva é: para obter uma boa acurácia no georreferenciamento, é necessário coletar vários pontos de controle – centenas até – e possuir uma base de referência de boa resolução e bastante precisa. Como vimos no nosso exemplo, isso pode ser bastante trabalhoso e muitas vezes inviável.

Por fim, para ter uma leitura do resultado do georreferenciamento, desligo a camada WMS e crio uma camada do OpenStreetMap a partir do OpenLayers Plugin. Então abro a janela de propriedades do raster, diminuo sua opacidade na aba “Transparência” e mudo o modo de mesclagem para “Multiplicar”. Os métodos de mesclagem dizem como as cores das camadas superiores e inferiores devem se misturar na visualização. Aplicando as alterações, veremos

2.3 TUDO COMO SERVIÇO

Depois de coletados, os dados são transportados e armazenados. Desses locais de armazenamento, nos arquivos e servidores estatais ou privados, até aparecerem simbolizados em mapas, existem vários caminhos. Na FAUUSP, até pouco tempo atrás, o acesso aos dados acontecia via fotocópia de planilhas e mapas oficiais armazenados nas mapotecas do Cesad (BARBOSA; NADER; SPILA, 2019). Na década de 2000, as cópias passaram a circular em mídia digital, como CDs e pen drives. Os disquetes, famosos entre as décadas de 1970 e 1990, possuíam uma capacidade de armazenamento bastante limitada, o que dificultava seu uso para cópia de grandes bases de dados. No decorrer dos anos 2000, o CESAD migrou suas bases de dados para um servidor e disponibilizou acesso via internet. Esta migração para acesso pela internet aconteceu no atacado para todas as principais bases de dados: as pesquisas do IBGE, os mapas da Prefeitura de São Paulo e outras capitais, as imagens aéreas, todas passaram a ser acessíveis pela rede, sem que o usuário precise sair de casa. Na década de 2010, com a estruturação das grandes bases de dados por grandes monopólios de tecnologia, vimos mais uma mudança importante nas formas de acesso em direção à chamada “computação em nuvem” e “internet das coisas” (IoT).

Para entender a solução, resgatemos as principais funções de um computador comum. Um computador ou um smartphone possuem sempre (i) uma unidade de armazenamento de dados, como discos rígidos ou drivers de estado sólido (as SSDs), (ii) uma unidade de memória de acesso rápido (RAM), que só consegue armazenar informações enquanto o computador estiver conectado à tomada, e (iii) uma unidade de processamento, que recebe comandos sobre o que fazer com informações armazenadas na memória RAM. Existe uma tendência pela redução do tamanho dos aparelhos eletrônicos em nome da portabilidade, e com isso esses três elementos básicos tendem a ter suas capacidades operacionais limitadas. Um notebook comercial com memória SSD, hoje bastante comum no mercado, tem uma capacidade de armazenamento limitada: os mais acessíveis suportam entre 250 e 500 GB, um valor baixo para as demandas de

armazenamento para quem trabalha com grandes bases de dados. Nos smartphones esse limite é ainda mais geral e sensível, exigindo que sempre se gaste algum tempo removendo arquivos dos nossos celulares.

É nesse cenário que prosperam as soluções em nuvem. O armazenamento em nuvem, oferecido pelo Google Drive, OneDrive da Microsoft, Dropbox e outras, retira a necessidade de uma unidade de armazenamento de dados de alta capacidade nos aparelhos pessoais. Esse recurso raramente é opcional: aparelhos com versões Android da Google, por exemplo, requerem a criação de uma conta pessoal com acesso ao Google Drive e outros serviços da empresa. Apesar da metáfora da nuvem, os dados dos milhões de usuários são concentrados em alguns poucos datacenters. A unidade de armazenamento dos aparelhos é “terceirizada”, os dados passam a alugar um espaço em unidades de armazenamento dessas empresas. A analogia com o aluguel é literal: as empresas de tecnologia cobram para armazenar grandes volumes de dados.

Outras funções dos aparelhos eletrônicos também são terceirizadas, dentro de um modelo de negócios recorrentemente chamado “tudo como serviço” – Everything as a Service, ou XaaS. Soluções SaaS (Software as a Service), por exemplo, deixam de requerer um hardware de instalação. As funcionalidades do software são disponibilizadas online pelas empresas, que passam a cobrar por tempo de uso (licenças anuais ou mensais). É possível contratar até mesmo capacidade de processamento (Infrastructure as a Service, Desktop as a Service), diminuindo a necessidade de possuir um processador potente para realizar tarefas pesadas, mas aumentando a dependência de servidores dessas empresas. A Amazon, a Google e a Microsoft concentram as vendas de serviço nesse mercado, mas também encontramos soluções semelhantes em softwares da Autodesk e no ArcGIS.

Algumas soluções oferecem serviços que associam armazenamento e processamento de dados, como é o caso de funções do Google Maps API. Duas funções oferecidas são importantes para o desenvolvimento da segunda parte deste trabalho: a geocodificação e o roteamento. Muitas bases de dados são coletadas sem informa-

ções de localização por coordenadas, e por isso não são diretamente mapeáveis em ferramentas de geoprocessamento. As bases de dados de hospitalizações e notificações de Covid-19, por exemplo, são coletadas em fichas médicas em que a única identificação espacial é por endereço. Os algoritmos de geocodificação permitem, a partir desses registros de endereço, obter coordenadas geográficas. Quanto mais completas as informações do mapa e quanto mais testado for o script de processamento do texto, mais preciso será o resultado do processo. Não à toa, os serviços de geocodificação da Google, proprietária do Google Maps, são os mais precisos disponíveis em escala global.

Já os serviços de roteamento consistem no cálculo de rotas de viagem. Essa era uma função especializada de equipamentos de navegação de automóveis, conhecidos como “aparelhos GPS”, mas que foi estendida para todos os aparelhos. A capacidade de calcular uma rota também depende de um mapa de boa qualidade, constantemente atualizado e com informações sobre os diversos sistemas de transportes. No caso do Google Maps, essas informações ficam armazenadas nos servidores da Google. Sempre que pesquisamos uma rota no Google Maps, estamos solicitando um cálculo de roteamento. Porém, o roteamento num modelo XaaS está relacionado a realização de cálculos de rota em massa, demandadas por serviços de transporte sob demanda como a Uber e a 99 Táxi ou aplicativos de entrega, como o Rappi e o iFood. No Google Maps API, tanto o roteamento quanto a geocodificação são precificados por solicitação, mas as plataformas oferecem créditos para usuários de pequena escala, aumentando a fidelização aos serviços empresa.

Essa dependência dos nossos aparelhos pessoais e ferramentas de pesquisa a tecnologias externas, até mesmo para realizar funções básicas, dá razão de ser para o rastreamento dos usuários. Quando usamos seus serviços em nuvem, entregamos indiretamente nossas localizações geográficas, nossas demandas, nossos dados bancários para cobrança do uso dos serviços, dentre outras informações. Essa altíssima concentração de capacidade de armazenamento e processamento, que viabilizam as soluções em nuvem e aumentam a portabilidade dos nossos computadores, também são a espinha dorsal das grandes bases de dados – o big data. As limitações políticas e tecno-

lógicas desse modelo de negócio tão comum nas empresas de tecnologia, e cada vez mais comum no *modus operandi* de instituições públicas, atravessam constantemente os métodos de pesquisa em planejamento urbano. É o que observaremos na prática, na próxima parte do trabalho, a partir das nossas pesquisas sobre a pandemia de Covid-19 em São Paulo.





PARTE II

cartografias da pandemia

A Covid-19 chegou ao Brasil no início de 2020. Nos primeiros dias, a doença não tinha contexto cultural muito bem definido, por ser um fenômeno novo. Era uma tábula rasa, se compararmos a doenças como dengue, diabetes, AIDS ou câncer: essas outras aparecem conectadas a estereótipos e estruturas de linguagem específicas. Com o tempo, a Covid-19 apareceu vinculada às classes altas, responsáveis por trazer o vírus de suas extravagantes e irresponsáveis viagens ao exterior. Também houve a vez dos asiáticos, associados à “sujeira” e “repugnância”. Apareceu também associada à população idosa, à sua fragilidade, muito por conta do que assistíamos dos surtos na Europa. Em seguida, foram os profissionais da saúde: aqui em São Paulo, vimos trabalhadores dos hospitais hostilizados nas ruas e no transporte público.

Com o passar de alguns meses, a Covid-19 ganhou alguns contornos morais. Nas redes sociais e entre as bolhas de classe média, aparece uma compreensão de que a doença é produto da irresponsabilidade de alguns, que não aderem às medidas de proteção. Contudo, a Covid-19 acomete também o extremo oposto, o de responsabilidade absoluta. Profissionais da saúde, atuando diretamente no tratamento, são os mais vulneráveis à doença. Mas não apenas eles: todas as pessoas que não puderam parar de sair porque são responsáveis por colocar o pão na mesa. Há trabalhadores cuja profissão é essencial para evitar o colapso da saúde, evitando a morte; mas também há trabalhos essenciais para manutenção diária da vida, como o trabalho doméstico. Se tomamos disseminação como fruto de irresponsabilidade e individualismo, as ações possíveis vão pela responsabilização do indivíduo para que tome as medidas de proteção. Mas sabemos que isso não é tudo, o cuidado e a responsabilidade familiar e coletiva também expõem. Assim, medidas exclusivamente com foco no indivíduo e suas ações tendem a reforçar um estereótipo, uma explicação generalista e descontextualizada.

Essas questões não são novidade: foram discutidas por Susan Sontag (1978), ao tratar sobre elementos de linguagem que constroem estereótipos sobre a doença. Pensar a doença numa perspectiva cultural, seguindo a linha de seu trabalho, nos oferece alguns pontos interessantes. Na linguagem da epidemiologia e da medicina,

o binômio doença-saúde está rodeada por termos técnicos: prevalência, morbidade, risco, eficácia, diagnóstico. O diagnóstico define a existência da doença em termos médicos, mas a existência social da doença não depende dos ritos padronizados, e os estereótipos dependem ainda menos. A hostilidade contra pessoas com fenótipo oriental e profissionais da saúde é completamente infundada na lógica ou na ciência, mas é um fato social consumado. Do estereótipo decorrem ações perigosas – vemos isso também em vários exemplos na história do planejamento urbano.

Apesar de não ser tratado por Sontag, o espaço pode ser um componente da construção do estereótipo. A epidemia de ebola de 2016, por exemplo, é associada a um imaginário de corpos negros, mas não são negros brasileiros, haitianos ou estadunidenses. No caso da Covid-19, com alguns meses de pandemia e de dados acumulados, vemos o aumento dos casos nas regiões periféricas das nossas cidades. Características construtivas e sociais desses bairros logo passam a aparecer como possíveis condicionantes da pandemia: densidade alta, sobreocupação dos cômodos, falta de janelas, conversas com os vizinhos, permanência no espaço público. Essa caracterização urbana e arquitetônica recai especialmente sobre o domicílio e sobre os espaços de lazer associados a indicadores culturais de precariedade, como cor da pele, provisoriidade e informalidade – corporificados pela chamada “Periferia”. Mas a infecção nesses espaços depende, antes de tudo, que alguém de fora traga o vírus da Covid-19 ao ambiente.

Para contrapor essa imagem de espaço estereotipada, usaremos a cartografia – e inevitavelmente cruzaremos com os players e tecnologias descritas na primeira parte deste trabalho. O esforço de contranarrar tem em vista dois objetivos: atuar para repensar as políticas públicas e evitar que repitamos algumas escolhas do urbanismo do passado no futuro. Com as vacinas prontas, podemos vislumbrar o fim da pandemia de Covid-19, mas os sua memória deixará marcas culturais duradouras. No primeiro capítulo desta segunda parte, exploro a construção desse estereótipo geográfico na cidade de São Paulo. Em seguida, partiremos para algumas leituras cartográficas baseadas na mudança de escala e representação cartográficas

(capítulo 2) e na mobilidade por transporte público como elemento da disseminação (capítulo 3). Com a exposição desses mapas, busco complexificar o problema e mostrar alguns limites da técnica. Registre todo trabalho de pesquisa em formato de relato, tendo em vista que a discussão das formas de fazer e dos caminhos reais percorridos norteia o conjunto do trabalho. Muitas vezes, em publicações de artigo com tamanho limitado, algumas premissas técnicas fundamentais não podem ser discutidas com o mesmo nível de detalhe que busquei aqui. O relato também dá conta de explanar como se deu a gestão e divulgação dos dados epidemiológicos durante a pandemia, por parte do Poder Público e outras entidades. No capítulo 4, apresento os resultados cartográficos com métodos mais consolidados, e a partir deles discuto a complexidade da disseminação sob uma perspectiva urbana.

O trabalho termina no quinto capítulo desta parte, onde faremos uma revisão das medidas adotadas pelo Estado na gestão da crise. Usaremos as cartografias dos capítulos anteriores para discutir o que poderia ser feito de maneira diferente. Este trabalho não dá conta de terminar a exploração cartográfica que iniciou, e por isso aproveitarei para expor os próximos passos e os desdobramentos externos. Me considero satisfeito se o trabalho der conta de descrever o problema das leituras urbanísticas simplificadas, relatar a busca pelos dados e explorar hipóteses sobre a pandemia de Covid-19 a partir de cartografias do município de São Paulo e região.

CAPÍTULO 1

periferia e estereótipos da doença

Com a distribuição técnica e política das ferramentas de produção e tratamento de dados, que explorei na parte anterior, as empresas de tecnologia e o Estado foram os primeiros a produzir e publicar leituras cartográficas sobre a pandemia. Dado o interesse sobre o tema, os mapas tiveram grande repercussão na imprensa e ajudaram a construir uma narrativa sobre a disseminação espacial da doença: de que ela estaria relacionada à precariedade, ao adensamento excessivo e à falta de higiene. Essas características compõem um estereótipo de periferias urbanas, e não só no Brasil foram utilizadas como justificativa para remover e destruir bairros inteiros no passado. Apesar da importância para construção de um pensamento sobre cidade no Brasil e, sobretudo, sobre as desigualdades socio espaciais que a caracterizam, o uso das categorias centro-periferia para explicar a disseminação da pandemia pode produzir uma simplificação excessiva das dinâmicas vividas pelos habitantes da cidade, e incorrer em interpretações essencialistas, incertas e potencialmente estigmatizadoras.

Neste capítulo, recupero alguns exemplos de narrativas e técnicas cartográficas como ferramentas de leitura epidemiológica, buscando evidenciar o papel da tecnologia dos mapas na criação de um nexos centro-saúde-periferia-doença no planejamento urbano, que se potencializa na crise de 2020. O objetivo é localizar a tradição técnica e a linguagem cartográfica dentro da disputa essencialmente política sobre o espaço urbano.

1.1 O BINÔMIO CENTRO-PERIFERIA

“Pretos têm 62% mais chance de morrer por Covid-19 em São Paulo do que brancos”

G1 (DANTAS, 2020)

“Covid-19 em São Paulo: A raça como fator de risco”

Periferia em Movimento (2020)

“Bairros de SP com maioria da população negra apresentam mais mortes por Covid-19, aponta pesquisa”

G1 (PINHONI, 2020)

“Covid-19 na periferia de SP expõe faceta da desigualdade, dizem médicos”

UOL (SOUZA, 2020)

“Periferia das Zonas Norte e Sul de SP lideram ranking de bairros com mais mortes por Covid-19”

G1 (SP1 e G1 SP, 2020)

“Na periferia, famílias adoecem juntas por contágio da covid-19”

R7 (AGÊNCIA ESTADO, 2020)

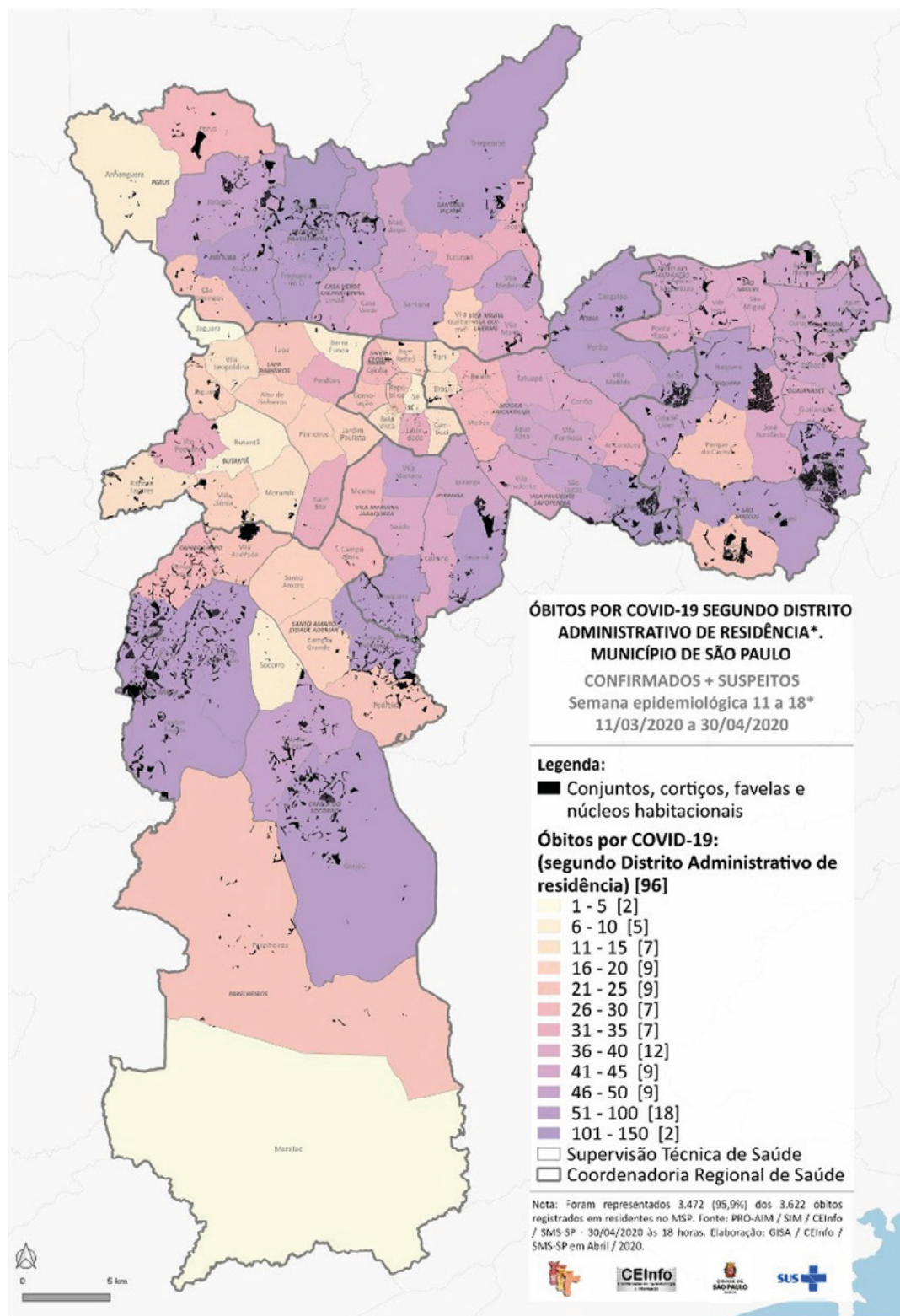
Estas são manchetes de textos jornalísticos publicados nos primeiros meses da pandemia de Covid-19, todas sobre a situação da cidade de São Paulo. Em comum, todas trazem um determinante racial ou espacial para caracterizar a presença da doença. São determinantes que costumam remeter a alguns binômios, ainda que os pares não estejam explícita: branco-preto, centro-periferia. Há uma compreensão, pelo menos num senso construído a partir de perspectiva histórica sobre a raça, de que esses pares se combinam como

centro-branco e periferia-preta, e muitas vezes os termos se confundem e se complementam no discurso.

Por ora, vamos observar a presença do binômio centro-periferia. É uma ideia que remete a uma organização do espaço, um modelo difundido no início do século XX pela Escola de Chicago, como teoria dos círculos concêntricos (VILLAÇA, 2011). Essa concepção geometrizada sobre a constituição do espaço urbano tem sofrido críticas, visto que é incapaz de explicar a totalidade social das cidades. Contudo, o binômio centro-periferia passou por um processo de ressignificação: nem sempre se refere a anéis de desenvolvimento ou precariedade. Não se utiliza o termo centro para se referir à região de Alphaville ou Granja Viana, por exemplo, mas tampouco se atribui a elas o termo periferia. A “periferia”, por outro lado, pode corresponder a bairros dispersos e não contíguos, situados a distâncias variadas da região central. Pode não designar exatamente um anel de precariedade, mas uma presença: usa-se “periferia no centro” para relatar a existência de ocupações populares no Centro histórico de São Paulo. A periferia ainda pode se agregar a uma identidade, como subjetividade periférica que não se fixa num espaço, mas em corpos.

Com essa definição ampliada do termo, extrapolando as delimitações geográficas, precisamos compreender melhor a que se referem os recortes de jornal quando empregam o termo periferia. Vamos percorrer uma análise dupla, cruzando o conteúdo dos textos jornalísticos com leituras cartográficas que muitas vezes aparecem como base para elaboração desses conteúdos, a fim de reconstituir o lugar na cidade chamado de periferia. Os mapas aqui têm uma função importante: são abstrações limitadas sobre o espaço, e requerem uma definição muito estrita e terminada dos elementos mapeados. Mas é justamente essa característica que nos permite dar um contorno mais nítido a como essa divisão centro-periferia aparece na cobertura da pandemia.

Um dos primeiros textos que apresentou uma territorialização da disseminação de Covid-19 no município de São Paulo foi publicado no site G1 em 4 de maio de 2020 (FIGUEIREDO, 2020). A matéria apresenta um mapa oficial com dados de óbito por Covid-



19, acompanhado por uma declaração prefeito de São Paulo, Bruno Covas:

Semanalmente o número de mortos, tanto confirmados quanto suspeitos, vocês veem que começa na zona central da cidade, mas vai aumentando muito na periferia, Brás, Brás, Grajaú, Sapopemba, Cidade Tiradentes, mostrando o quanto isso está se disseminando na periferia. A gente conseguiu mostrar também o quanto isso se concentra nas áreas em que temos favelas na cidade de São Paulo. Toda a atenção do poder público é justamente para a população em maior situação de vulnerabilidade (op. cit.)

O uso do termo “conseguir mostrar” é capcioso, já que o único esforço feito no mapa foi a sobreposição de informações, e não uma análise causal e, portanto, deveria ser definido como “conseguir colocar num mapa”. Mas a narrativa cartográfica imputa uma causalidade entre conjuntos, cortiços, favelas e núcleos com óbitos por Covid-19, a partir da escolha das informações deveriam ser sobrepostas. Como não se dispõe de qualquer elemento concreto para determinar as causas, a “periferia” aparece como explicação. Por outro lado, os bairros com poucas mortes suspeitas concentram as maiores áreas de cobertura vegetal do município, então por que não testar a sobreposição de óbitos suspeitos com arborização pública? Caso fizéssemos esse mapa, conseguiríamos mostrar uma correspondência espacial, o que não significaria que a presença de vegetação desaceleraria a disseminação do vírus.

1.1 Mapa de óbitos por Covid-19 por distrito do Município de São Paulo.

Fonte: G1, Prefeitura de São Paulo. Disponível em <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/05/04/bairros-com-maior-numero-de-mortes-por-coronavirus-em-sp-concentram-favelas-e-conjuntos-habitacionais.ghml>>. Acesso em 05/05/2020.

Um segundo problema na declaração é que se fala em concentração de favelas. Porém, o mapa apresenta favelas, cortiços, núcleos e conjuntos habitacionais, todos com a mesma simbologia, apesar de diferenças fundamentais entre esses tipos. Talvez a mais fundamental seja a origem: diferente dos cortiços e favelas, os conjuntos habitacionais são produzidos ou diretamente financiados pelo Estado e, portanto, seguem regramentos edilícios do mercado de construção formal. Que tipo de recorte conceitual permitiria colocar favelas e conjuntos habitacionais, produzidos às vezes pela própria prefeitura, em uma mesma categoria?

Os moradores das favelas, cortiços e conjuntos habitacionais terminam juntos num ciclo de precariedade habitacional, de transitoriedade permanente (RAQUEL, 2015), em que as pessoas transitam entre favelas e cortiços e eventualmente pagando as parcelas de um apartamento num conjunto habitacional. Os tipos, produzidos formal ou informalmente, seriam todos um indicador de insegurança, de pobreza. Se esses tipos estão vinculados à ideia de periferia apresentada na explicação do prefeito, então podemos dizer que a declaração não se refere a espaços periféricos, no sentido geográfico, e suas características físicas excessivamente diversas para comporem uma única categoria arquitetônica, mas sim aos sujeitos que habitam estes espaços – os sujeitos periféricos. Talvez por isso, não demora para que práticas sociais, rotinas e comportamentos desses sujeitos sejam condenados como perigosos para disseminação da Covid-19. Existe também a questão do adensamento dentro dos cômodos do domicílio, que pode ser considerado um elemento em comum entre os tipos – apesar de não existirem bons dados sobre isso –, mas voltaremos a esse tema em breve.

Outro (terceiro) problema na narrativa do prefeito está em sua leitura espaço-temporal da disseminação. Segundo ele, os focos teriam começado no centro e, então, explodido e permanecido na periferia – ideia que persistiu na opinião pública. Um dia depois da publicação do mapa, o presidente da XP declarou em suas redes sociais que a pandemia estaria no fim “entre nós”: “O pico da doença já passou quando a gente analisa a classe média, classe média alta. O desafio é que o Brasil é um país com muita comunidade, muita favela,

o que acaba dificultando o processo todo” (MOURA, 2020). Ou seja, mesmo que a doença tenha sido trazida por viagens internacionais, a grande dificuldade estaria na existência das comunidades e favelas, que seriam ambientes propícios para disseminação da doença. Esta compreensão espaço-temporal está equivocada.

Mesmo diante destes problemas na argumentação, a declaração do prefeito leva a uma conclusão aparentemente sensata: a atenção do poder público é (ou deveria ser) para a população mais vulnerável. Aparece um teor de crítica social, de denúncia das desigualdades. Ao comentar sobre o modelo geométrico centro-periferia, Villaça (2011) aponta que:

limita-se fundamentalmente a uma descrição. As abordagens sob a óptica centro versus periferia, quando ultrapassam a descrição, limitam-se a denunciar a injustiça, não conseguindo explicar a segregação nem articulá-la ao restante da estrutura urbana e da totalidade social. Além disso – e isso já seria motivo suficiente para rejeitá-la –, é falsa como descrição da segregação. (p. 38)

E continua, sobre análises recentes de novas tipologias habitacionais:

Esses estudos – como muitos estudos urbanos – têm um fundo não muito claro e nunca explicitado. É um fundo moral, ético, que destaca a injustiça. Quando destacam a opressão ou a dominação, fazem-no sob a óptica da injustiça. Como sua causa real não é estudada nem claramente explicitada, ela passa ao leitor (o que deve ocorrer também na cabeça de muitos dos autores) a ideia de que sua causa é a maldade, a ganância e os interesses mesquinhos dos homens. Nessa base ética está o maior perigo de qualquer análise social, as urbanas incluídas. (op. cit, p. 39)

Fica claro no texto do professor que já existe um acúmulo, mesmo na academia, desse tipo de formulação com caráter moral. A fala do prefeito busca legitimar uma leitura simplista do território em um aparente interesse no bem-estar da população de renda

mais baixa, mas é pouco provável que, partindo de uma compreensão incompleta ou mesmo errada do problema, possamos chegar a resolvê-lo. E mais, a partir do momento que categorias como periferia, vulnerabilidade, precariedade – em resumo, pobreza – são entendidas como causa para um problema emergencial, que exige ação imediata, é fácil se abandonar ao conformismo. Afinal, não resolveremos as desigualdades da cidade de São Paulo em um mês, e por isso seria impossível evitar milhares de mortes entre os mais pobres. Outro perigo dessa leitura é quando se torna premonição: se um bairro tido como periférico não apresenta altas taxas de óbito, seria só uma questão de tempo até que o vírus chegue e devaste esta comunidade, já que a relação entre periferia e doença é inescapável. O papel de dinâmicas locais, organizações comunitárias com estruturas distintas, as formas de vida cotidianas diversas dentro desses bairros passam a ser irrelevantes para a análise, e não sobra mais nada para compreender, nem espaço para agir.

Também podemos encontrar na cobertura da pandemia alguns elementos mais concretos que associam, com teor explicativo, o risco de disseminação de Covid-19 a essa vulnerabilidade. Vamos observar dois deles em maior detalhe: a densidade e a raça.

1.2 A QUESTÃO DA DENSIDADE

Poucos dos que leem estas páginas sequer concebem o que são estes pestilentos viveiros humanos, onde dezenas de milhares de pessoas se amontoam em meio a horrores que nos trazem à mente o que ouvimos sobre a travessia do Atlântico por um navio negreiro. (STEAD apud HALL, 2013, p. 18)

Este trecho de texto é de um panfleto escrito por Stead em 1883, trazendo uma denúncia documental da moradia operária na cidade de Londres, então capital global da industrialização. Com mais de um século e um oceano de distância, a associação da densi-

dade populacional dos bairros pobres (pessoas amontoadas) e da doença (em pestilentos viveiros) volta a circular em 2020:

“Quatro famílias moram no mesmo número da Rua Capricho Rústico, no Itaim Paulista, na zona leste de São Paulo. Cada porta da casa retangular se abre para cômodos pequenos que acumulam funções - o quarto também é sala, por exemplo. Falta ventilação. No fundo do terreno, do outro lado do muro improvisado por telhas de amianto e uma porta de madeira, avançam as águas cinza-chumbo do córrego Lageado, que transborda na época das chuvas e invade o quintal. Nessas quatro famílias, cinco pessoas tiveram covid-19.” (AGÊNCIA ESTADO, 2020)

Esta é parte de uma matéria no portal R7, e aqui podemos ver a associação não só à densidade, mas também a características construtivas e de vizinhança. As descrições de Stead (apud HALL, 2013) para Londres seguem nesse caminho:

Paredes e teto estão negros com as acreções da imundície que sobre eles se foi acumulando ao longo dos anos de abandono. (...) O que atende pelo nome de janela é apenas metade disso, entuchada de farrapos ou tapada com tábuas que impedem a entrada de chuva e do vento (...). Cada quarto, nessas podres e fétidas moradias coletivas, aloja uma família, muitas vezes duas. Um fiscal sanitário registra em seu relatório haver encontrado, num porão, o pai, a mãe, três crianças e quatro porcos! Noutro, um missionário encontrou um homem com varíola, a mulher na convalescença de seu oitavo parto, e as crianças zanzando de um lado para o outro, seminuas e cobertas de imundície. Aqui estão sete pessoas morando numa cozinha no subsolo, e ali mesmo, morta, jaz uma criancinha. (p. 20)

O paralelismo entre elementos descritivos pode parecer anedótico, mas o tema se repete nos jornais de outros países bastante afetados pela pandemia. Em uma matéria para o *The New York Times*, vemos um apontamento sobre deslocamentos forçados e o impacto

do aluguel em residentes do Vale do Silício durante a pandemia. Ao longo do texto, o autor não responsabiliza as grandes densidades urbanas como facilitadora da disseminação, mas faz uma ressalva à superlotação residencial: “alguns novos estudos sugerem que densidade, o número de domicílios por hectare, é menos importante que lotação, o número de pessoas por quarto” (DOUGHERTY, 2020; tradução nossa). Curiosamente, os estudos citados não trazem uma comparação entre os dois indicadores. Este texto contrapõe um outro artigo do mesmo jornal, publicado em março, que traz a densidade como o “grande inimiga” do controle da pandemia em Nova York (ROSENTHAL, 2020). O apontamento sobre adensamento domiciliar se repete em outras matérias, e poucas parecem relacionar esse dado como um indicador de vulnerabilidade, de menor acesso a tratamento médico, maior prevalência de comorbidades ou menor segurança na obtenção de renda. Os estudos citados não apontam causalidade entre focos de Covid-19 e quartos superlotados – apenas correlação –, mas esses detalhes finos não costumam ser citados.

No jornal *The Guardian*, encontramos uma matéria que evoca explicitamente a Londres retratada por Stead. O jornal cita um epidemiologista da Royal Society of Medicine:

“Os Vitorianos pagaram o preço por alojar pessoas em lugares fundamentalmente insatisfatórios e insalubres quando a cólera e a tifoide surgiram. (...) Nós estamos agora em uma era de doenças novas e singulares, que adorarão o equivalente moderno dos bairros pobres vitorianos, onde pessoas não têm espaço suficiente nem, possivelmente, ventilação e iluminação adequados.” (WALL, 2020; tradução nossa)

A citação à cólera é curiosa, visto que a doença está relacionada a falta de saneamento, e não à falta de espaço ou de luz do sol. Nesses recortes de jornal internacionais também é comum encontrar menções a comunidades negras, latinas e mulçumanas – o adensamento excessivo é associado a raça, nacionalidade e até religião.

Já na China, cujas cidades foram muito menos afetadas pelo Sars-Cov-2 apesar do grande contingente populacional, um artigo

de maio aponta correlação de diversos indicadores para explicar a disseminação na cidade de Wuhan (HEYUAN et al., 2020). Ao apresentar as considerações, há mais uma confusão entre correlação e causalidade, e os autores terminam propondo uma mudança de paradigma urbanístico: diminuição das densidades, agricultura nos centros urbanos, construção de muros entre vizinhanças residenciais, aumento dos espaços livres entre os edifícios, comércio digital ou concentrado fora dos bairros residenciais. Urbanismo modernista revisitado.

Este último artigo traz uma resposta a uma questão que está implícita nos outros textos: o que fazer com as cidades para evitar a disseminação da doença? Deixando de fora o caso de Wuhan, vemos essa pergunta se desenhar em torno de uma noção de precariedade residencial, que se aproxima da ideia de periferia que discutimos. A pergunta seguinte poderia ser “o que leva as pessoas a morar nessas condições?”, mas encontramos vários exemplos na história do Urbanismo em que, defrontadas com problemas semelhantes, as autoridades preferem se questionar “o que construir no lugar disso?”. A simplificação do problema ao nível das aparências afasta as perguntas mais pertinentes. Além disso, no âmbito privado, o foco costuma ser o controle dos comportamentos de risco a partir do desenho da unidade habitacional. Presume-se que, com mais quartos, os membros das famílias passariam a se isolar em seus cômodos, o que ignora as dinâmicas de cuidado e afeto familiares. Como se alimenta uma família cujos responsáveis adoeceram? Como se lavam as roupas? Param de ir ao trabalho? Como se rearranjam as formas de sociabilidade?

Encontramos uma resposta prática no caso tido como primeiro óbito por Covid-19 no Rio de Janeiro (MELO, 2020). Trata-se de uma senhora de 63 anos, diabética, hipertensa e obesa, que trabalhava como empregada doméstica e contraiu o vírus de sua patroa recém-chegada da Itália. A idosa não identificada morava a 120 quilômetros de distância do local de trabalho, junto a outras sete pessoas, mas dormia na casa da patroa. Quando voltava para casa, usava transporte público. Apesar da idade, a vítima não tinha tempo de contribuição suficiente para se aposentar. Neste exemplo, podemos

encontrar vários fatores que impediram o isolamento social: política previdenciária excludente, necessidade de uso de transporte público, moradia longe do emprego, terceirização do trabalho doméstico. O vírus não surgiu nas periferias brasileiras; se a vítima não precisasse ter saído de casa, as sete pessoas com quem morava não seriam expostas ao vírus, e então o número elevado de pessoas coabitando jamais seria um problema. A reportagem da UOL conta que, ao perceber o quadro de saúde da idosa, a patroa liga para familiares pedindo que a retirem do local de trabalho. Aqui, o papel das dinâmicas de cuidado familiares fica evidente. Pede-se que a família da idosa seja exposta mais uma vez ao vírus, para lidar com um quadro de enfermidade cuja origem é o local de trabalho.

1.3 EXPLICAÇÕES A PARTIR DA RAÇA

Nesse ponto, as condições de trabalho já começam a aparecer como fator explicativo do agravamento da disseminação do Sars-CoV-2 nas grandes cidades brasileiras. Ainda nos primeiros meses da pandemia, vemos uma comoção geral entre celebridades e setores da classe média pela liberação do isolamento a suas empregadas domésticas. O mesmo se observa com os entregadores de aplicativo, cuja reivindicação por condições de trabalho mais seguras e por responsabilização das plataformas reverbera nos grupos em isolamento social. Em São Paulo, motoristas de ônibus entram em estado de greve por condições de trabalho mais seguras e pela permanência dos cobradores nos veículos (FONTES, 2020). A questão do trabalho parecia se deslocar para o centro do debate sobre o controle da disseminação.

Mas quando as primeiras bases de dados sistematizadas são publicadas pelo Ministério da Saúde, não encontramos dados sobre emprego das pessoas contaminadas. Encontramos dados sobre gênero, raça, escolaridade e comorbidades. A informação disponível restringe as leituras e narrativas possíveis sobre os dados, e por isso, no lugar de explicações baseadas em condições de acesso ao trabalho e à renda, vemos apontamentos lastreados em indicadores de raça. Os números de contágio e mortalidade separados por raça aparecem

com viés de denúncia do racismo, usando a raça como proxy de vulnerabilidade, de precariedade na moradia e no trabalho. Contudo, não demora para que os limites dessa abordagem apareçam.

Vejamos alguns recortes de jornal:

Uma empregada doméstica foi a primeira vítima fatal da covid-19 no Rio de Janeiro, em março. De lá para cá, os dados só fizeram confirmar: a doença causada pelo coronavírus no Brasil mata mais as pessoas negras e pobres. (GRAGNANI, 2020)

Os pretos moradores da cidade de São Paulo têm uma chance 62% maior de morrer por Covid-19 do que os brancos. Os pardos têm 23% mais risco. (DANTAS, 2020)

Há uma simplificação explicativa, apontada também por Churchwell et al. (2020). Sem considerar em que condições a raça leva a uma maior vulnerabilidade, o perigo é de incorrer em uma análise racista, apesar do teor aparente de denúncia social. Em vez de um trajeto

Delimitação social da raça → institucionalização do racismo → estratificação de vulnerabilidades → risco

em que a raça é entendida como elemento social que estrutura a desigualdade, temos

Raça → risco

onde a raça aparece como explicação direta do maior risco de morte. Ao tabularmos e agregarmos as tabelas de dados com indicação de raça, obtemos resultados que nos induzem a esse tipo de formulação. Mas é necessário olhar para além do dado, e enxergar as brechas nessas constatações simplistas. Por exemplo, o primeiro recorte diz que os dados confirmam a maior letalidade em “pessoas negras e pobres”. Mas como é possível dizer isso se as bases de dados oficiais não indicam renda e se não houve qualquer tratamento geográfico dos dados? Como afirmar que as pessoas negras e pobres são mais suscetíveis que suas vizinhas brancas e igualmente pobres? O

segundo recorte avança numa delimitação colorista do risco: o vírus seria tão mais perigoso quanto mais escura for a sua pele? O que diferenciaria o risco enfrentado pelas pessoas pardas do risco às pessoas negras? A matéria não traz esses questionamentos. Com um estudo apresentado em outra notícia, temos uma contestação a partir de dados de registros de óbitos em cartório:

Entre pessoas que se declaram pretas, por sua vez, o número subiu 31,1% no mesmo período, e entre os autodeclarados pardos a elevação foi de 31,4%. Entre os brancos, o aumento no número de mortes naturais foi de 9,3%, de acordo com comunicado da Arpen-Brasil. (SIMÕES, 2020)

Os estudos que consideram excesso de mortalidade por todas as causas buscam compreender o impacto total da pandemia nos óbitos, e não somente entre aqueles que foram testados ou deram entrada num hospital. Como mostra o recorte, essa abordagem já indica que o problema é mais complexo: a taxa de mortalidade por todas as causas entre os pardos foi equivalente, até um pouco superior, à taxa da população negra. Na matéria “Covid-19 em São Paulo: A raça como fator de risco”, publicada no veículo *Periferia em Movimento* (2020), encontramos alguns apontamentos interessantes, que vão na contramão do próprio título da matéria. Analisando resultados de um estudo realizado pelo Instituto Pólis, a reportagem apresenta que:

Em 27 distritos, maioria localizada na periferia, foram registradas mais mortes de pessoas da raça/cor branca do que o previsto pela padronização. Os distritos de Lajeado (+53,4%), Guaianases (+52,1%), Iguatemi (+40,2%), Cidade Tiradentes (+37,2%) e Vila Curuçá (+32,1%) apresentaram as cinco maiores diferenças. (op. cit.)

E ainda:

Dos 23 distritos que tiveram menos mortes de pessoas negras do que o esperado, 15 estão localizados no quadrante sudoeste da capital. Esta região possui o padrão de renda mais alto da cidade e mais acesso a serviços de saúde de qualidade. (op. cit.)

Ora, então a raça não é, sozinha, uma boa explicação para a mortalidade. Afinal, a taxa de mortalidade é acima da média para brancos em distritos periféricos, e abaixo da média para negros em distritos com renda mais alta. Esses dados também contrapõem uma construção simplificada que já vimos anteriormente, associando a população branca ao centro e a população negra à periferia. Em que pese a força do racismo na história da urbanização das cidades brasileiras, essa simplificação dicotômica mais uma vez apaga questões importantes. A mais importante delas talvez seja a composição racial das periferias, especificamente no caso de São Paulo. Com dados do Censo IBGE 2010, se dividirmos os setores censitários em dois grupos – 50% com maior renda per capita e os outros 50% com a menor – vemos que o segundo grupo é composto em 45% de população branca. Mesmo que a maioria seja parda e preta, essa porcentagem branca não desprezível oferece limites para uma política pública de saúde que mire em indicadores raciais. Um direcionamento do controle do contágio à população negra não conteria a disseminação dos brancos periféricos para os negros periféricos, e com isso poderia não ter efeito algum.

Acima disso, essas constatações gerais sobre raça são incapazes de apontar onde está a origem da maior mortalidade entre negros dentro do sistema de saúde. Não conseguimos dizer se o número elevado se dá por conta da dificuldade ou demora de entrada no sistema de saúde, se é por conta de procedimentos de diagnóstico distintos entre as raças, se há uma recusa em atender pacientes negros adequadamente, se há distinção no tipo de equipamento de saúde que alcança dado grupo racial, se há maior prevalência de comorbidades. Ou seja, elas são pouco instrutivas para a definição de estratégias de ação.

Assim como as análises sobre densidade, os apontamentos sobre raça aparecem em outros lugares do mundo:

O fenômeno não é exclusivamente brasileiro. Nos Estados Unidos, dados levantados pelo APM Research Lab mostra que negros morreram a uma taxa de 50,3 por 100 mil pessoas, comparado com 20,7 para pessoas brancas. Mais que o dobro.

No Reino Unido, números do Office of National Statistics mostraram que homens negros da Inglaterra e de Gales têm três vezes mais chance de morrer por covid-19 do que homens brancos.

'É um fenômeno mundial. Esse vírus mata mais pobres e negros - não porque são negros, mas porque são pobres', diz Vecina Neto. Para Góes, os contextos são semelhantes. 'As pessoas negras nos EUA e no Reino Unido também são as que vivem em locais periféricos de menos acesso, menos fornecimento de serviços e com maior prevalência de comorbidades. O que muda são os sistemas de saúde.' (GRAGNANI, 2020)

A fala de Vecina Neto sintetiza o erro da leitura simplificada sobre a raça. "É um fenômeno mundial", mas só se olhamos para os dados da população negra no Brasil, EUA ou Reino Unido. Tanto em escala urbana quanto em escala global, a raça aparece como determinante de risco apenas em determinadas configurações sociais. Da mesma forma que o problema da densidade nos requer uma mudança de escala de análise, agora a compreensão do papel da raça na pandemia de Covid-19, em toda sua complexidade, também nos aponta a mesma direção.

1.4 POR QUE SE PREOCUPAR COM ESSAS NARRATIVAS?

Já anunciei por onde seguirei nos próximos capítulos. Observaremos cartografias da pandemia em outras escalas, e veremos como elementos do planejamento urbano e mesmo da geografia são não só úteis, mas muitas vezes fundamentais para a epidemiologia. Mas antes disso, acho necessário discorrer sobre porque defini os problemas de análise a partir de recortes de veículos de imprensa sobre a pandemia, em vez de seguir por uma revisão bibliográfica sobre controle de epidemias. Trata-se de uma escolha conjuntural, mas também de uma preocupação com origem na trajetória de pesquisa do LabCidade – com acompanhamento contínuo de ameaças e processos de remoção.

A Covid-19 é uma doença nova, não havia sido registrada até o fim de 2019. Ou seja, não existiam dados históricos sobre a doença, não é possível dizer como o vírus se comporta, se é como a gripe, com características sazonais, ou se é como a tuberculose, que atinge mais alguns estratos sociais. Assim, é difícil dizer o que seria uma observação “típica” da disseminação do ponto de vista epidemiológico: um único caso de Covid-19 aponta uma prevalência infinitamente maior do que jamais foi observado em qualquer cidade. Com a novidade, vemos uma profusão de artigos científicos tratando do tema. Torna-se impossível acompanhar o que está sendo produzido ou mesmo de dizer o que é mais relevante do ponto de vista científico, ainda mais para quem não tem formação na área. Temos dois casos extremos ilustrativos dos perigos existentes: um artigo publicado na *American Journal of Biomedical Science & Research* (ELM et al., 2020) vinculando o SARS-CoV-2 ao consumo de um Pokémon (personagem de um desenho animado), que demonstrou a vista grossa e apressada na revisão de artigos sobre o tema. Outro, defendendo o uso de hidroxicloroquina no tratamento de Covid-19 (DAVIDO et al., 2020), ficou famoso por conceder alguma legitimidade científica a ações de líderes como Bolsonaro, no Brasil, e Donald Trump, nos EUA, mesmo depois de ter sido refutado. O contato com boas referências

veio com o tempo, pelo contato com especialistas de cada área, mas em uma etapa posterior às nossas análises.

Foi comum encontrarmos críticas sobre a má condução do controle da pandemia apontando uma “politização da ciência”, como se fosse possível dissociar uma da outra. Na prática da disputa política, a composição disciplinar de qualquer equipe de gestão é uma escolha política. Uns escolhem infectologistas, outros epidemiologistas, outros militares. Mesmo com algumas diretrizes comuns de isolamento social e testagem em massa, observamos uma profusão de políticas públicas distintas em grandes cidades do mundo inteiro. Nesse cenário, a imprensa tem um papel importante, tanto por filtrar e canalizar a circulação de divulgação científica quanto por dialogar diretamente com a opinião pública. O que circula na imprensa (em conteúdo e forma) é capaz de definir não só como decide o poder público, mas como parte da população adere ou reage às medidas sanitárias.

Posto isso, os recortes de jornal não são meros textos que incorrem em simplificação, pois tem capacidade de afetar rumos de políticas públicas e pressionar as autoridades a agir. Vimos a narrativa de Stead sobre os bairros pobres da Londres industrial, que circulou amplamente na imprensa da época. Peter Hall, historiador do urbanismo, aponta esse texto como uma das peças responsáveis pela criação de um comitê imperial que posteriormente desembocou nas primeiras políticas públicas de Londres, em especial na área de habitação. Aqui no Brasil, temos o caso das três epidemias do Rio de Janeiro, no início do século XX, com a estruturação da polícia sanitária de Oswaldo Cruz, junto às campanhas de vacinação, demolição de habitações precárias e medidas de dedetização. Um dos objetivos era combater a imagem de insalubridade vinculada à capital da República, que circulava no exterior.

Esses dois exemplos também fazem parte de uma ampla lista de casos concretos em que a saúde pública gera transformação urbanística. A relação entre urbanismo e epidemiologia não é uma eventualidade; ambas as disciplinas têm uma origem comum, nascem quando a precariedade do trabalho urbano em todas as suas dimensões – habitacional, na saúde, nos serviços hoje considerados básicos

– é reconhecido como um problema público, uma responsabilidade do Estado. Com lastro em teorias da área da saúde, já se justificou a demolição indiscriminada de bairros populares – os “viveiros pestilentos” – em várias cidades, sobretudo no século XIX e começo do XX. Enquanto os trabalhadores são desalojados e empurrados para longe dos centros urbanos, projetos de novos bairros para as classes mais abastadas produziram as higienópolis e jardins onde hoje se aderiu ao home office. Ainda que as teorias originais tenham sido contribuições históricas para a saúde pública, sua aplicação em políticas públicas ajuda a conformar a distribuição geográfica da raça em grandes cidades, bem como classe e outros marcadores de diferença.

Também é interessante notar o teor da menção a outras pandemias em artigos jornalísticos atuais. As analogias frequentes entre o movimento antivacina contemporâneo e as revoltas do século passado não dão conta de diferenças fundamentais entre esses períodos. Não se fala sobre os despejos, demolições e batidas da polícia sanitária dos anos 1900 que antecederam a campanha de vacinação, empreendidos justamente contra as camadas populares, e responsáveis por montar o pavio de pólvora na cidade. A historiadora Aline Salgado (FIOCRUZ, 2018) aponta que, também à época, a imprensa assumiu o papel de mediadora do debate sobre o projeto de vacina obrigatória, posicionando os jornais como um importante (e controverso) meio de divulgação científica já no começo do século XX.

Em síntese, vários elementos que compõem o cenário da pandemia de Covid-19 enquanto crise de saúde pública não são inéditos, nem à epidemiologia, nem ao planejamento urbano. Mas não é escopo deste trabalho aprofundar exemplos concretos, há uma ampla bibliografia já existente que dá conta desses casos (HALL, 2013; CAMPBELL, 2005; DA SILVA, 2019; AMARAL et al., 2020). Nos cabe perguntar, que ação podemos esperar de leituras simplista sobre densidade e raça na pandemia dos nossos tempos?

Já vimos aparecer nos jornais um estereótipo de periferia que dá corda para justificar o retorno de ações de remoção em massa. A densidade das favelas e dos conjuntos habitacionais é apontada como causa da disseminação, e a pele escura dos mais atingidos serve para reforçar que é na periferia e graças à periferia que a Covid-19 persis-

te entre nós. Os bailes funk nas periferias seriam, consequentemente, um agravo muito maior à saúde pública se comparados a festas no Leblon ou Morumbi – uns colapsam a rede de hospitais pública, outros podem pagar por leitos privados. O peso da responsabilidade imputado às classes mais baixas é maior, como bem vimos na declaração do presidente da XP: o desafio para confrontar a pandemia no Brasil são as favelas. Não se menciona se há relação entre o contágio das classes altas e baixas. Já no campo das estratégias de controle, as orientações públicas são mais difíceis de cumprir para os trabalhadores de renda mais baixa, com menos estabilidade no emprego. Não podem aderir ao teletrabalho, não atravessam a cidade de carro e não podem terceirizar o trabalho doméstico.

A preocupação era, pelo menos nos primeiros meses de pandemia, que a escalada moral sinalizada na cobertura jornalística levasse a um endurecimento nas ações do poder público sobre os territórios periféricos, como embrutecimento nas abordagens policiais e demolição de comunidades. É nesse contexto que optamos pelo caminho oposto, de transitar entre escalas de leitura da pandemia para contrapor qualquer narrativa espacial essencialista. Veremos que não se trata de uma tragédia anunciada, inevitável ou normal. Com as perguntas adequadas, encontramos muitas causas, com origens relacionadas ao histórico de desenvolvimento urbano desigual, de precarização do trabalho, de desigualdade no acesso à alimentação e ao sistema de saúde, de privação da moradia digna. É precisamente este o contexto em que a raça aparece como determinante das condições de vida e, portanto, do risco de morte.

CAPÍTULO 2

a covid-19 na escala dos ceps

A escala de leitura da informação é uma questão fundamental para compreender processos espaciais. O geógrafo Ives Lacoste aponta o problema na base de toda compreensão geográfica:

Ao plano do conhecimento não há nível de análise privilegiado, nenhum deles é suficiente, pois o fato de considerar tal espaço como campo de observação irá permitir aprender certos fenômenos e certas estruturas, mas vai acarretar a deformação ou a ocultação de outros fenômenos e de outras estruturas, das quais não se pode, a priori, prejudicar o papel e, portanto, não se pode negligenciar (LACOSTE, 2005)

Trata-se de uma visão pragmática. No campo da prática, como no urbanismo, existem níveis de análise que devem ser priorizados, e que correspondem a “espaços operacionais”, a estratégias e táticas: a escala de um plano cicloviário não é a mesma de um plano diretor metropolitano, por exemplo. Podemos retomar as narrativas simplificadas que observamos nos capítulos anteriores sob a luz dessas colocações. Empréstamos algumas perguntas do geógrafo, que devemos fazer também àquelas leituras: como se definiu a escala de interpretação? Como saber se representam o fenômeno analisado na melhor escala? E mais, quanto da escala de elaboração do mapa foi escolha de quem cartografou?

Se seguimos no campo do planejamento urbano, não deve soar estranha qualquer resposta passe por uma revisão de políticas públicas, e por conta disso procurei resgatar nossos processos de mapeamento desde os elementos mais fundamentais, mas que geralmente desaparecem nos mapas resultantes. Na sequência, trago a trajetória de elaboração do nosso primeiro mapa da pandemia.

2.1 QUEM ESCOLHE A ESCALA DA INFORMAÇÃO?

A escala da informação é escolha de quem cartografa? Sim, mas depende também, em grande parte, de como os dados são coletados e disponibilizados. A informação é construída a partir dos dados, por intermédio de técnicas de visualização e estatística. Vejamos um caso familiar, dos censos demográficos. Os dados, que consistem em sequências alfanuméricas, são inseridos na base de dados pelos recenseadores, enquanto caminham de domicílio em domicílio. A unidade espacial do dado, ou seja, o espaço mínimo representado por uma entrada na base de dados, é justamente o domicílio. Contudo, os dados domiciliares não são disponibilizados a público nesse nível de detalhe, mas são agregados por regiões geográficas – os setores censitários. Isso garante algum grau de anonimização das informações coletadas. Disso decorre que não podemos usar os dados dos censos para leituras em escalas menores que um setor censitário, como por exemplo para saber quantos cômodos tem determinada casa. Só é possível ter dados gerais sobre o conjunto de domicílios e da população de um setor censitário. Podemos empregar os dados do IBGE de formas variadas, mas sempre operamos num intervalo de escalas determinado pelas técnicas de agregação dos dados de campo.

Nesse exemplo, o IBGE é o responsável por coletar os dados e anonimizá-los, agregando-os por setor censitário. No caso dos dados da pandemia de Covid-19, a divisão de competências é bastante mais complexa. Ao longo dos mapeamentos tivemos contato com três bases de dados:

(I) SIVEP-Gripe: Sistema de informações de vigilância epidemiológica de doenças respiratórias, sob responsabilidade do Ministério da Saúde. Os dados são referentes a pacientes hospitalizados por síndromes respiratórias. A equipe hospitalar é responsável por preencher uma ficha sobre o paciente, que então é enviada pelo hospital ao Ministério da Saúde.

(II) eSUS VE: Sistema de notificação de casos de síndrome gripal. Os dados são referentes a pessoas que apresentam sintomas de síndrome gripal, e são preenchidos e enviados ao Ministério da

Saúde de forma emergencial por operadores do SUS de todos os níveis, clínicas, laboratórios e mesmo profissionais autônomos.

(III) SIM Covid: Sistema de informação sobre morbidade. Contém dados sobre óbitos por síndromes respiratórias, obtidos a partir das certidões de óbitos emitidas pelos cartórios.

Portanto, temos múltiplos coletores de dados alimentando bases diferentes. O Ministério da Saúde padronizou o tipo de informação coletada em formulários oficiais, enquanto os dados do cartório são padronizados pelo modelo das certidões de óbito. É possível identificar nesses documentos que a menor unidade territorial identificada é o endereço do domicílio da pessoa. Esse dado permitiria a criação de mapas em escala grande, mas sua associação com o nome e outros dados pessoais representa um risco à privacidade dos pacientes e seus familiares. Assim, o Ministério da Saúde realiza a anonimização dos dados e disponibiliza duas coleções distintas: uma versão completa acessível apenas a entidades da administração pública, contendo os endereços, e uma versão pública com menos variáveis. Até maio de 2020, a base de dados pública trazia quatro escalas de referência espacial: o CEP, a região administrativa de saúde, o município e o Estado. A partir de 20 de maio, as bases públicas foram reestruturadas e passaram a ser divulgadas sem o CEP, e o município passou a ser a menor unidade territorial identificada em nível nacional.

No município de São Paulo, a Secretaria Municipal de Saúde conta com acesso completo aos dados. Isso permite a escolha de várias escalas de leitura. Nos boletins epidemiológicos, contudo, a prefeitura apresenta exclusivamente mapas com dados agregados por distritos, como é o caso do mapa que discutimos no capítulo anterior. Assim, temos disponível a público uma especificação espacial um pouco melhor para o município de São Paulo, mas que ainda é insuficiente para compreender a disseminação dentro dos bairros ou testar o vínculo entre casos e tipos habitacionais. Para elaborar as leituras cartográficas capazes de responder nossas demandas de pesquisa seria necessário ter acesso a informações para além das bases abertas, e a negociação com as entidades da administração

passa a ser inescapável. A disposição para fornecer os dados passa a ser nosso gargalo: conseguimos aproximar nossa escala de leitura tanto quanto os agentes do Estado permitiram.

2.2 DEFININDO AS UNIDADES ESPACIAIS

Sob a perspectiva do Estado, o responsável pelos dados, podemos observar dois movimentos no sentido da anonimização. Um deles é uma legítima preocupação com a possível identificação, e que segue as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD, Lei Federal nº 13.709/2018). Nesse raciocínio, a remoção das informações por CEP da base de dados serviria para diminuir as chances de identificação das pessoas listadas. Um segundo movimento, observado desde o início da crise sanitária, vai no sentido de ocultação das informações epidemiológicas, em contextos de disputa política entre entes federativos, que se expressa de forma ainda mais aguda durante o período de campanha eleitoral municipal em 2020. Seguindo essa lógica, a ocultação dos CEPs teria impacto na fiscalização da gestão da pandemia, já que internaliza o acesso aos dados para dentro do Estado, em nível federal, e cria barreiras hierárquicas para o acesso – barreiras dispensáveis se a única intenção é anonimizar as bases de dados. Em ambos os movimentos, terminamos com o acesso aos dados ou internalizado ou intermediado pelo Estado.

Dentro da administração pública, as cartografias são geralmente produzidas diretamente ou sob coordenação de profissionais da epidemiologia. A formação desses profissionais, suas afinidades teóricas e mesmo as tradições tecnológicas no campo têm impacto visível nos mapas oficiais da pandemia. De um lado, os mapas de veículos de imprensa tendem a apresentar valores simples como número de novos casos e novos óbitos. Do outro, os mapas da epidemiologia trazem leituras sobre indicadores tradicionalmente mobilizados pela área, como prevalência e mortalidade, que dependem do cruzamento com outras bases de dados. A escala de agregação territorial geralmente é delimitada pelo sistema Tabnet do SUS, que disponibiliza dados a público agregados por distrito. Já a alternativa

intermediada para obtenção de dados com maior granularidade, via negociação do acesso, geralmente é restrita a grupos de pesquisa, em função de várias circunstâncias. Em muitos desses casos, os pedidos de dados são avaliados por comitês de ética, e tende-se a prever nos projetos de pesquisa algumas camadas de anonimização (pessoal e geográfica).

No cenário colocado, poderíamos adotar os distritos como unidade de análise, ou partiríamos para uma negociação do acesso aos dados do Estado, e no segundo caso precisamos antes nos perguntar qual é a unidade territorial que vamos reivindicar. E mais, tendo como princípio ético a preservação da privacidade, devemos encontrar qual é a unidade territorial que melhor atende às nossas demandas de pesquisa sem expor desnecessariamente as pessoas mapeadas. Com isso também retornamos a uma pergunta que já nos fizemos: como saber se uma escala é a melhor para analisar um determinado fenômeno?

Nossa intenção é ler o impacto da disseminação em uma escala associado a indicadores urbanísticos e tipos habitacionais, e sabendo disso já podemos classificar de partida os municípios e estados como unidades territoriais inadequadas. Para maior sucesso na solicitação da informação, evitamos solicitações que requeiram trabalho adicional do poder público. Se consideramos apenas os dados coletados nas fichas médicas, nos restam três unidades: o endereço (composto por logradouro, número e complemento), o CEP e o distrito. No Brasil, a distribuição espacial do CEP é feita em escalas diferentes. Em alguns municípios, como São Paulo, cada rua possui um CEP único – são os chamados “municípios codificados por logradouro”. Em outros, os CEPs correspondem a bairros ou distritos inteiros, e na grande maioria do território nacional o CEP corresponde a toda a extensão de um município. Ou seja, os CEPs são úteis apenas em alguns casos, mas são uma unidade viável para leituras internas a São Paulo. No georreferenciamento de dados por CEP, os resultados são apresentados em linhas que correspondem às ruas com determinado CEP. Já o endereço é uma informação de altíssima precisão, mas incompatível com a preservação da privacidade. Trata-se uma unidade de organização elementar do território, que permite a agregação em qual-

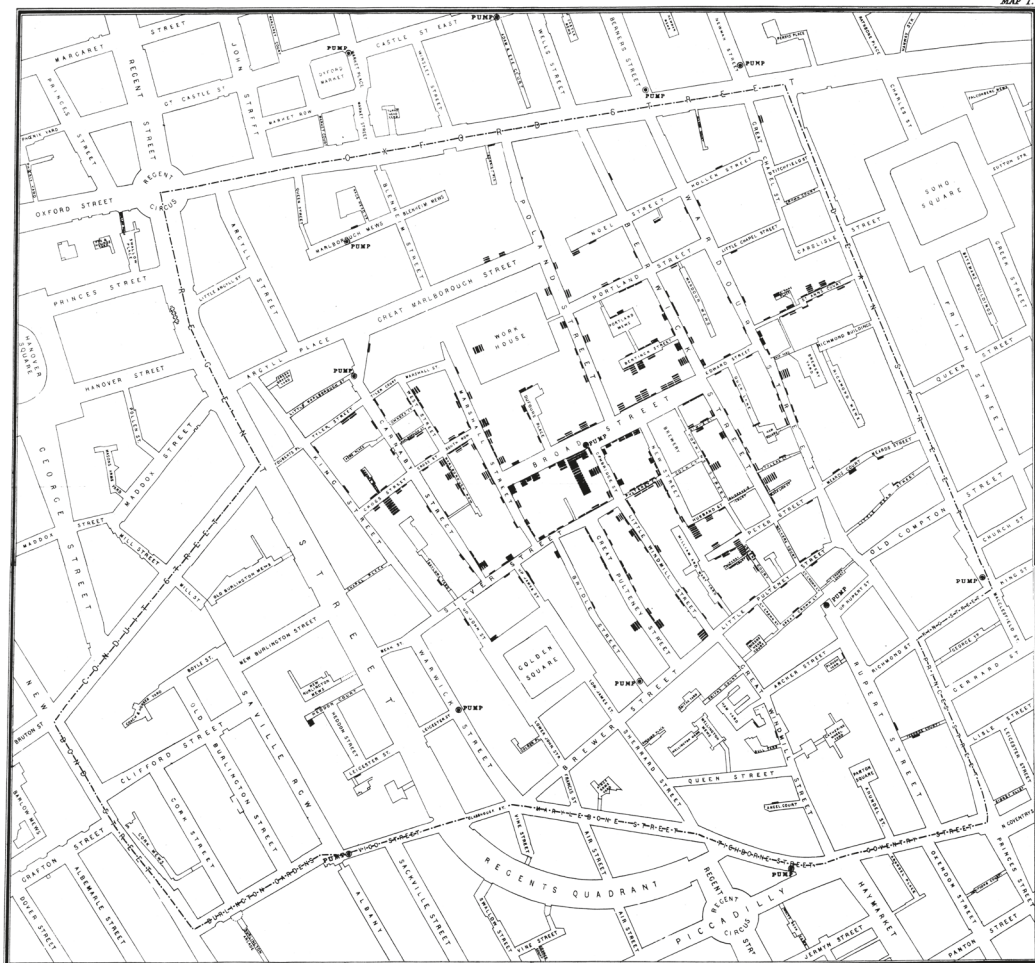
quer outra escala, e por isso seria a alternativa mais flexível para uma análise multiescalar. O dado de endereço georreferenciado é representado por um ponto, que pode ser mapeado manualmente ou pelo processo de correspondência entre texto de endereço e posição geográfica – a geocodificação.

Vale mencionar, em um breve parêntesis, que os dados epidemiológicos por endereço remontam ao famoso mapa do surto de cólera de 1853 em Londres, criado por John Snow (1855). Graças a esse mapa, foi possível identificar uma correlação espacial entre casos de cólera e um poço de abastecimento de água, levando à sua interdição. O mapa serviu de reforço à teoria microbiana, que relacionava doenças com a ação de micro-organismos, em oposição à teoria miasmática, onde a doença era explicada por “maus ares” ou miasmas. Em um exercício de imaginação, se John Snow adotasse uma representação agregada por bairros, a correspondência dos casos com o poço não seria tão clara. Hoje, o conceito de titularidade dos dados desloca a criação desse tipo de leitura às mãos dos poucos que tem acesso às bases completas, mas que nem sempre têm autonomia interna ou experiência prévia com cartografia.

Ficamos então entre CEPs, com dados agregados em linhas, e distritos, com agregações em grandes regiões. A preferência pelo CEP é um tanto óbvia, por ser a escala mais próxima do endereço no caso de São Paulo. Mas nos colocamos como limite não usar nenhuma escala que fosse além do suficiente para entender o fenômeno, e por isso devemos avaliar a capacidade explicativa dos distritos.

**2.1 Mapa do surto
de cólera no
bairro de Soho, em
Londres, por John
Snow (1854).**

Fonte: G1, Prefeitura de
São Paulo. Disponível
em: < [https://commons.
wikimedia.org/wiki/
File:Snow-cholera-
map-1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Snow-cholera-map-1.jpg) >. Acesso
em 09/02/2021.



C. F. Gifford, Ltd. Southampton S.W. London.



2.3 O PAPEL DA REPRESENTAÇÃO GEOMÉTRICA

Uma diferença fundamental entre os dados distritais, por CEP e por endereço é o tipo de geometria, que viabiliza diferentes simbologias em um mapa. Os polígonos costumam ser empregados em mapas coropléticos, dependendo do uso da cor e de hachuras para apresentação dos dados. As linhas costumam ser representadas no estilo “carregamento”, com variação da espessura, a cor e o tipo de traçado. Já os pontos permitem uma maior flexibilidade, podem ser representados como pontos – com variação de tamanho, de cor, de tipo de ícone – e como aglomeração – com uso de clusters, grades e conversão para mapas de calor. Cada uma dessas representações tem potencialidades e limites a depender do objetivo do mapeamento, e em alguns casos específicos podemos usar algoritmos de geoprocessamento para fazer conversões entre esses tipos de geometria (Tabela 2.1). Porém, essas conversões têm um preço: quando caminhamos no sentido ponto » linha » polígono, perdemos precisão via agregação, já que os dados passam a ser agrupados em unidades territoriais maiores. No sentido oposto, perdemos precisão pela inserção de aleatoriedade, já que as geometrias novas são dispostas aleatoriamente sobre as geometrias originais, sem a possibilidade de recuperarmos a distribuição espacial real dos dados.

A combinação desses métodos de conversão também pode ser utilizada para aumentar a anonimização de dados muito precisos. Em uma sequência de conversões ponto » polígono » ponto, obtemos dados com o mesmo tipo de geometria da representação original, mas com uma camada de anonimização resultante do “embaralhamento” da posição dos pontos. É um procedimento capaz de garantir a privacidade em alguns casos, mas também é executado por algumas empresas de tecnologia como exercício da propriedade, para garantir que as informações mais valiosas jamais sejam compartilhadas.

Em vários casos, essa conversão entre geometrias viabiliza análises de sobreposição, especialmente quando temos mais de uma base de dados georreferenciada e queremos realizar cálculos entre elas. É o caso dos mapas de prevalência e mortalidade, onde se estabelece uma relação entre número de casos e óbitos registrados nas bases

Tabela 2.1 Algoritmos de geoprocessamento do QGIS para conversão de feições geométricas

DE/ PARA	PONTO	LINHA	POLÍGONO	RASTER
PONTO	-----	Ajustar geometrias à camada + União booleana	Contagem de pontos em polígono; União booleana	Interpolação TIN; Estimativa de densidade kernel (mapa de calor)
LINHA	Interpolar ponto sobre linha; Pontos ao longo da geometria	-----	União booleana	Interpolação TIN; Rasterizar
POLÍGONO	Pontos aleatórios no interior dos polígonos; Extrair centroide	-----	-----	Rasterizar
RASTER	Pixels de raster para pontos	Extrair contornos (para mapas de calor)	Pixels de raster para polígonos	-----

Fonte: O autor.

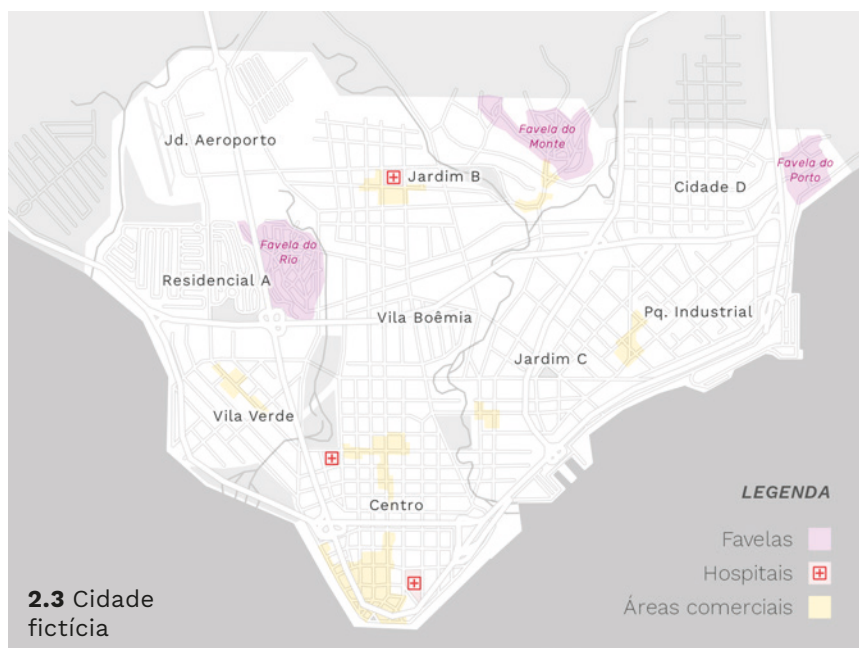
do Ministério da Saúde e o número de pessoas, a partir de dados dos censos populacionais. Para fazer essa conta, os dados precisam estar agregados numa mesma malha territorial, cuja escala geralmente corresponde ao dado com maior grau de agregação. No exemplo dos mapas epidemiológicos, essa mínima unidade territorial comum é a malha de distritos. Seguindo nossa questão de pesquisa, caso queiramos realizar cruzamentos entre os registros médicos e dados de pesquisas do IBGE, como características dos domicílios ou componentes do déficit habitacional, seremos levados a adotar a escala do distrito. Contudo, enfrentaremos limites de ordem analítica, já que os distritos podem conter uma grande heterogeneidade interna, e de ordem visual, com representações cartográficas levando a conclusões imprecisas e potencialmente enganosas.



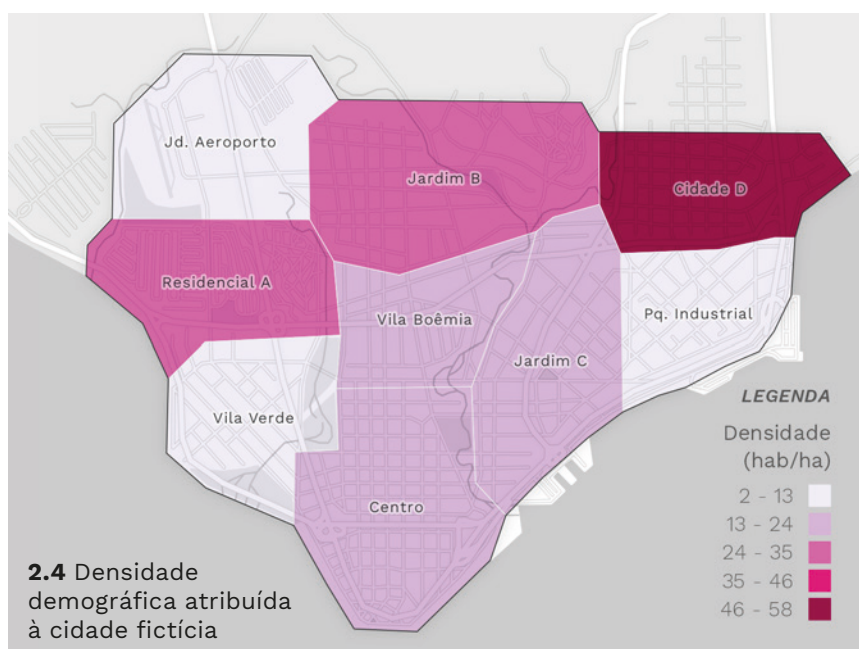
2.2 Famosa fronteira entre Morumbi e Paraisópolis. Apesar das desigualdades evidentes, ambos se encontram no mesmo distrito – Vila Andrade.

Fonte: C_Fernandes/
iStock.

Antes de entrarmos em toda a complexidade do caso de São Paulo, vejamos um exemplo simplificado de uma cidade fictícia (figura 2.3), também acometida por uma epidemia de doença contagiosa. Todos os dados foram gerados artificialmente, com intenção de criar casos extremos das limitações impostos tanto pelas geometrias quanto pelos métodos de visualização dos dados. Esta cidade é organizada em nove distritos, cuja densidade populacional está apresentada no mapa 2.4. Vemos uma densidade populacional maior nas bordas da cidade, onde mora a maior parte da população. Três distritos possuem áreas de favela, e há também loteamentos mais afastados.



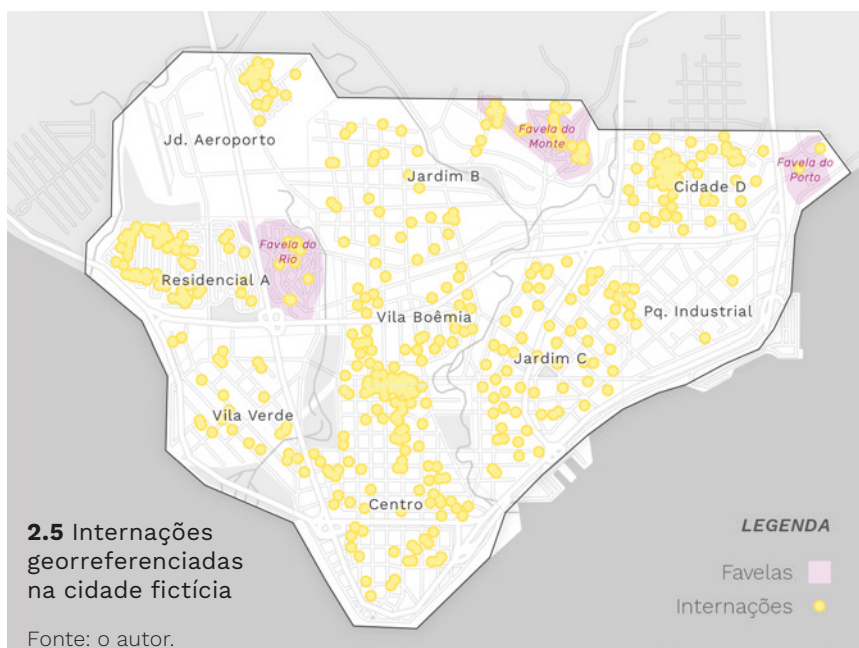
Fonte: o autor.



Fonte: o autor.

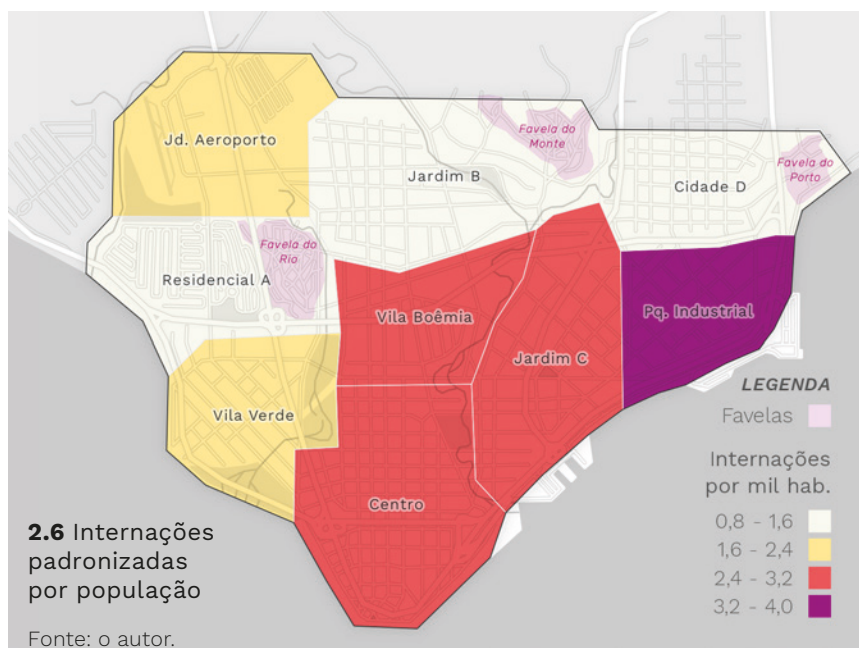
Os dados de internações causadas pela epidemia foram mapeados em pontos, simulando um processo de geocodificação dos dados. Isso permite visualizar os dados de residência das pessoas internadas em pontos (mapa 2.5). Os dados pontuais podem ser reagrupados por distrito, usando algoritmos de geoprocessamento, e com isso podemos calcular indicadores relativos, ou normalizados, como o número de internações (dado originado na contagem de pontos) por habitante (dado disponível por distritos), apresentado no mapa 2.6. Comparando os dois mapas, podemos levantar alguns problemas de leitura.

No mapa normalizado, estão em evidência os distritos “Centro” e “Pq. Industrial”, graças ao tom escuro de vermelho na representação coroplética. Já os distritos “Residencial A”, “Jardim B” e “Cidade D” possuem uma incidência relativa baixa. Sem observarmos os dados por pontos, podemos ser levados ao erro de considerar os distritos como regiões homogêneas. Mas observando os dados mapeados por pontos ao lado do mapa de densidade habitacional, vemos que o distrito “Pq. Industrial, assim como “Jd. Aeroporto”, tem baixa densi-



dade e poucas interações mapeadas. O processo de normalização evidencia a incidência de interações, informando quão gravemente foi impactada a população daquele distrito, mas não permite traçar uma relação urbanística ou demográfica da disseminação. No mapa normalizado poderíamos erroneamente compreender que há uma correlação inversa entre favelas e interações, mas esse raciocínio não se sustenta ao observar o mapa por pontos.

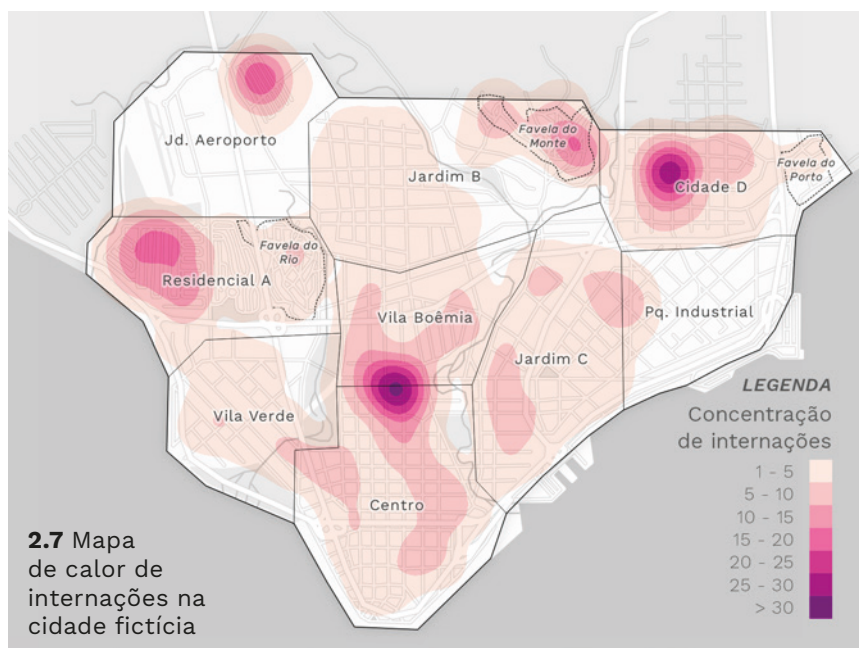
Também encontramos limites na rigidez espacial das bordas dos distritos. Os distritos são regiões espaciais fixas, estão bem delimitadas. Um evento que ocorre no centro do distrito e outro em sua borda geográfica têm a mesma significância numérica em agrupamentos distritais. Além disso, um evento que ocorre no limite da borda com um distrito vizinho não tem nenhuma significância numérica para a região lindeira. Existe um efeito de borda, um corte espacial seco entre dados sobre eventos vizinhos que ocorrem nos limites dos polígonos, e a partir do momento desse corte os dados passam a ser tratados como se não representassem dois pontos próximos no espaço. Uma ferramenta da geoestatística para enfrentar esse



problema é a análise de correlação espacial, em que a proximidade geográfica entre regiões de análise é testada com objetivo de medir qual é o grau de entrelaçamento geográfico dos eventos. Contudo, para qualquer modelo de correlação aplicado na malha distrital, a definição da vizinhança levaria em conta o desenho geométrico dos distritos, e não a proximidade dos pontos originais e, portanto, o valor de correlação obtido no fim do processo estaria em função dessas geometrias.

Para extrairmos leituras diretamente dos pontos mapeados, dispensando unidades territoriais fixa de suporte, podemos usar o método de estimativa de densidade kernel (KDE), ou mapa de calor. No cálculo da estimativa, é atribuída uma cobertura geométrica tridimensional a cada ponto, ou seja, cada ponto passa a contar com sua própria região geográfica única em vez de um limite pré-definido. Essa cobertura geométrica é uma superfície de distribuição espacial definida pela função kernel. O resultado da estimativa é uma camada raster com a soma das sobreposições das coberturas geográficas de cada um dos pontos, que pode ser compreendida como concentração dos pontos. A unidade do mapa de calor é de densidade por unidade de área, mas seus valores podem ser alterados conforme a função kernel escolhida. Evitamos maiores complicações se adotamos o valor do KDE como uma unidade abstrata para comparação de concentrações. O resultado para nossa cidade fictícia está no mapa 2.7.

Esse novo mapa permite uma compreensão diferente do mapa coroplético e da representação por pontos simples. A primeira constatação é que a maior concentração de casos ocorre no limite entre os distritos “Centro” e “Vila Boêmia”, e não exatamente dentro da região central. Vemos também uma concentração alta de internações no distrito “Cidade D”, que indicava uma baixa taxa de internações quando normalizado. No caso do distrito “Jd. Aeroporto”, vemos que a concentração ocorre em uma fração do distrito, o que não era possível deduzir da representação agregada por distrito. Vemos, ainda, a ocorrência de uma concentração sobre uma favela do “Jardim B”. Todas essas constatações não eram possíveis usando apenas os mapas anteriores.



Fonte: o autor.

Os mapas de calor também requerem alguns cuidados na interpretação. Em primeiro lugar, a distribuição dos pontos em superfícies extensas insere abstração na leitura. Essa abstração pode ser útil para anonimizar os dados, já que os pontos são “dissolvidos” no espaço, mas também pode nos levar a enganos. No distrito “Residencial A” vemos uma concentração elevada de interações. Essas interações estão dispostas em anel, com um vazio no centro. Contudo, no mapa de calor, a região de concentração mais intensa é justamente a parte vazia desse anel, o que ocorre graças ao raio da função kernel. Assim, uma alta concentração de densidade kernel não implica que há muitos pontos “no olho do furacão”, mas sim que existe uma concentração no entorno daquela região.

Um segundo limite diz respeito à normalização dos valores. Não é possível realizar um cálculo, por exemplo, de interações por habitante a partir de um mapa de calor. Este procedimento não é completamente inviável, bastaria convertermos os dados dos pixels do mapa de calor em polígonos, e então atribuir a cada quadrícula a respectiva população residente. Contudo, o resultado dessa operação

requereria ter dados demográficos por endereço – que costuma estar indisponível a público, considerados os riscos à privacidade – e, no fim dos cálculos, observaríamos os mesmos problemas que pontuamos sobre o mapa por distritos. A diferença seria que, em vez de distritos, temos o tamanho dos pixels originais atuando na criação do efeito de borda. A função de um mapa de calor é diferente, trata-se de observar a proximidade e recorrência dos eventos mapeados. Para resolver nossa questão de pesquisa, esse é o método que melhor permite observar sobreposições entre concentração de casos e tipos habitacionais na escala dos bairros. Como a função kernel admite raios de grandeza muito inferior aos distritos, podemos observar nuances internas na incidência de casos e compará-las com uma leitura das formas de moradia, tendo em vista que há grandes variações de tipologia dentro de um mesmo distrito. Com isso, podemos verificar se a leitura da correspondência entre Covid-19 e favelas, cortiços e conjuntos habitacionais apresentada nos mapas por distritos se sustenta em outras escalas. O KDE também é uma boa ferramenta para traçar estratégias de ação emergencial de controle da disseminação, já que indica proximidade de casos que requerem atenção.

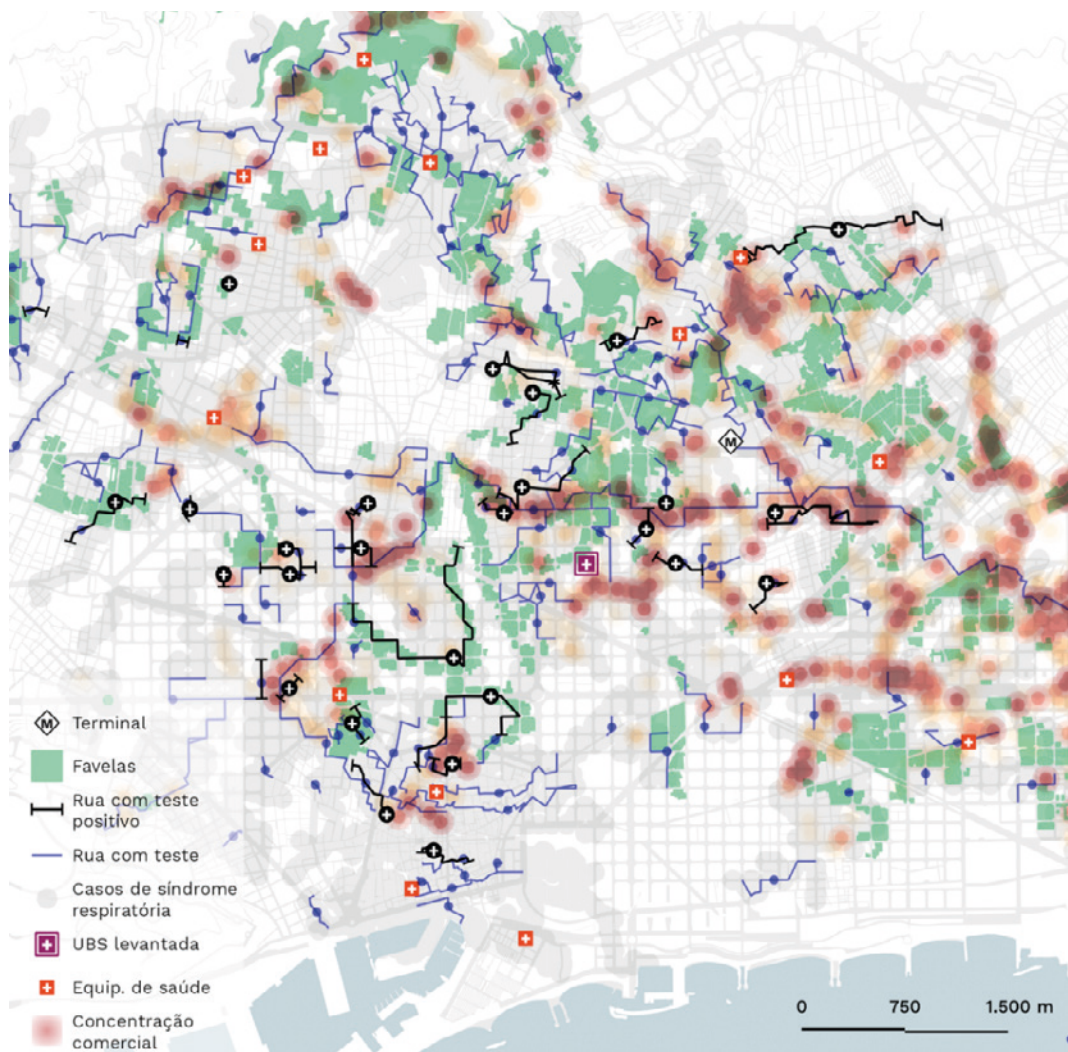
As observações sobre os limites de leitura dos distritos se estendem para qualquer região geográfica com contornos rígidos. Os perímetros dessas regiões são desenhados por critérios diversos, podem se orientar por barreiras físicas e naturais, por tratados internacionais, por divisões administrativas, por conflitos geopolíticos. Portanto, não constituem unidades geográficas necessariamente ideais para uma análise epidemiológica; os seus contornos não foram desenhados seguindo um método científico ou coeso. O emprego desses perímetros costuma ocorrer graças a conveniências na manipulação dos dados ou a barreiras determinadas pela entidade controladora dos dados. Por isso, cabe sempre uma análise crítica anterior à adoção dessas unidades de agregação. No caso das nossas hipóteses de pesquisa, queremos evitar o efeito de borda e evidenciar heterogeneidade interna dos distritos – requisitos mais bem atendidos pela escala do CEP.

2.4 ENFIM, OS DADOS PARA SÃO PAULO

Os primeiros mapas produzidos no laboratório usaram os dados dos boletins epidemiológicos agregados por distrito, por falta de um dado melhor. Os dados eram transpostos para planilhas à mão, e então unidos a camadas vetoriais no QGIS. Esse acompanhamento foi realizado por pesquisadores do LabCidade e do Instituto Pólis, no momento sem minha participação. Num esforço para produzir, mesmo com extensão reduzida, uma leitura que cruzasse casos de Covid-19 e tipologia urbana, conseguimos acessar dados de três Unidades Básicas de Saúde de uma região periférica da cidade, através de contatos pessoais e confidenciais de uma das pesquisadoras do laboratório (figura 2.8).

Os arquivos que obtivemos continham casos testados positivo, com CEP residencial. Por questão de confidencialidade das fontes e anonimização dos pacientes, manipulamos as geometrias do bairro usando algoritmos de geoprocessamentos, como rotação, aderência a geometrias, mesclagem e união booleana, e reprojeção de geometrias entre planos ortográficos, até adequar os dados à malha urbana de Barcelona, sempre com o objeto de não identificar nem a UBS nem o bairro. Este foi nossa primeira experimentação de métodos para inviabilizar a recuperação dos dados geográficos originais, antes de migrarmos para os mapas de calor. Sobreposamos os resultados com informações sobre favelas, terminais intermodais, equipamentos de saúde e corredores comerciais. A ideia era testar a correspondência entre esses elementos urbanos e a presença e disseminação da doença nos seguintes eixos:

- Disseminação pelo adensamento excessivo, interno aos domicílios, e vinculado a favelas e cortiços;
- Disseminação pela proximidade de terminais intermodais e ruas comerciais, com maior densidade de fluxo de pessoas, deixando um “rastro” de contágio no entorno;
- Disseminação pela proximidade de equipamentos de saúde, que recebem um afluxo de pessoas potencialmente contaminadas, além de profissionais da saúde expostos, que potencialmente aumen-



2.8 Mapa de casos de Covid-19 em três UBSs de São Paulo, dispostos sobre um mapa de Barcelona.

Fonte: o autor.

tariam os riscos de disseminação na vizinhança. A presença desses equipamentos também poderia ter relação com um número maior de testes.

Na época ainda testávamos formas de representação desses dados, e não tínhamos nenhum conhecimento epidemiológico sobre o problema. Não considerávamos, por exemplo, os casos de síndrome respiratória como indicio de subnotificação. Mas, mesmo com a extensão limitada, já era possível observar a falta de uma correspondência direta entre favelas e casos confirmados. Foi apenas em maio que tivemos acesso à primeira base de dados com dados suficientes para produzir uma leitura de densidade kernel. Tratava-se da base de dados do SIVEP-Gripe, disponibilizada no portal de dados abertos OpenDataSUS, sob gestão do Ministério da Saúde.

A descoberta dessa base de dados completa foi bastante acidental. Alguém da equipe viu circular nas redes sociais um mapa de calor, de origem agora perdida, mas com um nível de detalhamento maior que os distritos, o que chamou a atenção. Buscamos as referências das legendas, até encontrá-las, dias depois, na página do OpenDataSUS. Tratava-se de um arquivo CSV de abrangência nacional, especificando um paciente hospitalizado por linha – com discriminação do CEP de residência. Também estavam listados dados sobre data dos primeiros sintomas, comorbidades, evolução do caso, classificação dos testes, dentre outros. Dados pessoais como gênero, escolaridade e raça eram listados, mas apresentavam problemas. O campo “raça”, por exemplo, estava preenchido em menos de metade das linhas. E como a geoidentificação exigia um CEP de residência, a hospitalização da população moradora de rua torna-se invisível – não apenas da base SIVEP-Gripe, mas em todas as bases sobre Covid que encontramos. Contudo, era a melhor base para o que pretendíamos fazer, e partimos com o que estava disponível.

O primeiro procedimento para obtenção do mapa de calor foi a agregação dos dados. Usamos um editor de planilhas ou uma biblioteca de linguagem de programação (como Pandas, em Python) para agregar os dados das linhas por CEP, obtendo uma contagem do número de hospitalizações por entrada. Na contagem considera-

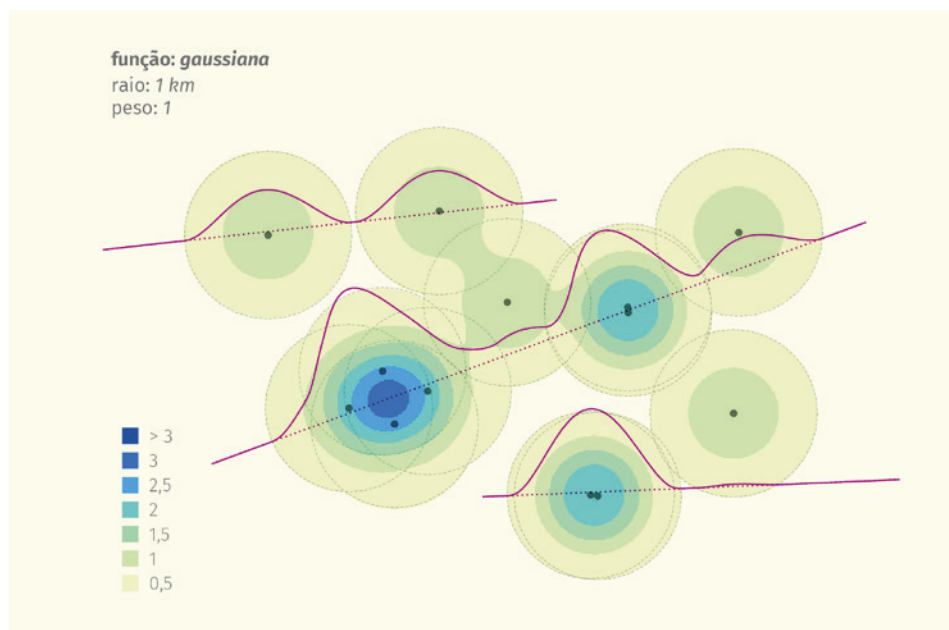
mos apenas os casos com classificação 3/4 (síndromes respiratórias agudas graves não identificadas) e 5 (Covid-19). As SRAGs passaram a entrar na conta por orientação do epidemiologista Eliseu Waldman e do médico sanitário Jorge Kayano, que apontavam a limitação de acesso e acurácia dos testes e o número anormal de casos registrados nessa classe. O segundo passo foi o tratamento geográfico da base. Usamos os dados de CEP do Centro de Estudos da Metrópole, com cobertura para a RMSP, cujo tipo de geometria é a linha. Realizei uma série de operações de offset e mesclagem de geometrias até obtermos uma camada espacial onde cada linha representava o desenho de um único CEP.

Com os dados tabulares e geométricos prontos, basta realizar a união entre as informações em um software de geoprocessamento, usando o CEP como identificador mútuo entre os conjuntos de dados. O cálculo do mapa de calor requer geometrias de ponto, e por isso se fez necessário o uso de algoritmos de geoprocessamento para converter as linhas de CEP. O valor da contagem de hospitalizações foi usado para interpolar pontos equidistantes ao longo dos CEPs, o que resulta numa distribuição arbitrária, anonimizada. Em seguida, para realizar o cálculo da densidade kernel precisamos os seguintes valores:

- Resolução espacial
- Raio
- Peso
- Função kernel

A resolução espacial foi tratada na primeira parte deste trabalho, quando tratamos de camadas raster. O resultado do cálculo de um mapa de calor é uma camada raster de banda única, o que nos obriga a determinar uma resolução. No nosso caso, como estamos trabalhando em escalas de quadras, convém usar uma resolução alta, entre 15 e 50 metros. Se o valor for muito baixo, o resultado pode ser pesado demais para seu computador, já que o tamanho do arquivo final varia exponencialmente com o aumento da resolução. Vamos observar os efeitos das outras variáveis em uma amostra de pontos.

A função mais comum para cálculo de densidade kernel é a função gaussiana, também conhecida como curva de distribuição normal. Se fixamos o raio em 1 quilômetro e mesmo peso para todos os pontos (1), temos o seguinte resultado:



Variando a função, vemos os formatos das manchas e das linhas de corte mudarem. Com a função linear, as superfícies de distribuição adquirem um formato cônico, com picos pontiagudos. Na função uniforme, vemos que as áreas mais ressaltadas estão na interseção das regiões, e não na proximidade dos pontos. Nessa função, a superfície de distribuição é cilíndrica, o que leva a curvas com platôs. Com a função de Epanechnikov, as superfícies adquirem um formato de bolhas, o que empurra valores maiores de densidade kernel para as bordas.

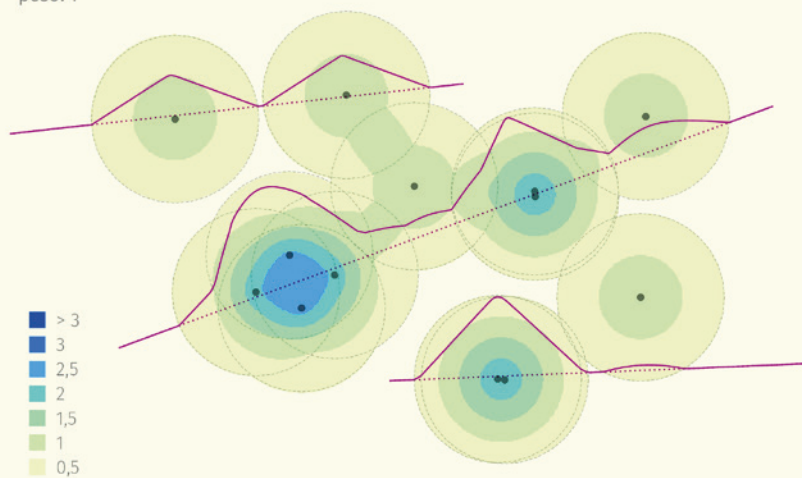
2.9 Mapa de calor com função gaussiana simples.

Fonte: o autor.

função: triangular

raio: 1 km

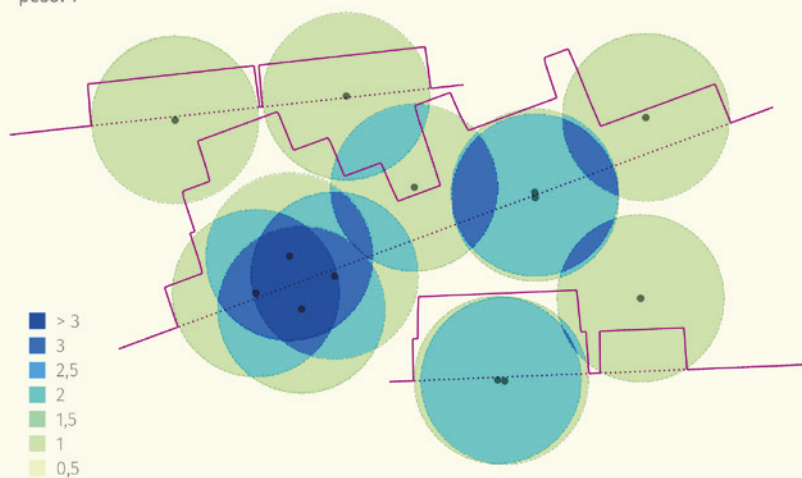
peso: 1



função: uniforme

raio: 1 km

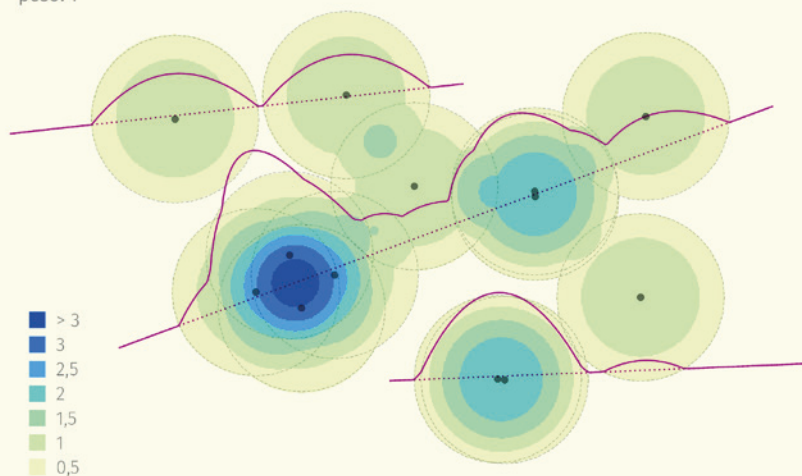
peso: 1



função: *epanechnikov*

raio: 1 km

peso: 1



O efeito geral da função kernel é mudar a lógica da relação espacial estimada entre os pontos. No nosso caso, queremos que a vizinhança imediata do ponto tenha um peso maior. Dentre as opções disponíveis, a função gaussiana satisfaz nossa demanda. Vamos observar o efeito da variação do peso e do raio, a partir da função gaussiana:

2.10 Mapa de calor com função triangular simples.

Fonte: o autor.

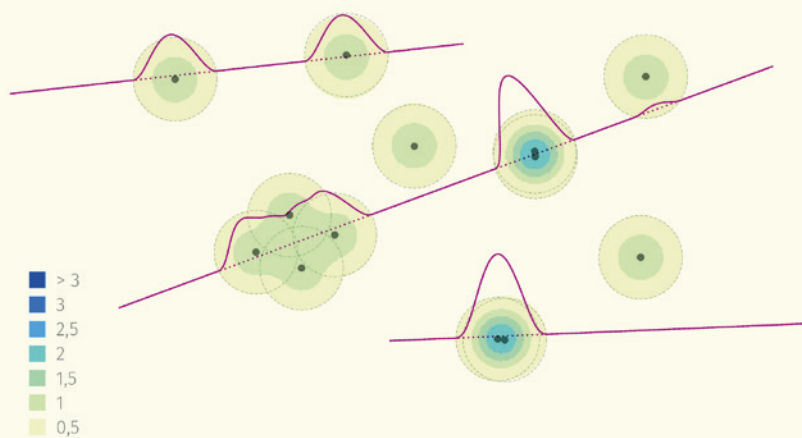
2.11 Mapa de calor com função uniforme simples.

Fonte: o autor.

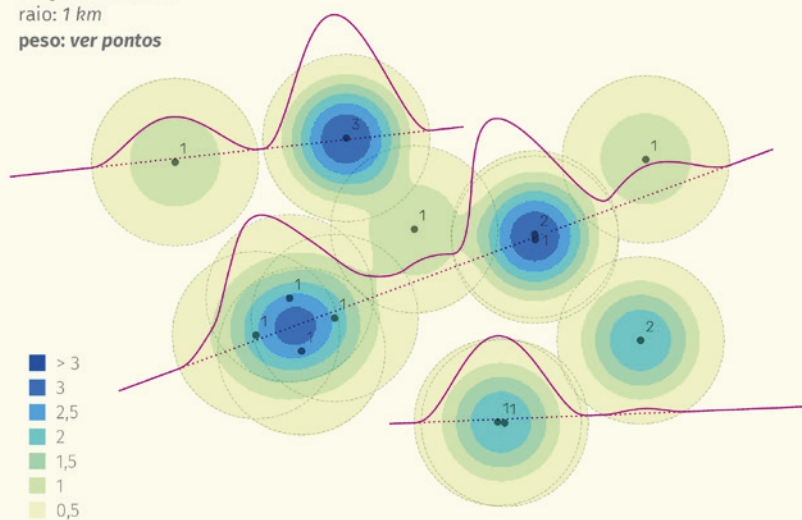
2.12 Mapa de calor com função de Epanechnikov simples.

Fonte: o autor.

função: *gaussiana*
 raio: 0,5 km
 peso: 1



função: *gaussiana*
 raio: 1 km
 peso: ver pontos



Com a variação do raio, vemos que a área de influência dos pontos diminui consideravelmente. Se damos um valor de raio muito baixo, acabamos com manchas isoladas, que não denunciam nenhuma concentração. Se damos um valor muito alto, acabamos abstraindo excessivamente a distribuição dos pontos, e podemos terminar com um mapa de escala equivalente à dos distritos – o que não queremos. Tendo em vista que os nossos pontos originais foram distribuídos aleatoriamente sobre linhas de CEP, precisamos de um raio grande o suficiente para diminuir o efeito dessa aleatoriedade, e por isso adotamos o valor de 1 quilômetro.

Quanto ao peso dos pontos, vemos como as curvas são puxadas para cima por valores mais altos. Uma mancha gerada por um ponto de peso 2 equivale à mancha de dois pontos de peso 1 muito próximos, por exemplo. Contudo, como em nosso mapa cada ponto corresponde a um paciente, o peso deve ser uniforme para todas as geometrias. Poderíamos usar um peso não uniforme se estivéssemos mapeando o número de casos por domicílio, por exemplo, em que cada domicílio correspondesse a um ponto.

Por fim, vale mencionar a escolha de representação. Em todos os mapas anteriores, as cores das manchas são distribuídas pelo método discreto, que torna mais clara a mudança entre os intervalos da legenda. Uma outra maneira, bem mais comum, de representação dos mapas de calor é pelo método linear, como mostra a figura 2.15. Nesse método, as cores são interpoladas, o que dificulta a leitura da legenda. Por conta disso, uso o método discreto.

2.13 Mapa de calor com função gaussiana de raio reduzido.

Fonte: o autor.

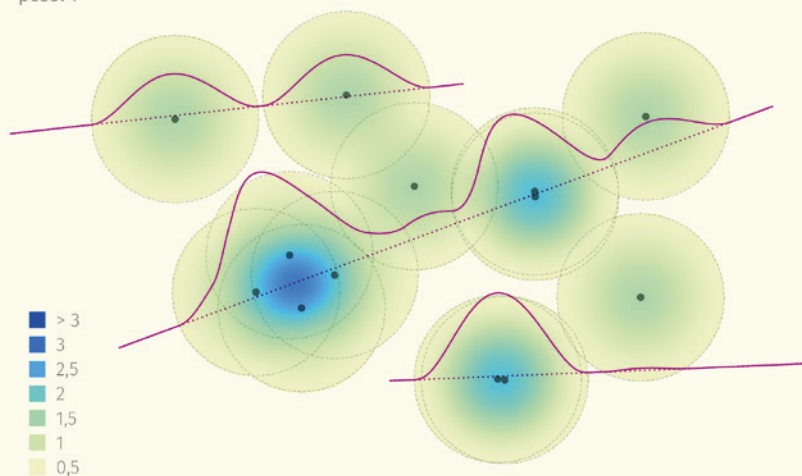
2.14 Mapa de calor com função gaussiana ponderada.

Fonte: o autor.

função: *gaussiana*

raio: 1 km

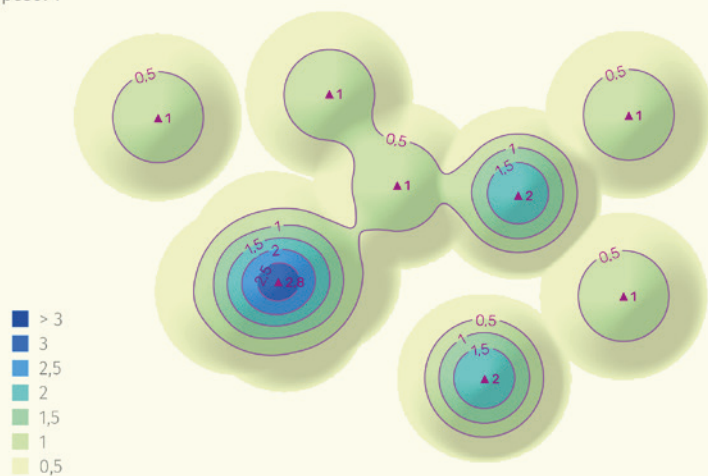
peso: 1



função: *gaussiana*

raio: 1 km

peso: 1



Para facilitar a sobreposição de mapas de calor, usamos também uma outra forma de representação, pela extração de curvas de nível. Como a densidade kernel é representada em um raster de banda única, podemos tratá-lo como uma camada de relevo (como modelo digital de elevação). Com isso, podemos usar todas as ferramentas de representação de relevo nos mapas de calor, como curvas de nível, sobras internas e sombras projetadas. Para não influenciar a cor das camadas inferiores, usamos apenas as curvas, que são dados lineares.

Com esses métodos de manuseio e representação, chegamos aos nossos primeiros mapas da pandemia em São Paulo. Na figura abaixo está um recorte da região central e sudeste da cidade, com um mapa de calor ao fundo representando a concentração de pessoas internadas testadas positivo para Covid-19. Em outros mapas divulgados na época, analisamos também a concentração

2.15 Mapa de calor com função gaussiana simples, representada pelo método linear.

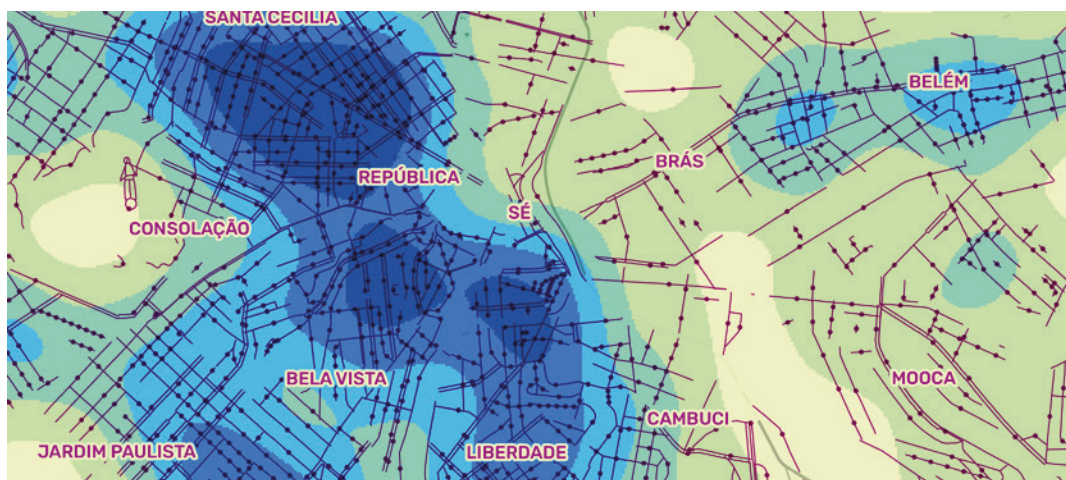
Fonte: o autor.

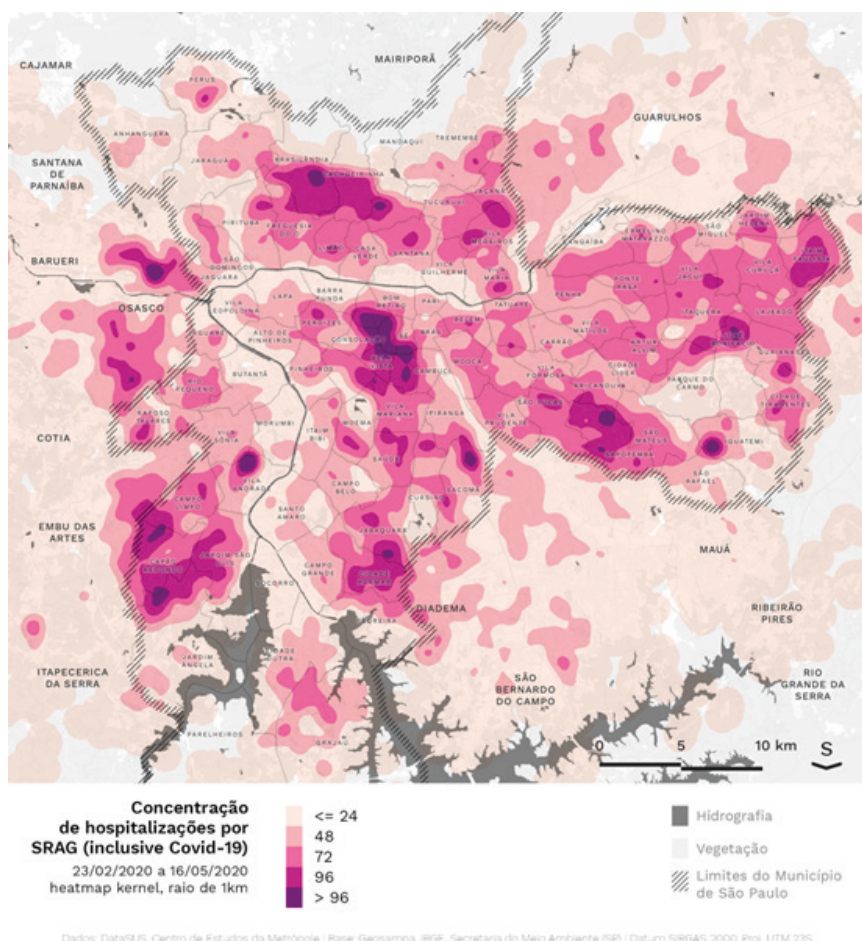
2.16 Mapa de calor com função gaussiana simples, com extração de curvas de nível.

Fonte: o autor.

2.17 Mapa de calor com hospitalizações por Covid-19 para recorte de São Paulo.

Fonte: o autor.





2.18 Hospitalizações por Covid-19 e SRAGs não identificadas para recorte de São Paulo.

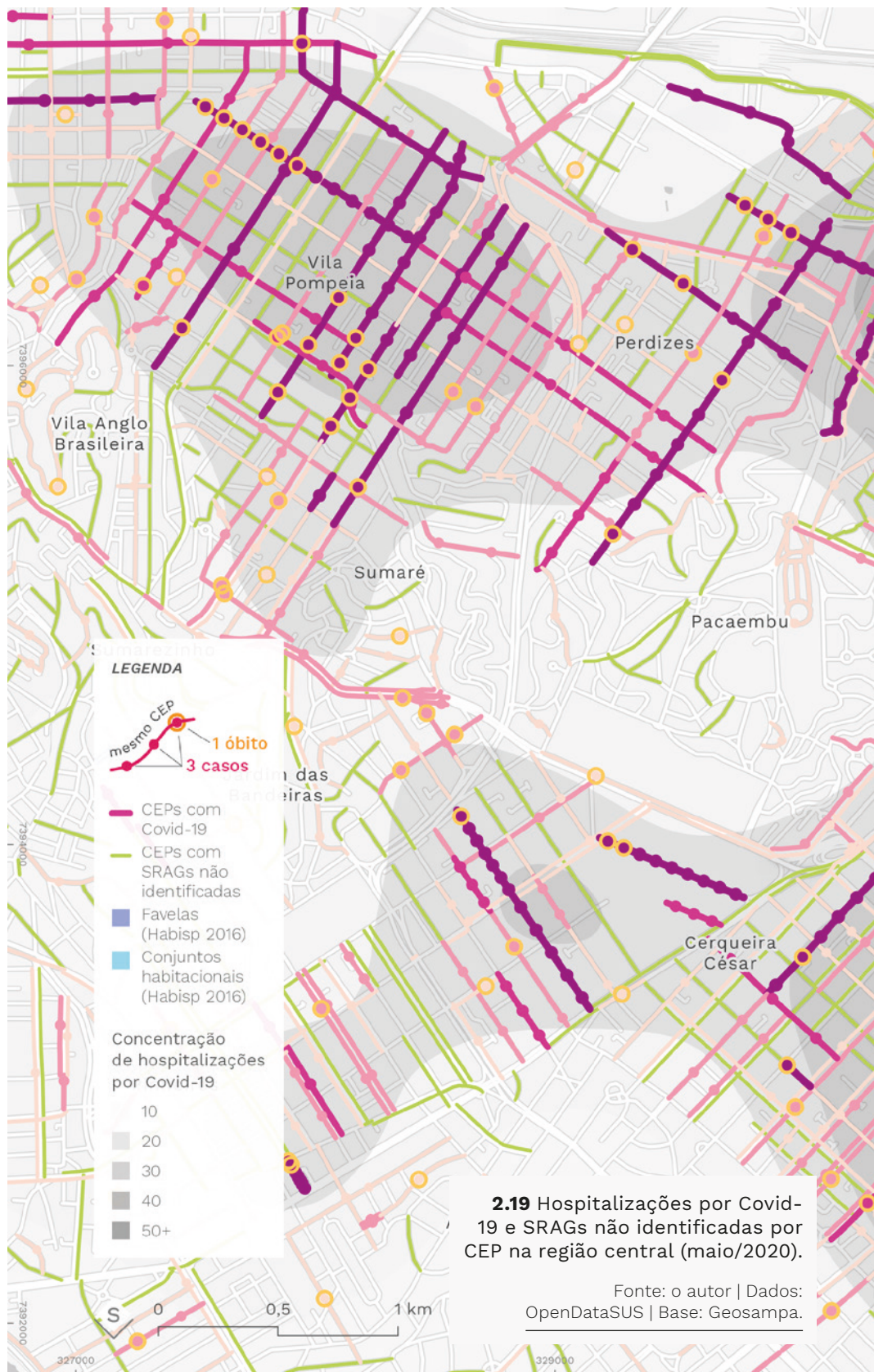
Fonte: MARINO et al., 2020c. Disponível em: < <http://www.labcidade.fau.usp.br/simplificacao-da-leitura-do-comportamento-da-epidemia-no-territorio-dificulta-seu-enfrentamento>>. Acesso em 09/02/2020.

de óbitos, e separamos as concentrações de SRAGs não identificadas das concentrações de casos confirmados de Covid-19. As linhas no mapa abaixo representam os CEPs com ao menos um caso de Covid-19 hospitalizado, e os pontos sobre as linhas são os casos interpolados, cuja geometria originou o mapa de calor

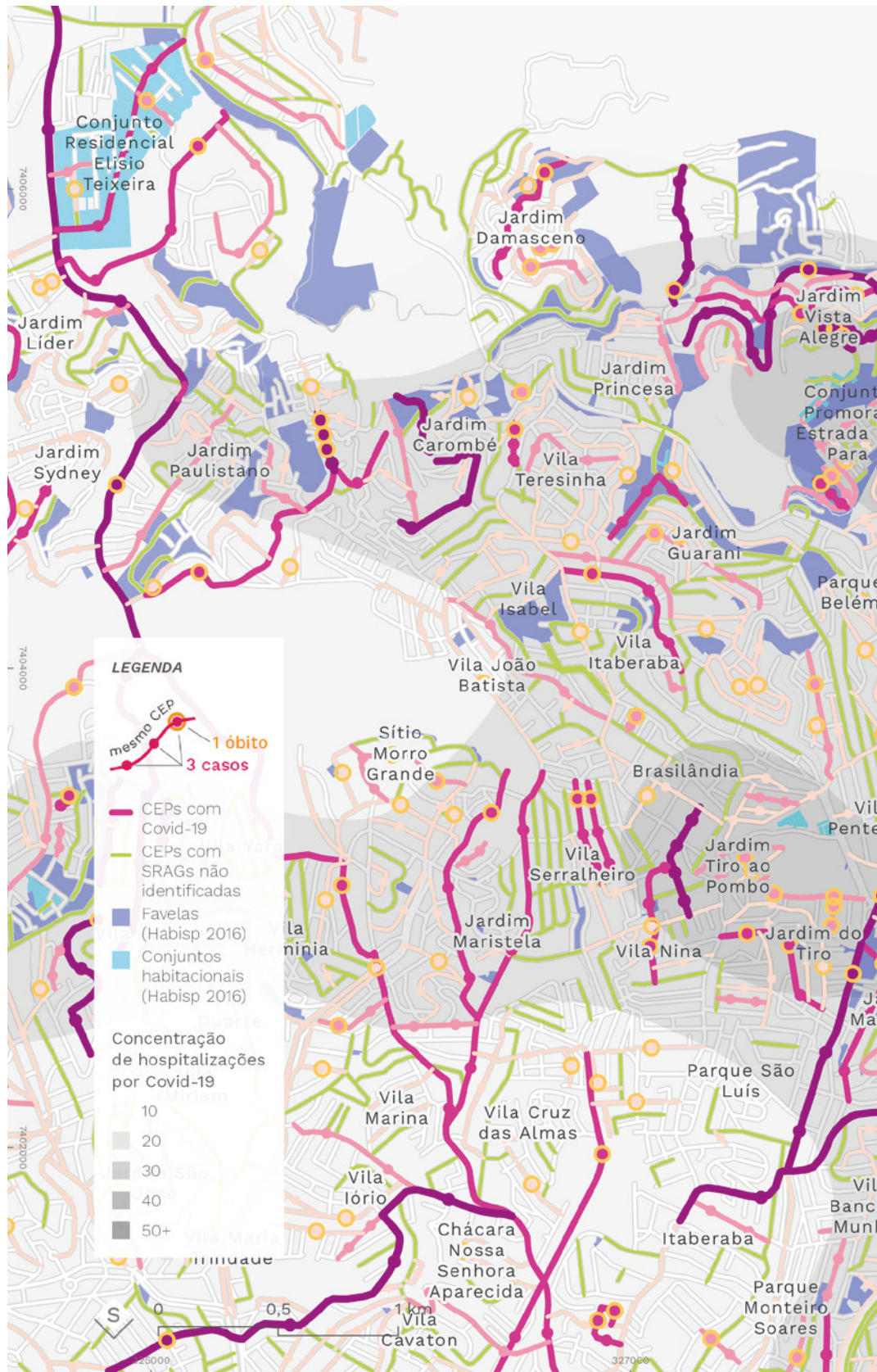
Junto aos mapas de calor, preparamos também um mapa interativo que permitia investigar o número de pessoas hospitalizadas por CEP e o número de óbitos pós-internação. Apesar de a densidade kernel ser a melhor ferramenta para identificação de concentrações, é necessário dizer que o mapa interativo teve um impacto muito maior. Menos de uma semana após a divulgação, o mapa interativo somava mais de 50 mil visualizações, com ampla cobertura dos principais veículos de imprensa – G1, O Globo, Rede Bandeirantes, El País, dentre outros. Esse alcance se deve, pelo menos em parte, ao desejo de saber a situação da sua vizinhança, coisa que não era permitida pelos mapas por distrito. Esse desejo aparece evidente na manchete do El País: “Saiba quantos dos seus vizinhos contraíram Covid-19”.

Em diálogo com a redação do G1, tivemos uma resposta surpresa dos repórteres ao descobrirem que a principal concentração de casos na cidade era na região da República e Santa Cecília, onde moravam. Isso era o contrário do que as reportagens do próprio jornal davam conta na época, em que Brasilândia, Sapopemba e outros bairros periféricos continuavam estereotipados como territórios da doença. Nesse sentido, esse impacto inesperado foi positivo, na medida em que ajudou a desconstruir na opinião pública a ideia de que as regiões centrais estavam a salvo da pandemia. Contudo, outros debates foram suscitados desse mapa interativo.

Na semana seguinte, recebemos diversos e-mails e mensagens criticando a divulgação dos dados. Por se tratar de um assunto sensível, acatamos alguns pedidos de revisão, que levaram à exclusão de CEPs com baixo número de endereços residenciais e de dados sobre a data do primeiro óbito por Covid-19. Do lado acadêmico, recebemos apontamentos sobre o risco de identificação, por termos divulgado os dados em uma unidade muito mais precisa que o distrito. A discussão que se seguiu tomou dois caminhos: por um lado, nos fez questionar se o CEP era de fato uma unidade territorial anônima; e do outro, nos fez adentrar aspectos legais do acesso aos dados por instituições acadêmicas.







2.20 Hospitalizações por Covid-19 e SRAGs não identificadas por CEP na Zona Norte (maio/2020).

Fonte: o autor |
Dados: OpenDataSUS
| Base: Geosampa.



Apesar dos debates trazidos pelo mapa interativo, o mapeamento foi interrompido com uma mudança na política de divulgação dos dados pelo Ministério da Saúde. Uma semana após a divulgação do nosso mapa, os dados de CEP foram retirados das bases públicas, sob justificativa de inconformidade com a própria Lei Geral de Proteção de Dados. A medida foi também retrospectiva, com a exclusão dos dados de arquivos antigos, como aqueles que usamos para gerar nossos mapas. Com a mudança, ficamos "no escuro" por vários meses.

Mas apesar do destaque dado ao mapa interativo, as considerações mais importantes vêm das outras leituras. O mapa de calor, com extensão para todos os municípios da Região Metropolitana de São Paulo codificados por logradouro, trouxe alguns contrapontos aos estereótipos centro-saúde, periferia-doença.

Em primeiro lugar, apesar de existir uma concentração de casos na periferia, ela não ocorre em todos os bairros periféricos, mas em alguns específicos: Brasilândia, Sapopemba, Jardim Ângela, Rochdale (em Osasco), e nas favelas de Paraisópolis e Heliópolis. A sobreposição dos CEPs dos infectados com as camadas de cortiços e favelas mostraram que não havia correspondência em vários casos "esperados". Isso indicou, no momento, a necessidade de olhar não apenas para outras escalas territoriais, mas outras escalas temporais, em busca de outros elementos na cadeia de disseminação do vírus. Se era verdade que várias favelas não haviam sido atingidas na época, seria só questão de tempo até que fossem? Se sim, o que pode ter levado alguns bairros a serem atingidos mais cedo?

Em segundo lugar, o mapa de calor deixa evidente a existência de um cluster de casos na região central. Essa concentração é invisível no mapa de casos por distrito divulgado pela prefeitura, muito provavelmente por conta do próprio desenho dos limites administrativos. Se comparamos o desenho de um distrito central, como Sé ou República, a um distrito periférico, como Grajaú ou Cidade Tiradentes, vemos a falta de proporcionalidade na extensão: os distritos centrais são muito menores. Com isso, dados com agregação distrital têm uma qualidade de visualização melhor no centro, permitindo observar mais nuances entre vizinhanças. Por outro lado, os distri-

tos periféricos achatam vários bairros em uma visualização única, homogeneizante.

A desproporção de área também traz indiretamente uma desproporção demográfica, já que áreas mais extensas tendem a abraçar um contingente populacional maior. A densidade populacional maior nas periferias tende a agravar essa disparidade. Para corrigir esses dois erros – de população e de área – seria necessário realizar ponderações dos dados para cada distrito, procedimento que não foi adotado nos mapas dos primeiros boletins epidemiológicos. Com a ponderação, aparecem outras limitações. Nos primeiros meses da pandemia, por exemplo, o distrito do Pari despontava como um dos mais afetados em casos por habitante; consequência de ter uma população pequena, o que inflava seu valor ponderado. A alta prevalência, contudo, não correspondia a uma área com alta concentração de casos.

Com as observações possibilitadas pelas novas leituras, passamos a trabalhar em novas hipóteses. O “mapa de Barcelona” não mostrou a relação esperada entre áreas comerciais, concentradoras de fluxo, e casos de Covid-19. As concentrações causadas por ida às compras podem ter respondido desde cedo às restrições de abertura, diminuindo o seu papel na disseminação. Também notamos como, pelo menos em um período de poucos meses, não há uma relação direta entre favelas, conjuntos habitacionais e áreas encortçadas e hospitalizações por Covid-19. Porém, os deslocamentos a trabalho continuaram ocorrendo, gerando aglomerações na rede de transportes e nos locais de trabalho. Nos próximos dois capítulos, nos aprofundaremos em duas questões práticas, sobre transporte público e sobre serviços essenciais. As cartografias que veremos adicionam elementos de leitura para além da escala.

CAPÍTULO 3

da hiperacessibilidade à mobilidade urbana: o vírus em circulação

Numa escala ampla, a pandemia é inegavelmente um produto da mobilidade. A empregada doméstica registrada como primeira vítima da Covid-19 no Brasil, de quem já falamos, morava numa comunidade distante do seu local de trabalho. Mas o contato com a doença só foi possível depois do deslocamento de sua patroa em retorno da Itália, trazendo o vírus consigo. Da mesma maneira, o vírus só pôde sair de Wuhan – cidade chinesa considerada como marco zero da pandemia – para o resto do mundo graças à existência de fluxos internacionais. Estamos falando de linhas aéreas, de trens de alta velocidade, de ônibus e de infraestruturas de circulação de mercadorias e cadeias de suprimentos sem as quais a pandemia jamais atingiria a abrangência observada. Não por acaso, os aeroportos, alfândegas e hubs de transporte foram a primeira linha de controle adotada por diversos países, tentando evitar que o vírus cruzasse suas fronteiras.

Esses deslocamentos frequentes em grandes distâncias são uma característica dos nossos tempos, produto do processo de expansão geográfica do capitalismo (HARVEY, 2001). Nas últimas décadas, vimos a integração de mercados de trabalho, mercado financeiro, redes de ensino, liberação do trânsito em fronteiras. Em nível urbano, isso se reflete em disputas pela localização de eventos globais (como copas, olimpíadas), desenvolvimento focado em polos de acessibilidade, desativação de parques industriais e ampliação da infraestrutura de tráfego de dados. Cria-se uma condição de “hiperacessibilidade”, boa parte do mundo passa a estar a poucas horas de distância – acessível numa velocidade muito maior que o período de incubação do Sars-CoV-2. As classes médias e altas desfrutam muito mais dessa integração global, mas também encontramos mais deslocamentos em classes mais baixas e movimentos migratórios. Contudo, quando a

Covid-19 surge em grandes centros urbanos, a complexidade desses fluxos é substituída por uma narrativa que foca na precariedade de bairros mais pobres. Os enclaves de classe alta não são pintados como viveiros pestilentos, muito embora, como vimos, é neles que encontramos parte dos primeiros casos de Covid-19 do país.

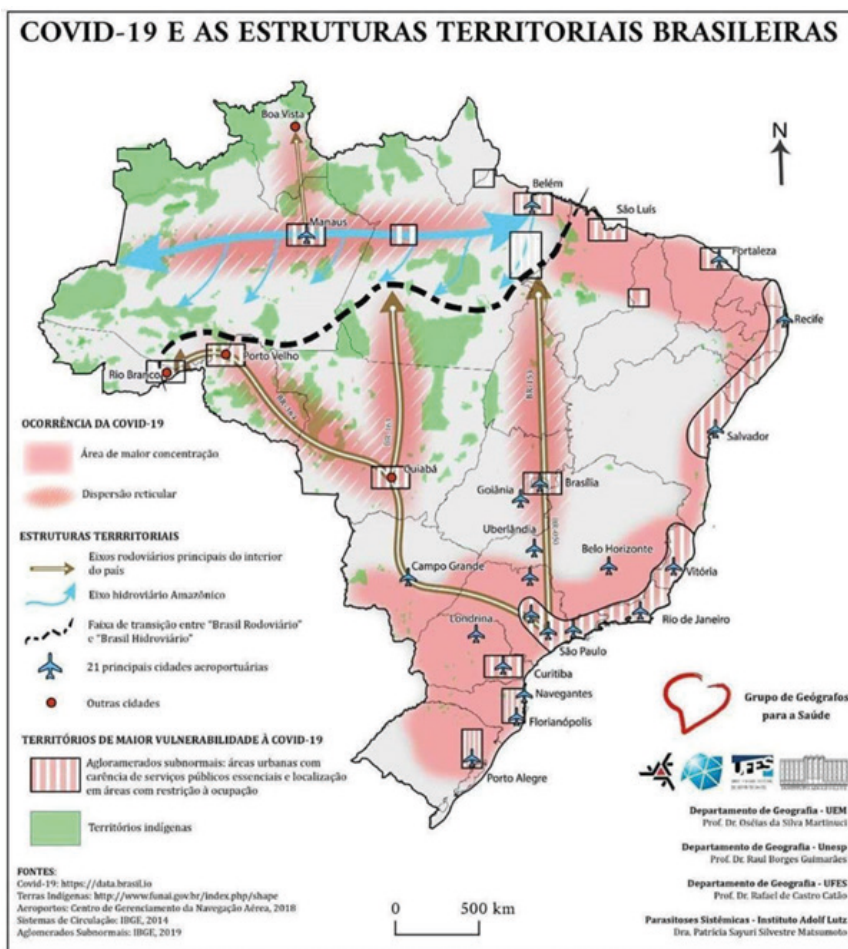
Essa mudança de foco explicativo também é um jogo de transição de escalas. Em uma das diversas atividades decorrentes da divulgação dos nossos mapas por CEPs, tivemos a oportunidade de conversar com Rafael Catão, professor de geografia da Universidade Federal do Espírito Santo. Rafael fazia parte de um grupo de estudos chamado Geógrafos para a Saúde, que também investigava a disseminação espacial do vírus, mas numa escala regional, entre municípios. Os resultados apresentados na conversa faziam uma transição da leitura da escala global para a nacional, e com isso mostrava mais uma vez a correspondência com a infraestrutura de circulação. Em nível internacional, os aeroportos seriam os nós da disseminação. No nível estudado pelo grupo de Rafael, a disseminação é canalizada pelas rodovias e por hidrovias, no caso da Região Norte (GUIMARÃES et al., 2020). Os aeroportos adquirem hierarquia: a disseminação parte dos aeroportos internacionais, aonde chegam voos de passageiros e de carga vindo de países com surtos locais, e então se distribui para cidades com aeroportos de alcance menor. As cidades com aeroportos internacionais, geralmente em regiões metropolitanas, são chaves nessa rede de penetração da doença.

O tipo de informação nova trazida pela mudança de escala chama atenção. Primeiro, ela delimita que a rota do vírus é definida por uma hierarquia das áreas urbanizadas na escala regional/nacional. Essa rota é completamente dependente do tipo de infraestrutura de circulação: uma rodovia promove paradas intermediárias dos veículos, deixando um rastro de disseminação em entrepostos de beira de estrada, hotéis, motéis e todo serviço urbano associado à rodovia. Já o transporte aéreo “teletransporta” a doença sem deixar contaminados pelo caminho (ninguém salta do avião em pleno voo). A temporalidade também aparece como um elemento novo, ao lado da escala geográfica. Com a difusão hierarquizada, as primeiras atingidas são as cidades com hubs de transporte internacional, depois as

cidades com aeroportos regionais, depois cidades em eixos rodoviários nacionais – claro, com exceções aqui ou ali.

Contudo, talvez por conta da escala ainda muito pequena, a análise borra o papel do transporte dentro das áreas urbanas. Num mapa produzido pelo grupo, vemos as regiões mais urbanizadas do país discriminadas como manchas homogêneas, com presença de aglomerados subnormais. Trata-se de uma reprodução da narrativa periferia-doença, mesmo numa escala em que a “periferia” é indistinguível do “centro” urbano. Por todos os motivos já expostos, sabíamos das limitações dessa compreensão. Nesse modelo, enquanto a disseminação regional seria hierarquizada e marcada por uma temporalidade, a disseminação urbana seria difusa, instantânea e homogênea. Mas sabemos que as redes de mobilidade urbana também não são homogêneas, e que o contato é bastante hierarquizado por componentes sociais. Um trabalhador de serviços num bairro afastado não costuma ter contatos rotineiros com um morador de área nobre que retorna doente de uma viagem internacional. É necessário haver alguns repasses até que possa haver uma disseminação geral nas chamadas periferias.

Além das inspirações oferecidas pelo grupo Geógrafos para a Saúde, também fomos provocados pelo trabalho desenvolvido pelo NEREUS, o Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo. O núcleo convidou vários grupos de pesquisa e imprensa para a apresentação de um estudo sobre mobilidade urbana, ainda em maio de 2020. Na apresentação, os pesquisadores mostraram a implementação de um modelo para analisar o efeito da realização de viagens urbanas na Região Metropolitana de São Paulo, com base em modelos desenvolvidos no Japão e Itália e com dados da Pesquisa Origem Destino 2017, do Metrô de São Paulo. A modelagem permitia estimar o impacto da disseminação nos locais de origem e destino, ou seja, nos ambientes onde as pessoas realizam atividades de trabalho, educação, compras ou mesmo onde moram. Contudo, a possibilidade de disseminação no trajeto, dentro da rede de transportes, não era levada em consideração nos cálculos do risco. Isso nos pareceu uma limitação importante, tendo em vista a superlotação da rede de transporte público.



Imediatamente, começamos a trabalhar numa análise própria sobre a exposição interna à rede de transportes. Passamos, assim, para uma análise mais concreta, focada em um aspecto específico da disseminação. Além do mais, a mobilidade urbana, competência do poder público, caracterizaria uma oportunidade de incidência e contribuição direta às políticas públicas de controle da pandemia. Um dos propósitos das discus-

3.1 Principais estruturas territoriais brasileiras da Covid-19.

Fonte: GUMIARÃES et al., 2020.

sões deste capítulo, além de mostrar os resultados, é ilustrar como o formato da geoinformação, as formas de controle do acesso e o domínio tecnológico das ferramentas de análise acabam restringindo as leituras possíveis.

3.1 TÉCNICAS E MÉTODOS DE ANÁLISE

Nossa questão central – aquela que queríamos ajudar a responder – era “como o transporte público participa da dinâmica de disseminação da Covid-19?”. Tínhamos, no começo, a intenção de testar alguns indicadores sobre mobilidade para começar a desenhar melhor nossas hipóteses. Para cada indicador, imaginamos haver o agravamento do risco de contágio a partir de alguns fatores associados à dificuldade de cumprir medidas preventivas de afastamento e circulação de ar, conforme recomendações da Organização Mundial da Saúde (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2021). A necessidade de sair de casa para pegar o transporte público, em si, seria o fator de agravamento do risco primordial. A aferição dessa hipótese dependeria do acesso a algumas bases de dados:

Tabela 3.1 Possíveis fatores de risco no transporte público

INDICADOR DE TRANSPORTE	CONSEQUÊNCIA DIRETA (RISCO)	DADO IDEAL PARA MEDIÇÃO
Lotação dos veículos	Proximidade entre pessoas	Número de pessoas por veículo, em tempo real
Lotação das paradas	Proximidade entre pessoas	Número de pessoas por ponto ou estação, em tempo real
Especificação dos serviços (frequência e tipo de veículo)	Aumento da lotação nos veículos e paradas	Frota em circulação, em tempo real
Geração da viagem (necessidade de sair)	Ocorrer exposição	Índice de mobilidade com recorte para a pandemia
Plano de viagem	Tempo de exposição	Registro de deslocamentos individuais, em tempo real
Desenho da rede	Planos de viagem mais longos	Especificação das linhas de transporte

Fonte: o autor.

Na falta de uma fonte de dados unificada, foi necessário recorrer a múltiplos métodos de coleta e tratamento até chegarmos a resultados cartográficos. Fui o responsável por estruturar todo o processo e realizar o processamento dos dados, e contei com ajuda dos pesquisadores do Instituto Pólis. Com algum conhecimento prévio sobre o tipo de dado e de ferramentas disponíveis, separei o trabalho de pesquisa em dois blocos, um de monitoramento e outro de roteamento.

Na execução do monitoramento trabalhamos com indicadores relacionados aos serviços de transporte, como a especificação da rede e a lotação. Idealmente, obteríamos dados sobre lotação em tempo real para identificar possíveis focos de disseminação dentro da rede, mas esses dados simplesmente não existem. Nem mesmo as operadoras de transporte de São Paulo – SPTrans e EMTU para rede de ônibus, Metrô e CPTM para trilhos – tem capacidade de coleta dessas informações, pela falta de sensores e em consequência dos contratos de concessão. O Metrô de São Paulo, por exemplo, só consegue realizar uma contagem precisa do número de passageiros pelo pagamento de passagem nas catracas. É possível apenas estimar o número de passageiros dentro dos trens usando dados de peso adicional nos vagões, como já se faz hoje para anunciar a lotação dos próximos trens em algumas linhas. Contudo, esse dado não é público, e não sabemos se é coletado e armazenado pela equipe do Metrô. Além disso, apenas com a lotação dos vagões não é possível identificar a lotação das plataformas, que requereria um acompanhamento visual de várias estações – ao mesmo tempo, para garantir comparabilidade. Sem sensores, trata-se de um esforço impossível.

Na SPTrans o problema é um pouco diferente. A contagem mais precisa dos passageiros também ocorre nas catracas, muito por conta da centralidade dada à tarifa na concessão do sistema. Os ônibus municipais também contam com um sistema de rastreamento embarcado, que permite obter dados em tempo real sobre a localização dos veículos, rotas e número de passageiros. Porém, as catracas não estão localizadas na porta dos veículos, e com isso os passageiros à frente da catraca não são contabilizados em tempo real. Isso se agrava quando os ônibus estão cheios, obrigando os passageiros

a permanecer na área não paga do veículo. Esse método de contagem também não permite medir desembarques. A forma ideal para obtenção desses dados é a instalação de sensores contadores de passageiros em todas as portas dos veículos, que permitiriam ter informações reais sobre o status da rede a qualquer momento. A instalação de sensores estava prevista nas primeiras versões do edital de concessão da rede de ônibus, de 2015, apenas para alguns veículos de algumas linhas. Mas a versão final, assinada em 2018, excluiu completamente a exigência desse sistema, e com isso manteve o pagamento da tarifa como principal indicador de demanda.

A SPTrans realiza uma ponderação com fatores de expansão sobre os pagamentos de tarifa para estimar o carregamento dos ônibus por hora. Não é o dado ideal, mas é o melhor dado disponível, e apenas para o sistema de ônibus. Metrô, CPTM e EMTU não realizam esse tipo de cálculo. Para obter os dados da SPTrans, foi necessário enviar um pedido sob a Lei de Acesso à Informação e aguardar o prazo de resposta.

Enquanto isso, continuamos com a coleta de outros dados de monitoramento. Os dados dos sistemas embarcados nos ônibus da SPTrans são abertos para público, mediante cadastro de uma conta de desenvolvedor no site da empresa. A conta permite baixar o arquivo de especificação de rede (GTFS, General Transit Feed Specification) mais recente e concede um token para acesso aos dados de posicionamento e serviço dos ônibus. Esses dados devem ser obtidos pelo API (Application Programming Interface), o que requer familiaridade com alguma linguagem de programação. É possível, por exemplo, reconstituir o trajeto dos ônibus ao longo do dia ou contar o número de viagens que realizaram. Os dados nem sempre são precisos, há erros de registro que criam situações impossíveis (como ônibus viajando na velocidade da luz), por isso faz parte do trabalho identificar e excluir essas inconsistências. No começo de 2020 eu já havia trabalhado numa primeira versão de um script de monitoramento da rede, utilizada inclusive em uma análise sobre o impacto de um dia de chuvas fortes e enchentes na rede de transporte (MENDONÇA, 2020). Para implementação do monitoramento durante a pandemia, aprimorei o script e desenvolvi uma interfa-

se havia alguma região com grande demanda afetada negativamente pelas mudanças. O cálculo é o seguinte:

Lotação média dos veículos = número de passageiros
transportados no pico da manhã/número de viagens da linha
no pico da manhã

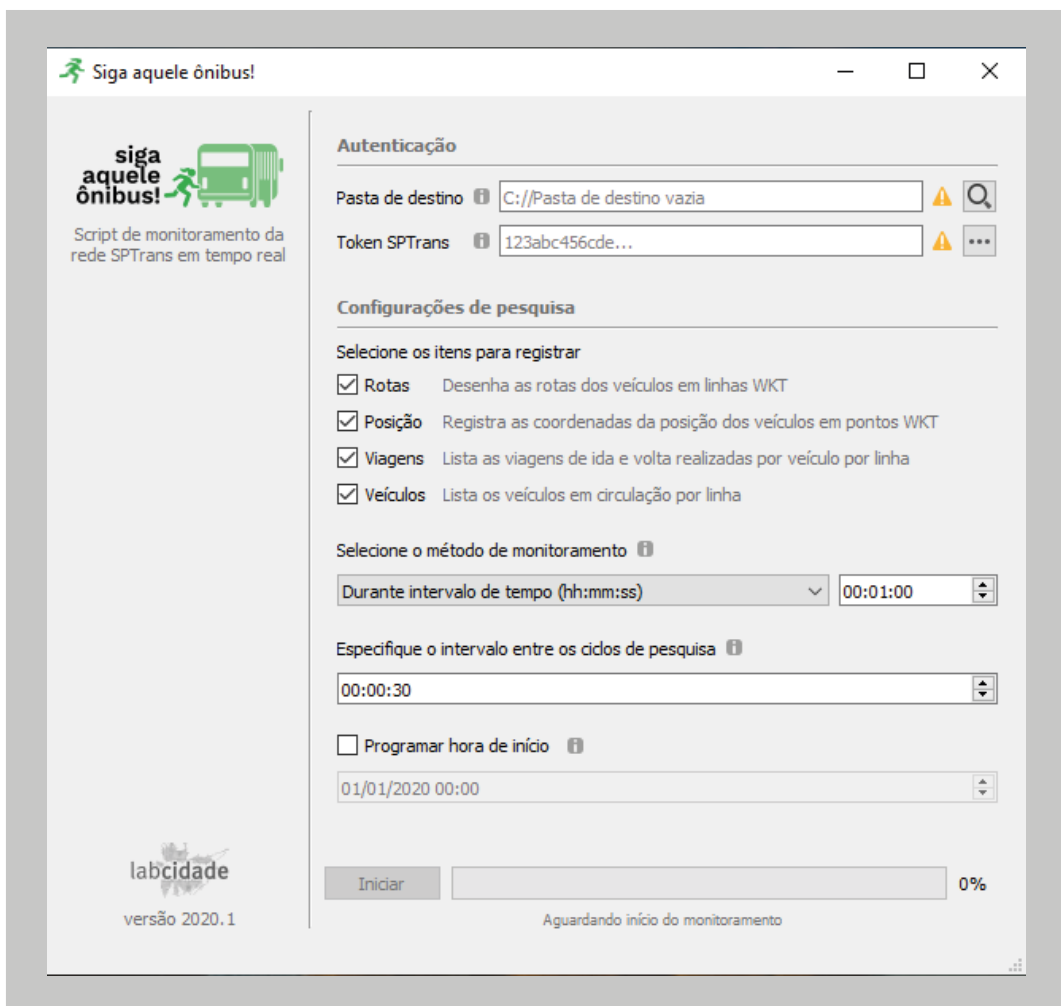
Os dados de carregamento solicitados via LAI não nos forneceriam o número de viagens, mas poderíamos usar script de rastreamento para fazer a contagem. Já o número de passageiros foi obtido por uma estimativa a partir de dados de passageiros totais transportados, disponível no portal de dados abertos da SPTrans. As planilhas contêm a soma de passageiros do dia inteiro, que ponderamos com dados da Pesquisa Origem Destino 2017 (COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO, 2019) para extrair apenas a parcela correspondente às viagens de transporte público no pico da manhã. Nas leituras finais, esses dados foram substituídos pela demanda calculada nas catracas, graças à resposta do nosso pedido de acesso à informação.

Já um indicador mais direto sobre a estratégia adotada pela própria SPTrans seria a variação da oferta de frota por linha, comparada com o número de veículos programado para um dia normal. Esse valor foi calculado por:

Variação de frota = frota na pandemia/frota programada

A frota programada foi extraída da especificação dos serviços, disponível nos anexos do contrato de concessão vigente. Por fim, para possibilitar a comparação entre todos os dados, e também com os mapas de calor de concentração das hospitalizações, foi necessário realizar um corte temporal. O monitoramento foi realizado no dia 05 de junho, sexta-feira, durante o pico da manhã (5:00 às 9:00). Os dados de contagem de passageiros também correspondem a esta data.

O roteamento, segundo bloco da pesquisa, exigiu mais recursos tecnológicos. Nossa intenção com essa outra frente de trabalho era obter dados sobre o padrão de mobilidade das pessoas durante a



3.3 Interface da aplicação "Siga aquele ônibus!", desenvolvida para monitoramento dos ônibus da SPTrans em tempo real.

Fonte: o autor.

pandemia, com informações sobre a geração e planejamento de cada viagem. O termo “geração” designa a criação da necessidade de realizar a viagem, e está sempre associada a um motivo: as pessoas viajam porque precisam estudar, trabalhar, ir para casa, fazer compras etc. Diferentes circunstâncias pessoais e socioeconômicas podem afetar a dinâmica de geração das viagens, como é o caso dos deslocamentos com motivo educação durante a pandemia. O fechamento das escolas faz com que essas viagens não sejam realizadas, ou seja, deixam de ser geradas. Já “planejamento” se refere a como as pessoas decidem fazer a viagem: quando vão sair de casa, que modo e que linhas pretendem usar para chegar ao seu destino. O planejamento das viagens costuma ser afetado por horários de funcionamento dos estabelecimentos e pelo desenho e especificação da rede de transporte, como velocidade média, frequência da rota, tarifa e número de transferências. Duas pessoas que tenham a mesma origem e o mesmo destino não necessariamente planejarão viagens iguais.

O “dado ideal” para essa análise consistiria em rastrear e coletar os passos de todas as pessoas que usaram transporte público. Como já apresentei na primeira parte deste trabalho, é em parte o que faz a Google e empresas como In Loco, apesar de terem alcance restrito aos usuários de seus serviços. Contudo, trata-se de uma violação de privacidade, na medida em que quase sempre as pessoas são levadas a ceder seus dados sem consentimento pleno. Nossa análise requer medir o fluxo de pessoas por linha de transporte público, identificadas por código ou nome. O rastreamento da Google é capaz de deduzir qual modal foi utilizado no deslocamento, mas pelo menos por enquanto não consegue dizer a linha. Além disso, evidentemente, jamais teríamos acesso aos dados da Google, não porque a empresa zela pela privacidade dos usuários, mas porque os dados coletados são sua propriedade e são vendidos ou disponibilizados conforme seus interesses econômicos.

Outra fonte possível para esses dados seria a SPTrans. A empresa faz a gestão do sistema de bilhetes únicos, que são a principal forma de pagamento da tarifa. Ao encostar o seu bilhete nos terminais das catracas, os usuários deixam registrado o código do seu bilhete vinculado a dados do ônibus, o horário de pagamen-

to e uma foto de rosto tirada no momento da cobrança da tarifa. A coleta desses dados ocorria apenas com bilhetes estudantis, e foi potencializada com o fim da venda de bilhetes anônimos em 2019. Já houve esforços de dentro da prefeitura para explorar esses dados comercialmente, embora o projeto pareça não ter tido interessados. Não é possível ter dados sobre origem e destino em tempo real com os dados de bilhetagem, mas a partir de dados diários completos é possível reconstituir as rotas e os locais de transferência.

Já a alternativa que imaginamos seria simular o planejamento das rotas, a partir de dados da Pesquisa Origem Destino 2017, da especificação da rede de transportes nos arquivos GTFS da SPTrans, do Censo IBGE 2010 e do Relatório Anual de Informações Sociais de 2018, do Ministério da Economia. Esses dados foram usados para distribuir pontos de origem e destino na cidade, e posteriormente realizar o roteamento dos deslocamentos com um grafo de rede de transportes. Com essa simulação, pretendíamos (i) visualizar o carregamento das rotas de transporte público de ônibus e trens, comparando-as em ordem de grandeza; (ii) identificar características das viagens realizadas na pandemia, como tempo e número de transferências; e (iii) identificar as principais rotas usadas por moradores de áreas de concentração de hospitalizações, conforme nossos mapas de calor. Com o último ponto, testaríamos se existe relação entre focos e locais de transferência aberta, e se existem conexões de alta densidade de viagens entre diferentes focos de hospitalizações (figura 3.6).

O processo de simulação consistiu em:

A) SELEÇÃO DAS VIAGENS

As viagens são um elemento de análise com certas características, como origem, destino, modos, motivo, horário e dados da pessoa que a realiza. A Pesquisa Origem Destino (OD) é realizada pelo Metrô de São Paulo a cada dez anos, e oferece a base de dados mais completa destas variáveis para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). A pesquisa mais recente é de 2017. Para simular as condições de mobilidade na pandemia, extraímos da base de dados apenas viagens realizadas por motivo trabalho, já que as aulas se encontra-

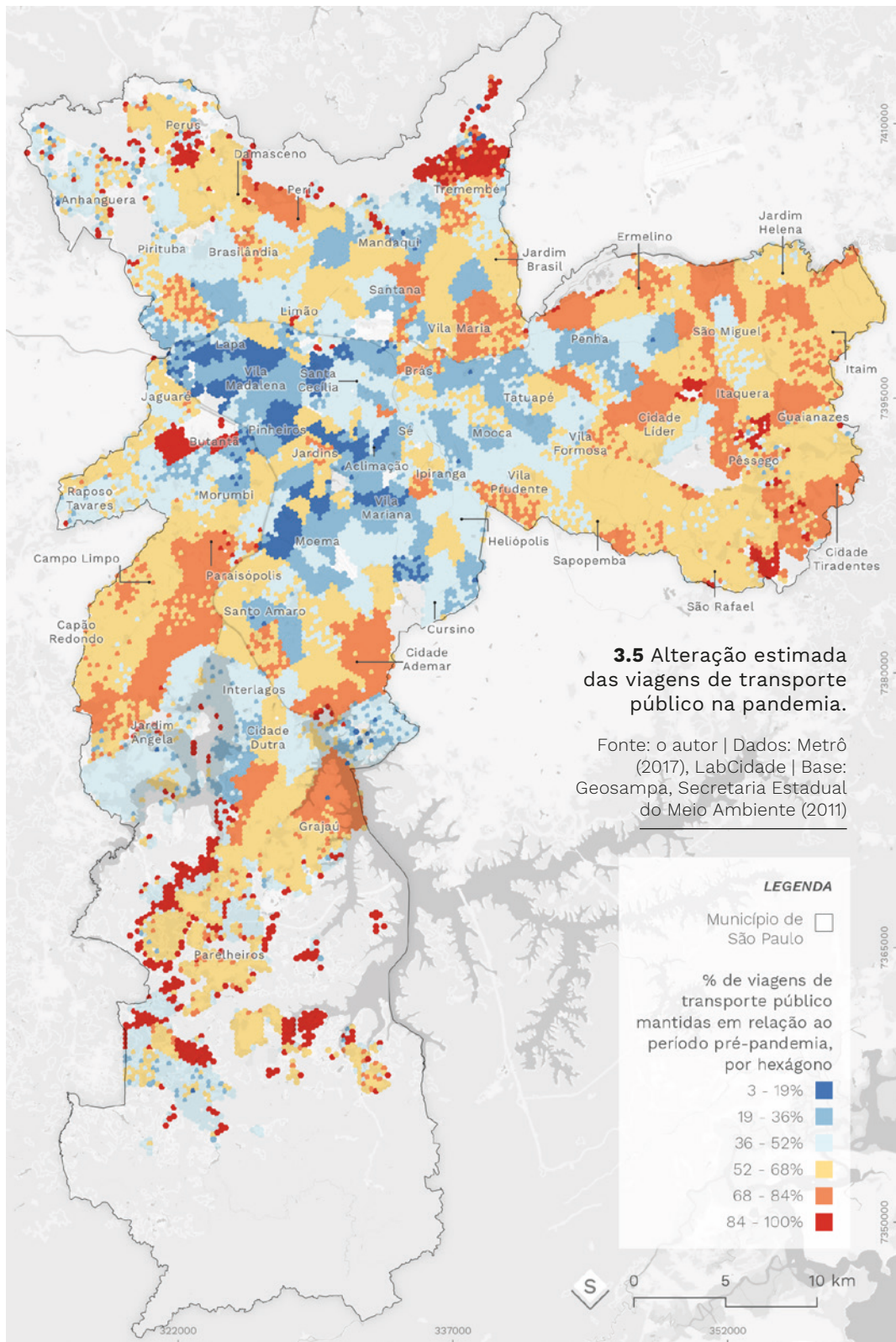
vam suspensas no período em que realizamos a análise. Dentre as viagens a trabalho, selecionamos apenas as realizadas por transporte público e por trabalhadores com menos condições de migrar para o teletrabalho. Com isso, foram excluídos os trabalhadores com ensino superior, empresários e trabalhadores em cargos administrativos ou executivos. Também realizamos um recorte horário para compatibilizar com os dados de monitoramento dos ônibus, e mantivemos apenas viagens realizadas no pico da manhã (das 5:00 às 9:00) de dia útil. Por fim, selecionamos apenas viagens com origem ou destino no município de São Paulo. Esse recorte era indesejado, pois esconde as dinâmicas de circulação metropolitana. Contudo, São Paulo é a única cidade que disponibiliza a público uma especificação completa da sua rede de transporte municipal (em GTFS) e, portanto, a única em que a simulação das rotas é possível. Ao final, obtivemos uma base de dados com o equivalente a 1,5 milhões de viagens, que corresponde genericamente à metade das viagens realizadas diariamente no período de análise (figura 3.4).

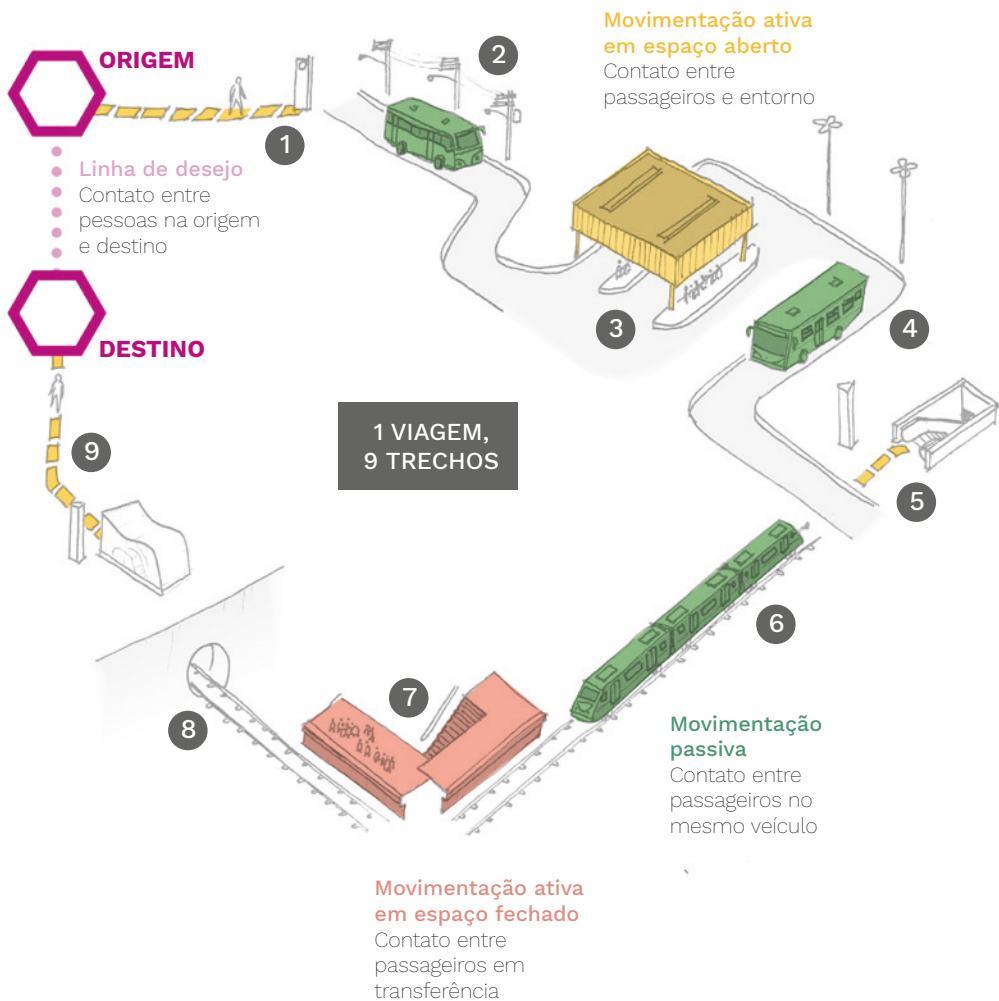


3.4 Passageiros transportados pela SPTrans de segundas a sextas-feiras, de 27/fev a 17/jun.

Fonte: o autor. |
Dados: SPTrans.

— Passageiros transportados na rede de ônibus municipais





3.6 Esquematização dos segmentos de viagem analisados em um exemplo de viagem.

Fonte: o autor.

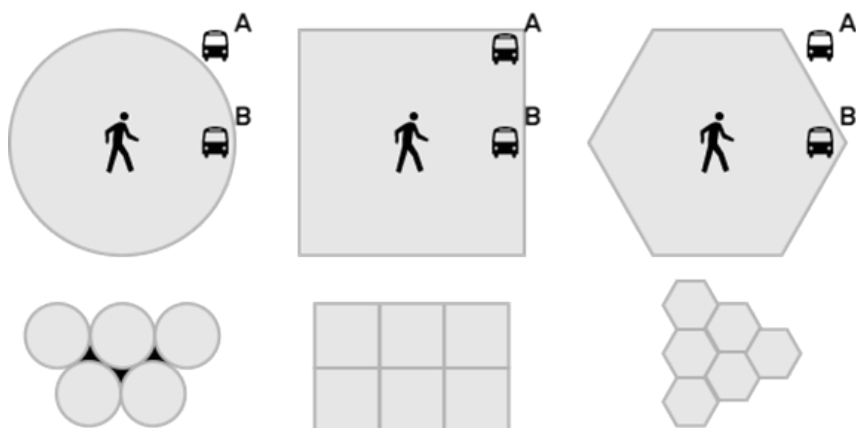
B) REFINAMENTO DA MALHA

Com as viagens selecionadas, a próxima etapa seria distribuir espacialmente a origem e o destino de cada deslocamento. A unidade territorial da Pesquisa OD é a zona OD, uma região de escala intermediária entre o setor censitário e o distrito. O método de desenho das zonas traz uma limitação, zonas mais distantes do centro têm área muito maiores que zonas centrais, diminuindo a precisão na direção das áreas periféricas. Para contornar essa limitação, criamos uma malha própria, hexagonal com células de 300 metros.

Optei por hexágonos no lugar de quadrículas porque são uma forma consolidada em análises de mobilidade, especialmente quando se considera características de microacessibilidade (GIANNOTTI et al., 2020). Em termos de planejamento de viagens, tendemos a escolher o ponto de ônibus mais próximo a partir de círculos concêntricos, e o hexágono é a forma de malha que mais se aproxima do círculo. Na figura 3.7, vemos como os cantos do quadrado tendem a incluir na mesma unidade territorial um ponto “A” mais distante, contabilizando-o como equivalente do ponto “B”, mais próximo. O círculo, apesar de ideal quando isolado, não é compatível com uma malha por deixar regiões não classificadas.

3.7 Características das geometrias em malha.

Fonte: o autor.



Uma característica secundária, mas relevante, das malhas regulares é a equivalência entre densidades das células. No caso das zonas OD, ou mesmo dos setores censitários, cada unidade da malha possui uma área diferente. Com isso, os mapas coropléticos de contagem e de densidade (contagem ponderada por área) resultam em gradientes de cor diferentes. Quando usamos uma malha regular, todas as unidades possuem área equivalente, desde que trabalhemos com uma projeção local, de coordenadas planas (projeções UTM, por exemplo), e em uma extensão geográfica não muito extensa. Nesse caso, os gradientes de cor num mapa coroplético de contagem ou densidade serão iguais, pois o denominador do cálculo de densidade é o mesmo para todas as células.

| Densidade coroplética = contagem de pontos/área do polígono

Essa “densidade coroplética” é relativa aos polígonos da malha, e está sujeita a todas as limitações expostas quando tratei dos mapas de calor. Contamos com a granularidade territorial pequena para reduzir os efeitos de borda nas representações cartográficas dos resultados. Neste caso, como estamos analisando trajetos entre regiões, a representação por mapas de calor não faz sentido.

C) DISTRIBUIÇÃO DAS ORIGENS

A pesquisa OD registra as origens por zona, com limites diferentes da nossa malha hexagonal. Para realizar a correspondência entre as duas, poderíamos realizar uma distribuição aleatória ou igualitária entre os hexágonos da mesma zona OD. Mas esse método poderia produzir, por exemplo, um número alto de viagens com origem em parques e aeroportos, o que não corresponde à realidade. Por isso, ponderamos essa distribuição intrazona com dados do Censo IBGE 2010, considerando que as origens no pico da manhã têm maior relação com o lugar de residência das pessoas.

Primeiro, realizamos a interseção entre os setores censitários e as zonas OD. Em seguida, para cada setor censitário da zona, calculamos a porcentagem relativa desse setor em relação à população total

da zona. Com isso, obtivemos um peso para distribuir as viagens, conforme a fórmula:

$$\left| \begin{array}{l} \text{Viagens no setor} = \text{viagens na zona} \times (\text{população do setor} / \\ \text{população da zona}) \end{array} \right.$$

Arredondamos o valor resultante para zero casas decimais. Em seguida, usamos o algoritmo de geoprocessamento “pontos aleatórios” para criar pontos de origem dentro de cada setor censitário. O número de pontos gerado em um setor é igual ao número de viagens no setor. Finalmente, interseccionamos os pontos com a malha hexagonal, obtendo uma lista de pontos com coordenada e índices de zona OD e de hexágono.

Para conectar esses pontos com as viagens da base de dados OD, realizamos um sorteio para cada zona. Calculamos a soma de todas as viagens originadas em cada zona, a partir de seus fatores de expansão, e então atribuímos as coordenadas de origem para cada uma dessas viagens, a partir do conjunto de pontos aleatórios de sua zona. Para manter a compatibilidade com a matriz OD, os destinos dessas viagens foram sorteados simultaneamente, conforme o item seguinte.

D) DISTRIBUIÇÃO DOS DESTINOS

Os destinos das viagens foram atribuídos seguindo a mesma lógica do sorteio de origens, mas com dados distintos. Como utilizamos apenas viagens com motivo trabalho, a ponderação deveria ser feita por número de postos de trabalho, em vez de população total. Para isso, utilizamos a base de dados do Relatório Anual de Informações Sociais, compilada pelo antigo Ministério do Trabalho. A base contém o total de empregos por setor da economia, atribuídos a várias unidades territoriais: unidade federativa, município, distrito, bairro e CEP. Como o município de São Paulo tem CEPs por logradouro, pudemos usar esses dados com alta precisão espacial. Realizamos primeiro a união dos dados agregados do total de empregos (CLT e estatutários) da RAIS de 2018, por CEP, e o shape-file de logradouros do Centro de Estudos da Metrópole, também

de 2018. Em seguida calculamos a interseção dessas linhas com os setores censitários e distribuímos os empregos de cada CEP ponderando pelo comprimento das linhas:

$$\text{Empregos do CEP no setor} = \text{empregos no CEP} \times (\text{comprimento do CEP no setor} / \text{comprimento total do CEP})$$

Com o total de empregos por setor, seguimos os mesmos passos da distribuição de origens. Ao fim dessa etapa, obtivemos uma base de dados OD que reproduz a matriz OD das viagens selecionadas, contendo as seguintes variáveis: índice do hexágono de origem e de destino, índice da zona OD de origem e de destino, coordenadas do centroide do hexágono de origem e de destino. A princípio, foram atribuídos origens e destinos para todas as 1,5 milhão de viagens. Mas antes de seguir para a próxima etapa, agregamos linhas com o mesmo par de hexágonos de origem e destino em uma linha única, com um fator de expansão correspondente. Com isso, evitamos cálculos de rota repetidas, o que representou um ganho de tempo considerável no roteamento.

E) EXECUÇÃO DO ROTEADOR

Nesta etapa, preparamos um servidor de roteamento e um script para solicitá-lo e registrar os resultados. A ideia de roteamento pode ser resumida pela pergunta: “Como ir de um ponto A a um ponto B, dada uma rede de transporte específica?”. Trata-se de um problema de logística clássico. Os pontos A e B já estão definidos em pares na base OD que preparamos. Resta obter dados sobre a rede de transporte, também chamada de grafo, e conectá-los a um script de roteamento que realize os cálculos de rota nesse grafo.

Optamos pelo software livre Open Trip Planner, ou OTP, como roteador, por familiaridade com a tecnologia (OPENTRIPLANNER PROJECT, 2019). O programa constrói um host na máquina local, que resolve solicitações de roteamento. O funcionamento é semelhante ao cálculo de rotas no Google Maps, por exemplo, mas permite a automatização de cálculos de rota em grandes quantidades. O Google oferece uma API de roteamento a partir de um

servidor de próprio, e vende o cálculo de rotas como uma solução função como serviço (FaaS). Com o OTP, evitamos a cobrança pelos serviços e ainda temos a oportunidade de customizar nossa rede de transportes.

Para calcular rotas de transporte público, o OTP requer duas bases de dados. A primeira é a própria rede viária, com todas as vias e acessos, extraída do Open Street Map em formato .OSM. PBF. Podemos usar outros softwares livres, como o Osmosis ou o OSMChange para customizar esse arquivo, adicionando ou removendo vias e editando suas características. Essa funcionalidade é útil para testar o efeito de mudanças na infraestrutura em indicadores de acessibilidade, mas não era o nosso caso.

A outra base de dados é a especificação da rede de transporte público, em GTFS, que obtivemos da SPTrans. A especificação GTFS (antigamente, Google Transit Feed Specification, hoje General Transit Feed Specification) foi estabelecida pela Google em 2006 para possibilitar a inclusão de dados sobre transporte público no planejamento de rotas do Google Maps (GOOGLE, s.d.). A ideia era que governos criassem uma descrição de seus serviços de transporte no formato padronizado pela Google, e então oferecessem e atualizassem gratuitamente para a empresa. Em contrapartida, a empresa disponibiliza o cálculo de rotas em pequena escala gratuitamente em suas plataformas. É possível verificar qual prefeitura produz dados em GTFS ao planejar uma viagem de transporte público em dada cidade pelo Google Maps. Autoridades com maior capacidade de gerir suas redes, como é o caso da prefeitura de São Paulo ou da EMTU, disponibilizam esses dados com atualização quase diária. Mas mesmo na Região Metropolitana de São Paulo, várias prefeituras não possuem esse tipo de sistematização. A ausência desses dados nos impediu de realizar a análise para além do município de São Paulo.

Existem muitas alternativas de software para edição de arquivos GTFS, tanto pagas quanto livres (como o GTFS Manager). Ao editar um GTFS, podemos preparar uma rede para testar os efeitos de uma nova linha de Metrô ou do cancelamento de uma linha de ônibus em indicadores de acessibilidade, por exemplo. Contudo,

o uso do OTP é mais apropriado para análise de acessibilidade, e não para calcular o carregamento de uma rede. Alternativas como o MATSim ou mesmo softwares proprietários têm maior capacidade para análises desse outro tipo, operando com loops de otimização das rotas e seguindo o paradigma de agentes (cada pessoa representa uma viagem). Optamos por seguir com o OTP porque, sem o GTFS de outras cidades da RMSP, não tínhamos pretensão de realizar um cálculo extremamente preciso. Em outras palavras, nos conformamos a obter informações espaciais sobre as rotas a trabalho que melhor atendem cada região da cidade a partir do critério de maior acessibilidade, sem qualquer iteração para redistribuição dos deslocamentos.

Com o servidor de roteamento pronto, preparei um script para automatizar as solicitações. Adicionamos algumas restrições especiais ao roteamento, como:

- Viagens iniciadas às 7:00 de uma sexta-feira;
- Distância de caminhada aceitável de 1 km;
- Preferência pela otimização do custo temporal (escolha da rota mais rápida);
- Otimização das transferências, ainda que custasse tempo; e
- Cancelamento de todas as linhas com serviço não identificado na etapa de monitoramento, ou seja, linhas onde não foi registrado nenhum veículo em operação.

Com essas variáveis, o resultado seria uma aproximação da ordem de grandeza da demanda entre as linhas durante todo o horário de pico da manhã do dia de referência, 5 de junho. Poderíamos também ter especificado um valor de preferência modal, simulando a preferência pelo Metrô sobre linhas de ônibus mesmo que a rota seja um pouco mais demorada. Por não sabermos se essa preferência existia de fato, optamos por não a simular, mas os resultados posteriormente nos mostraram que seria o caso.

O script de roteamento foi estruturado para realizar solicitações paralelas (multiprocessing) de rota e registrar os dados em duas bases de dados. A primeira, não georreferenciada, continha dados sobre a rota completa, como número de transferências, valor da tarifa e tempo de viagem. A segunda base continha dados sobre os

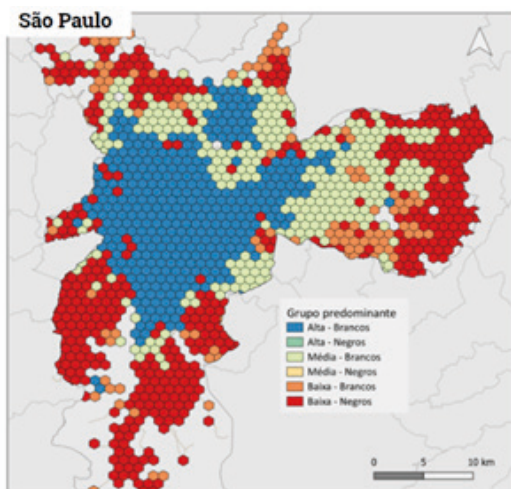
arcos, ou legs, que são os trechos de viagem ininterruptos realizadas pelo mesmo modal. Na viagem de transporte público mais simples há pelo menos três arcos: a caminhada da origem até o ponto de embarque, o trajeto realizado dentro do ônibus ou trem e a caminhada do ponto de desembarque até o destino. Quando há baldeações, a caminhada de transferência também constitui um arco. Todos os arcos de cada viagem foram registrados nesta base em formato WKT – portanto, georreferenciados – junto a dados sobre tempo de percurso no arco e modo. O registro dos arcos é o ponto mais importante de todo o processo, pois nos permite observar os deslocamentos em uma escala muito mais próxima que simuladores convencionais de transporte, cuja escala é a das zonas OD. Ainda que nossa análise não seja quantitativa, ela permite identificar sobreposições de rotas importantes na escala da microacessibilidade, e com isso podemos estudar o papel do transporte público na pandemia para além do tempo gasto dentro dos veículos.

Utilizamos Python 3 como linguagem de programação padrão. No total, o script e o servidor levaram aproximadamente 20 horas para resolver as 800 mil linhas de desejo, otimizadas para agrupadas viagens duplicadas. Os arquivos resultantes somaram 24 GB de dados, cujo processamento requereu novos scripts de leitura e agregação até chegarmos a uma leitura cartográfica.

3.2 CARTOGRAFIAS DO DESLOCAMENTO A TRABALHO

O estudo dos nossos próprios resultados foi pouco linear. A Rede de Pesquisa Solidária é um grupo formado por instituições de pesquisa da USP, dentre as quais o Cebrap e a Centro de Estudos da Metrópole, e por algumas entidades privadas, como o hospital Albert Einstein, a In Loco e a Covid Radar. Com a sobreposição de temas, pudemos realizar uma leitura conjunta dos nossos resultados com as pesquisas externas.

No boletim, vemos uma leitura racial (figura 3.8), mas dessa vez acompanhada de indicadores urbanísticos. O grupo de pesqui-



3.8 Características das geometrias em malha.

Fonte: o autor.

sadores associa as áreas com maior população negra às áreas com menor acessibilidade, ou seja, com maior risco de exposição ao vírus no percurso ao trabalho. Porém, a correspondência só existe quando observamos em uma escala distante, fazendo “vista grossa”: há exceções importantes a essa regra. Em nossas leituras, também produzimos um mapa com uma leitura sobre o tempo de viagem a partir do roteamento, mas agregando o tempo pela soma do tempo de exposição (“tempo comunitário”). Para compreender a lógica desse indicador, vejamos um exemplo simplificado, usando três domicílios como unidade territorial. No primeiro domicílio, mora uma pessoa, que leva 40 minutos para ir ao trabalho. No segundo, moram três pessoas: uma leva 20 minutos ao trabalho, outra leva 60 minutos, e a última, 40. No terceiro domicílio, em uma região afastada, apenas uma pessoa sai para trabalhar, mas gasta 2 horas (120 minutos) no

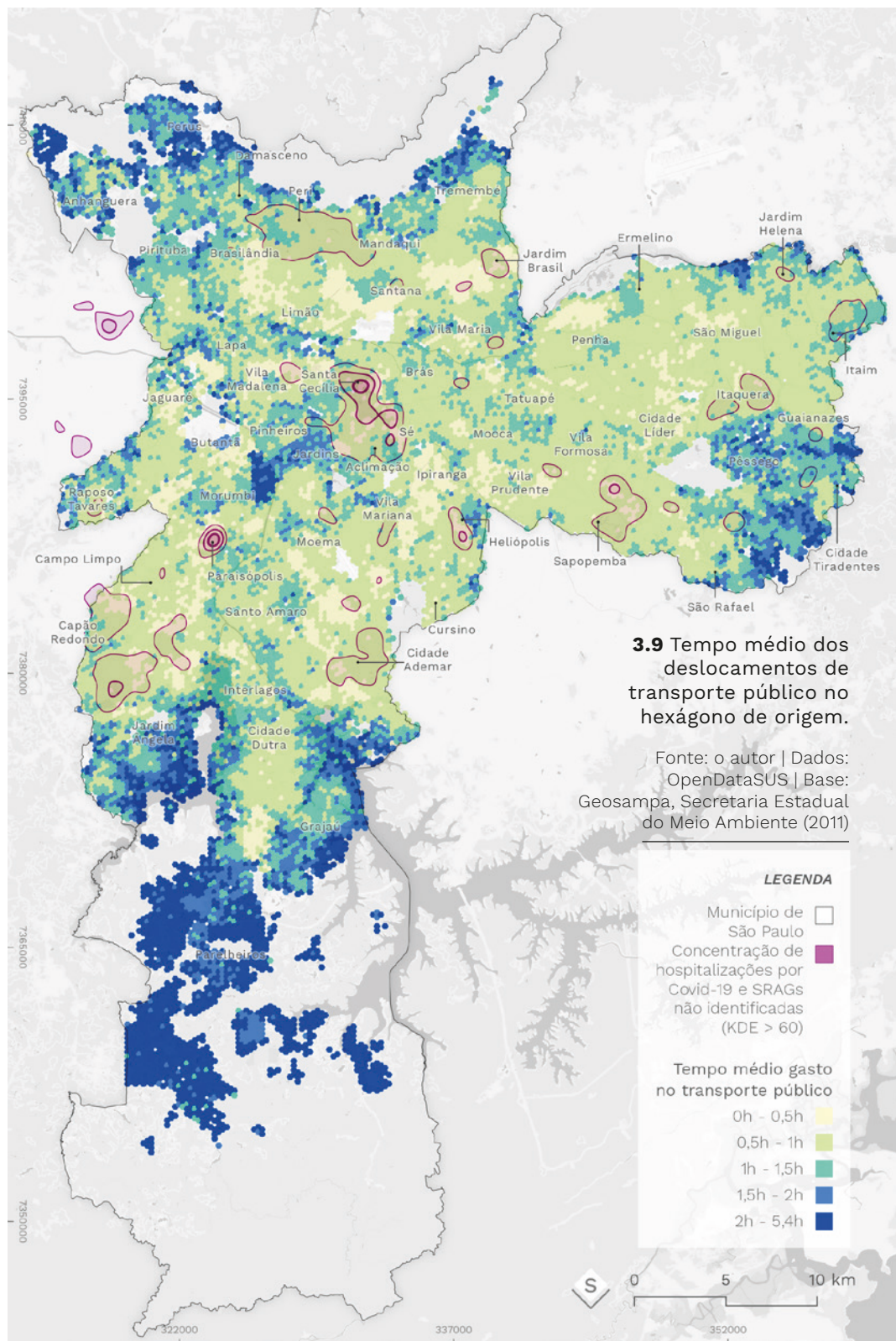
Tabela 3.2 Diferenças entre tempo médio e comunitário

DOMICÍLIO	PESSOA	TEMPO NO TRANSPORTE	TEMPO MÉDIO DO DOMICÍLIO	TEMPO COMUNITÁRIO
1	A	40 minutos	40 minutos	40 minutos
2	A	20 minutos	40 minutos	120 minutos
	B	60 minutos		
	C	40 minutos		
3	A	120 minutos	120 minutos	120 minutos

Fonte: o autor.

transporte. Em resumo, os indicadores de média e soma nesses domicílios se comporta da seguinte forma:

Quando calculamos a média, o primeiro e o segundo domicílio são equivalentes. Contudo, seus moradores passaram muito mais tempo no transporte público. Se considerarmos um risco de contágio difuso, com alto nível de incerteza, as chances de o vírus chegar ao domicílio 2 são maiores. Se consideramos uma probabilidade de disseminação igual a 1 para disseminação intradomiciliar, o domicílio 2 equivaleria ao domicílio 3: as chances de todo o domicílio ser infectado são semelhantes, dado que o tempo conjunto de exposição é maior. Seguindo essa lógica, porém, consideramos que o risco de infecção no espaço fora do domicílio é constante e igual para todas as viagens. Para expandir essa lógica a uma região maior que o domicílio, estamos supondo um isolamento homogêneo dentro de toda a unidade territorial – no nosso caso, o hexágono. Quando essa unidade tem o tamanho de um bairro, é como se supuséssemos uma disseminação quase certa nas ruas, comércio ou igrejas locais, ou de forma equivalente, considerássemos que o risco de disseminação interna é igual em todos os hexágonos. O ideal seria um indicador intermediário entre a média e a soma, ponderado por características da viagem e das vizinhanças, mas não dispúnhamos das ferramentas e experiência para criá-lo.



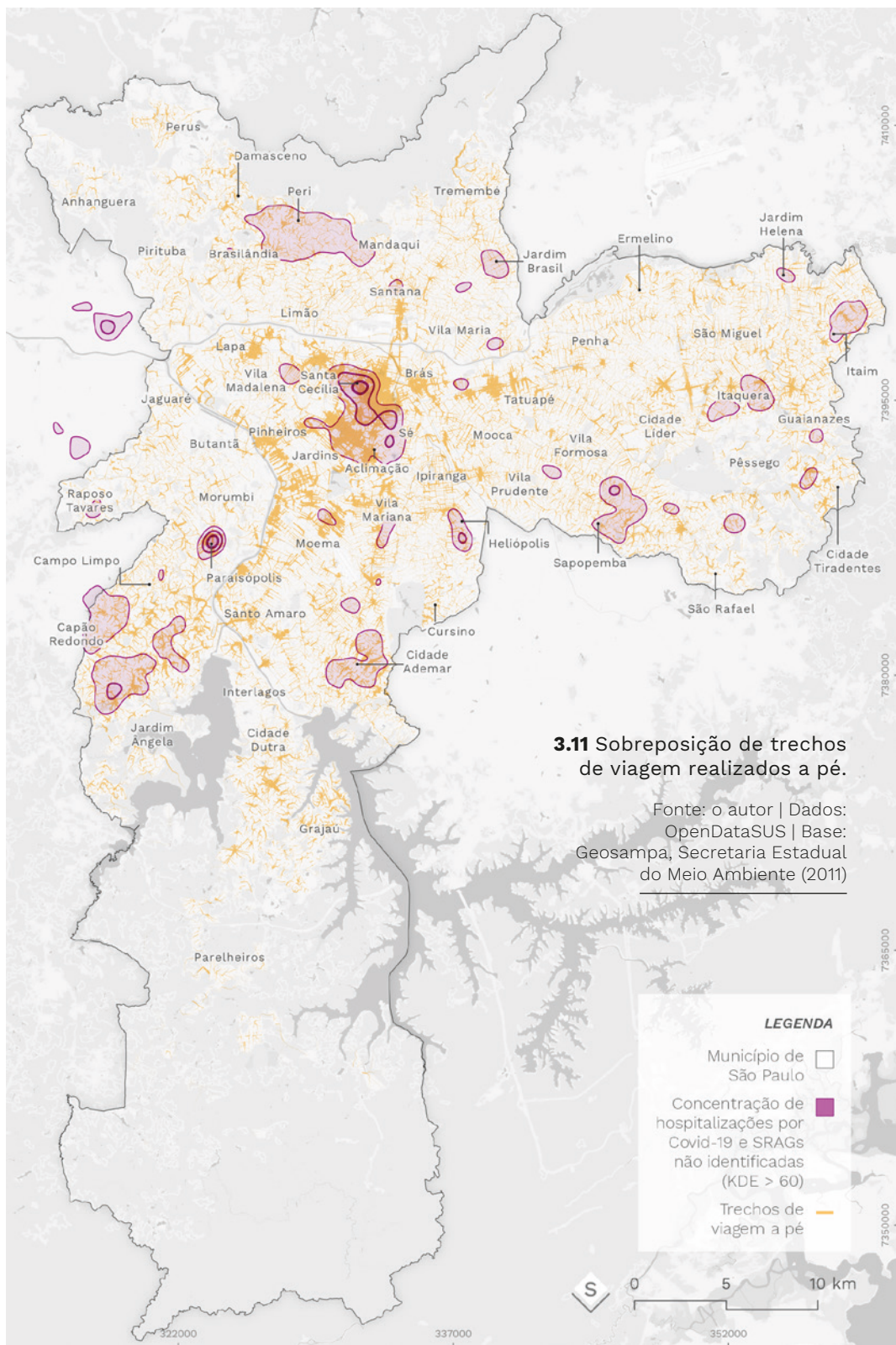
Se comparamos o tempo comunitário de exposição ao mapa de calor das hospitalizações, encontramos correspondências importantes em Paraisópolis, Heliópolis, Iguatemi, Sapopemba, Itaim Paulista, Brasilândia, Campo Limpo, Capão Redondo, Cidade Ademar e, em especial, no Centro – Santa Cecília e Bela Vista. A correspondência com o Centro pode ser explicada pela densidade: a soma de tempo comunitário tende a ser maior onde há mais pessoas morando, mesmo que os deslocamentos com origem na região sejam mais curtos. Se nesse caso, em vez de usar o tempo comunitário, usássemos a média, acabaríamos com um valor menos acentuado nessas áreas com maior densidade de origens de viagem.

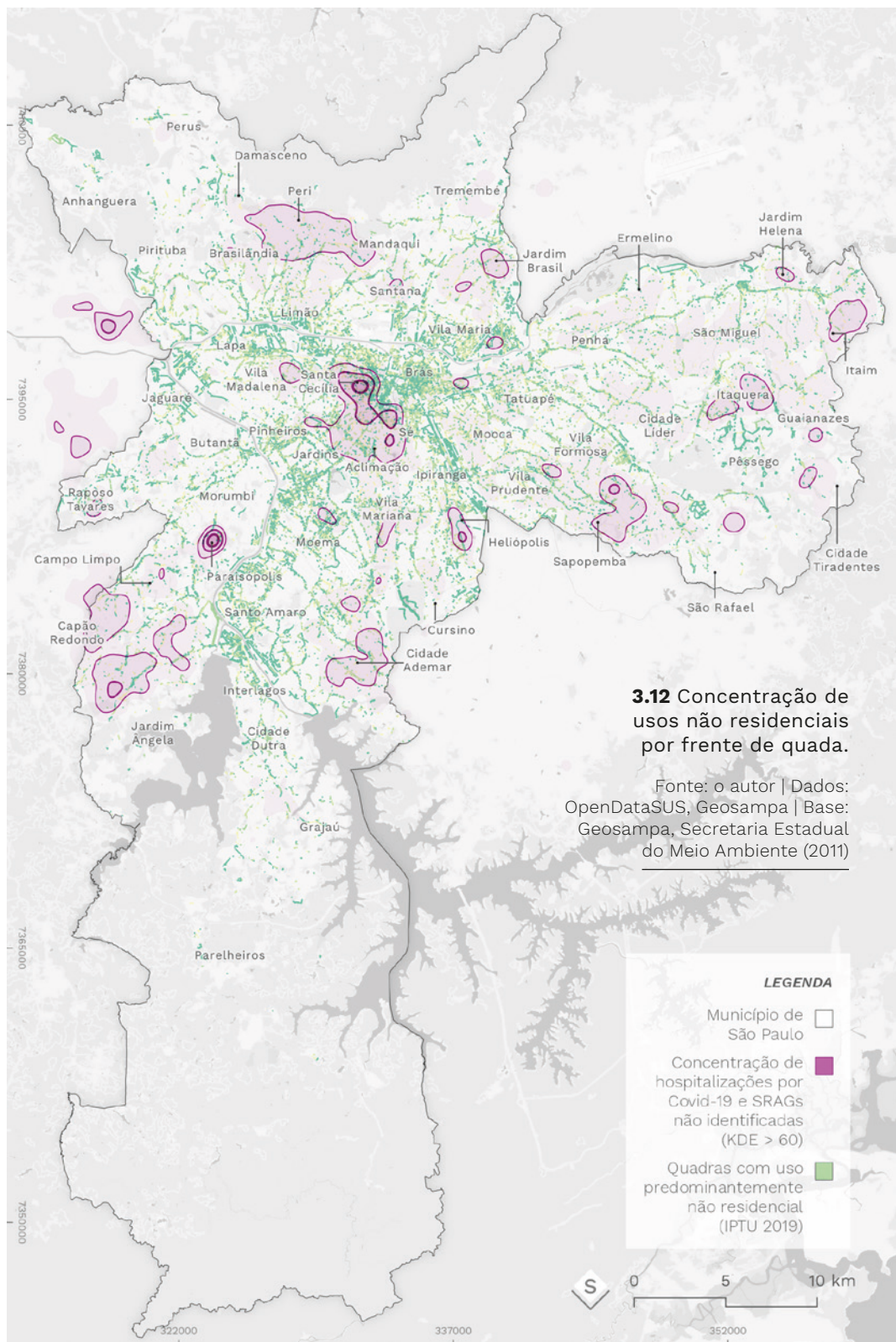
Outra correspondência interessante é entre o mapa de calor e os arcos de viagem feitos a pé. As áreas com maior circulação a pé a trabalho são justamente as áreas centrais onde observamos um maior tempo comunitário. Isso poderia, eventualmente, ocasionar um ciclo vicioso em que pessoas de fora do centro e moradores da região central trocam o vírus continuamente, mas não temos os meios de testar essa hipótese. A região do centro histórico de São Paulo é crítica por concentrar origens, destinos e transferências. Outro teste que realizamos nessa direção tentou relacionar corredores de atividades não residenciais, onde se concentram atividades nos bairros, a focos de hospitalização, mas não encontramos correspondências. Olhando cada mapa em detalhe, região a região, tornou-se evidente que havia outros fatores envolvidos na disseminação.

O boletim da Rede de Pesquisa Solidária segue com mapas sobre oferta e demanda, a partir de dados do sistema de monitoramento GPS dos ônibus. Esses mapas e os resultados do nosso monitoramento se complementam. O primeiro par de mapas do boletim traz a relação na variação entre oferta e demanda, conforme a fórmula:

$$\left| \begin{array}{l} \text{Razão de variação} = (\text{Demanda atual} - \text{Demanda anterior}) / \\ \text{Demanda anterior} / (\text{Oferta atual} - \text{Oferta anterior}) / \text{Oferta} \\ \text{anterior} \end{array} \right|$$

Essa fórmula complementa nosso cálculo de demanda por viagem, pois permite realizar uma comparação com os serviços



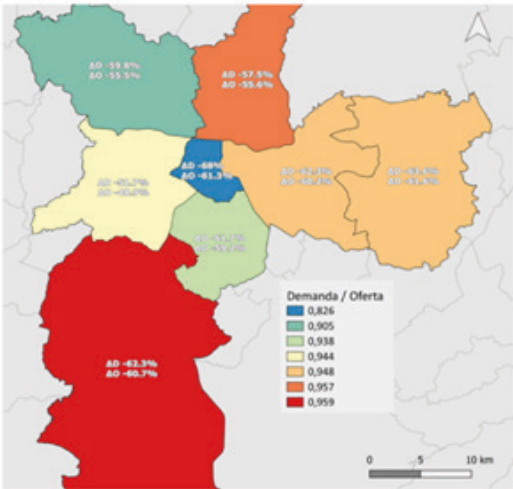
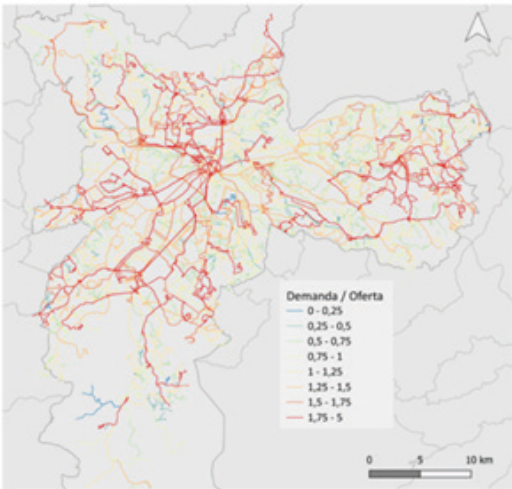


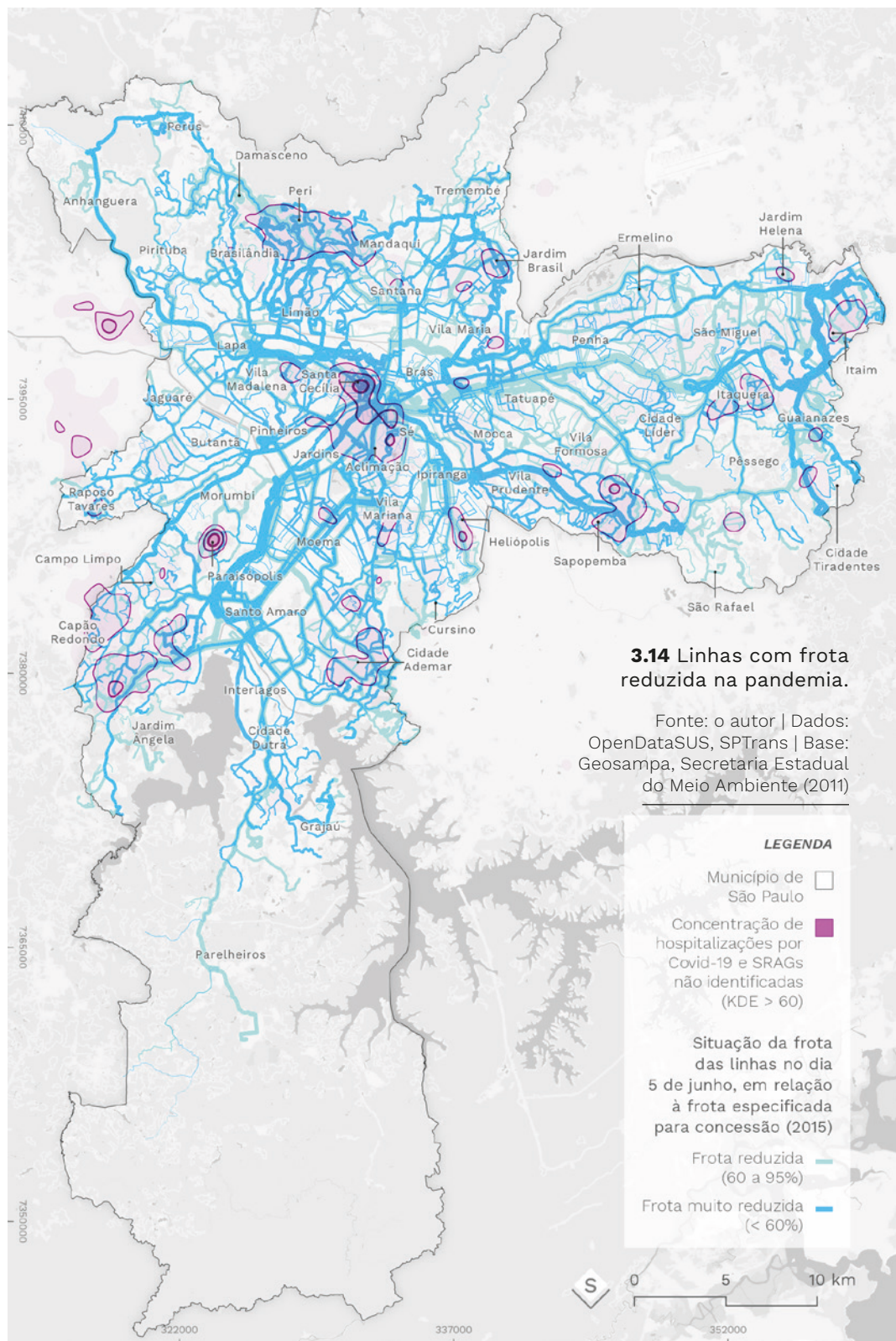
pré-pandemia. Quando esse valor é maior que 1, temos uma diminuição na oferta maior que a variação da demanda, ou seja, a lotação tende a ser pior que antes do início da pandemia. Os resultados do boletim são apresentados em duas escalas. Na escala das grandes regiões, a queda da oferta aparece sempre menor, sinalizando um nível de serviço satisfatório, sem nenhuma piora em relação ao período pré-pandemia. É na mudança de escala, olhando agora para as linhas de ônibus, que a estratégia territorial da SPTrans aparece. A maior redução relativa da oferta, ocorreu nas linhas da rede troncal, que operam nas principais avenidas e em direção aos terminais centrais. Na região leste vemos uma exceção, as linhas com redução do nível de serviço conectam os bairros a estações da CPTM e do Metrô.

Tanto no mapa da Rede quanto nas nossas leituras, observamos o mesmo padrão. Em nossos mapas, apresentamos uma variação simples entre a frota em operação e a frota prevista. Aqui, vemos

3.13 Mudanças na oferta e demanda das linhas da SPTrans.

Fonte: GIANNOTTI et al., 2020.





a estratégia de forma mais clara: as linhas com maior demanda na rede, nos eixos da Radial Leste, Avenida Aricanduva, Corredor Nove de Julho, Estrada do M'Boi Mirim e Avenida Senador Teotônio Vilela, tiveram aumento ou manutenção do número de veículos. Abaixo da média, vemos justamente as regiões com queda mais crítica da oferta no mapa da Rede. Curiosamente, há uma faixa na região leste, entre Penha, Vila Matilde, Carrão, Cidade Líder, Parque do Carmo e São Rafael, onde não houve uma queda drástica nem na relação oferta/demanda, nem na quantidade de veículos em circulação. Nessa região, também não observamos nenhum foco de hospitalizações até o momento – o que evidentemente não implica numa relação causal. O próximo passo de investigação seria testar a substituição modal, supondo uma possível mudança do transporte público para o automóvel – o que não era escopo do nosso estudo.

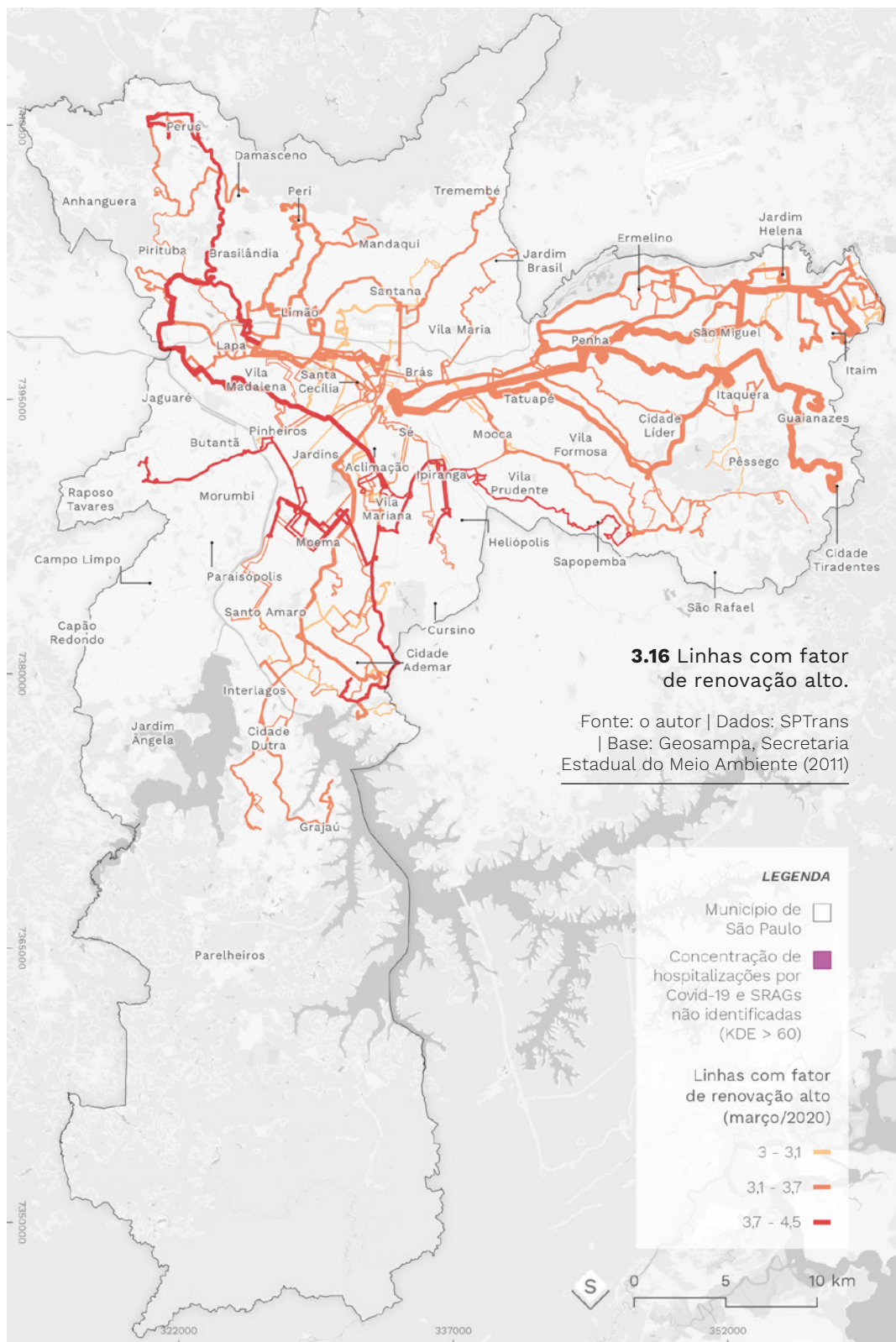
Finalmente, com uma resposta positiva do nosso pedido de LAI, tivemos também acesso a dados sobre carregamento e fator de renovação das linhas. O mapeamento das linhas por fator de renovação, com dados de março de 2020, nos permite compreender como é a viagem dentro dos veículos. O fator de renovação representa a proporção entre o total de pessoas transportadas em uma viagem e o número máximo de passageiros que estiveram simultaneamente dentro do ônibus, ou em outras palavras, quantas vezes os ocupantes do veículo foram “renovados”. Se um ônibus transportou 400 pessoas em uma viagem e, no trecho mais crítico da viagem, havia 100 passageiros dentro do veículo, o fator de renovação dessa viagem é 4 ($400 \div 100$).

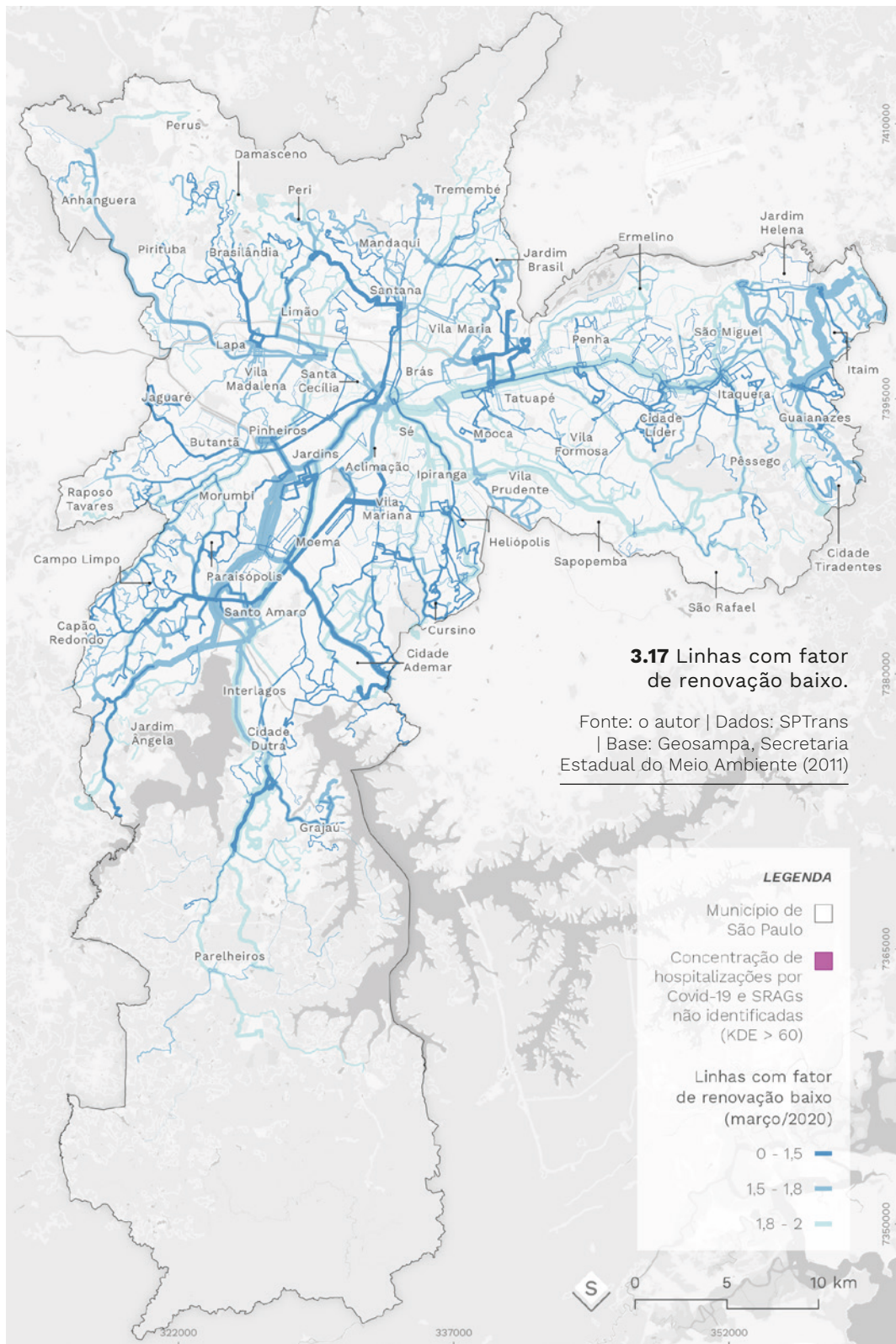
Uma linha com fator de renovação alto (3 ou mais, no caso de São Paulo) costumam passar por várias centralidades, o que as confere uma característica perimetral. Ao longo dessas linhas, vários passageiros sobem e descem em muitos pontos. O risco de contaminação maior nessas linhas se daria pelo número de contatos entre os passageiros, que aumenta conforme a renovação. Numa linha desse tipo com veículos lotados, os vários passageiros que descem no meio do trajeto (e não nos pontos finais) forçam a passagem através do corredor do ônibus, aumentando o número de pessoas com quem entraram em contato. A organização do fluxo de passageiros orien-

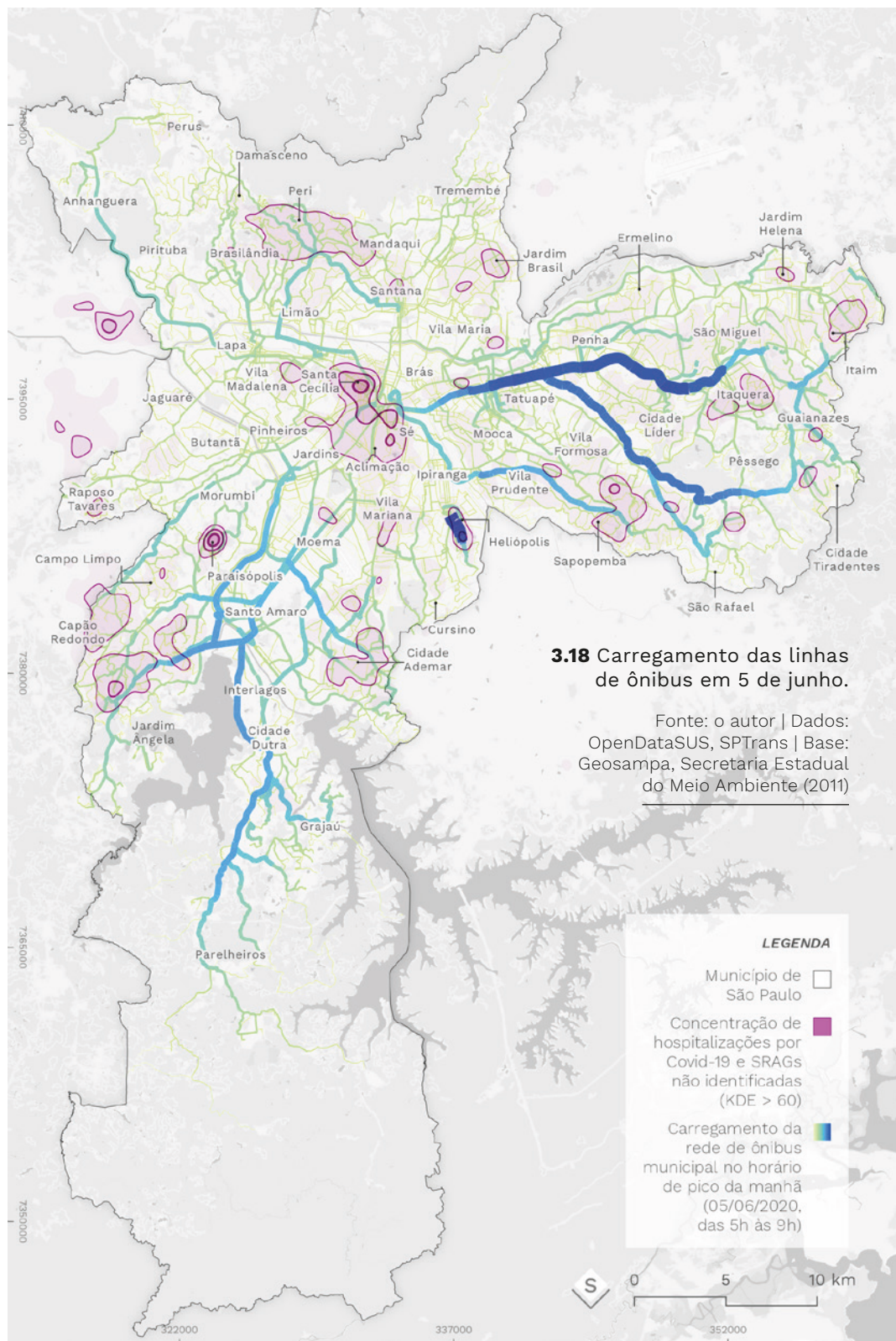
tado pelo pagamento da tarifa é o principal motivo dessa exposição, pois todos os passageiros são obrigados a entrar pela porta da frente, passar pela catraca e sair pela porta de trás. Se quiséssemos evitar esse risco, poderíamos por exemplo compartimentar o ônibus, diminuindo a necessidade de deslocamento interno. As linhas com maior fator de renovação de São Paulo operam no centro expandido e nos principais corredores urbanos de toda a cidade. Alta renovação nas áreas mais distantes do centro está associada a linhas que atendem várias estações de trem e metrô, terminais e centros regionais, como fica bastante evidente na Zona Leste.

Já uma linha com fator de renovação baixo (entre 1 e 2, no caso de São Paulo) tem um caráter radial: ao longo da linha, vários passageiros novos entram no veículo em diferentes pontos, mas quase ninguém desce antes de chegar ao ponto final. Nessas linhas, é comum ouvir do motorista pedidos de “pessoal, um passinho pra trás”, para que as pessoas abram espaço para embarque na parte da frente do ônibus. A tendência é que as pessoas se desloquem para o fundo e permaneçam no mesmo local, em contato com as mesmas pessoas, durante boa parte da viagem. O risco associado ao fator de renovação baixo seria o tempo prolongado de exposição, que se soma à proximidade entre as pessoas em um veículo lotado. Em São Paulo, essas linhas costumam fazer parte da rede alimentadora, onde operam veículos pequenos das antigas cooperativas, em que os ônibus passam por áreas residenciais densas e todas as pessoas têm como destino o ponto final – geralmente, uma estação de trem ou metrô, um terminal ou um corredor de ônibus. As maiores concentrações de hospitalizações fora do centro expandido são atendidas por esse tipo de linha, e é justamente nesses trajetos que observamos a maior redução na oferta de lugares durante a pandemia. Uma solução apontada pela Rede de Pesquisa Solidária é simples: manter o nível de serviço nessas linhas, diminuindo a aglomeração. Em casos críticos, a troca por veículos maiores também pode contribuir, apesar de haver limitações no desenho viário e na topografia do bairro.

A comparação com os dados de carregamento reais da SPTrans também nos ofereceu uma resposta sobre preferência modal. Diferente do previsto em nosso roteamento, o carregamento de linhas de







ônibus radiais cai em pontos onde há possibilidade de transferência para a rede de metrô e trens, indicando que, para uma melhor representação das rotas, deveríamos especificar um valor de preferência pela transferência. Como o recálculo tomaria outro dia, escolhemos trabalhar com os resultados existentes, mas com observações criteriosas sobre as leituras. Uma das possibilidades do nosso cálculo de roteamento é a análise das rotas a partir de origens e destinos comuns, o que seria impossível de observar apenas com dados de carregamento. Escolhemos três regiões da cidade para um olhar específico, locais onde havíamos observado uma concentração de hospitalizações: Capão Redondo, Brasilândia e Sapopemba (figuras 3.19, 3.20 e 3.21).

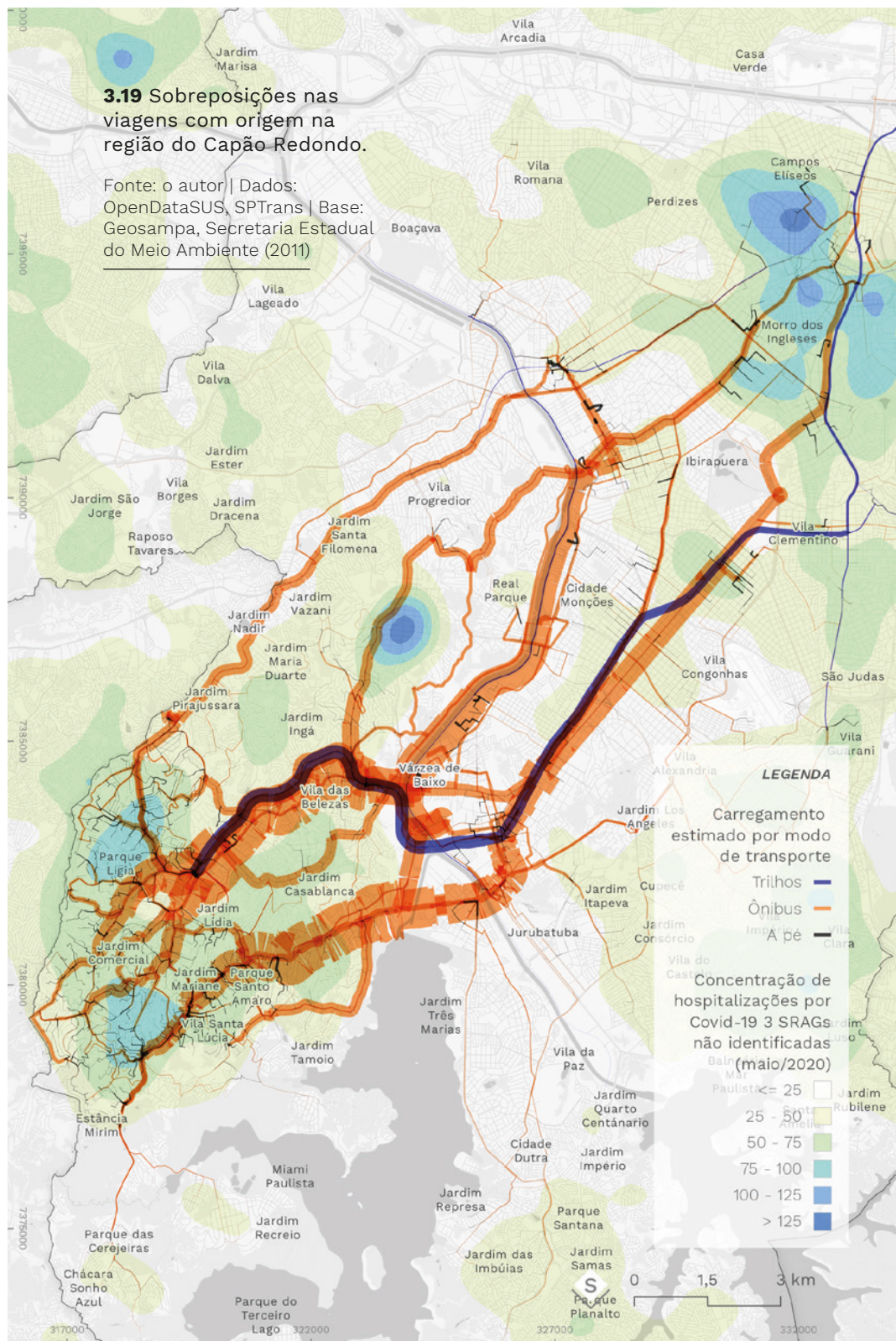
As linhas mais grossas representam as rotas mais prováveis de entrada/reentrada e saída do vírus no bairro. Não é possível, porém, determinar a existência de um vínculo de contaminação retroalimentada entre as principais origens e destinos nesses mapas, pois na prática as rotas se cruzam com viagens de toda a cidade. Em outras palavras, não se trata de leituras explicativas da disseminação. Mas os dados nos ajudam a responder perguntas qualitativas sobre os trajetos a trabalho, como: quais são as linhas utilizadas pelos moradores de determinada região? Onde realizam transferências? Nos bairros, quais são as vias onde mais gente costuma esperar o ônibus? É possível, a partir dessas informações, priorizar o reforço de frota e a ampliação de pontos em regiões com alta concentração de casos de Covid-19. Além disso, terminais com alto número de transferências originados nessas regiões constituem localizações estratégicas para postos fixos de apoio, testagem e, futuramente, vacinação.

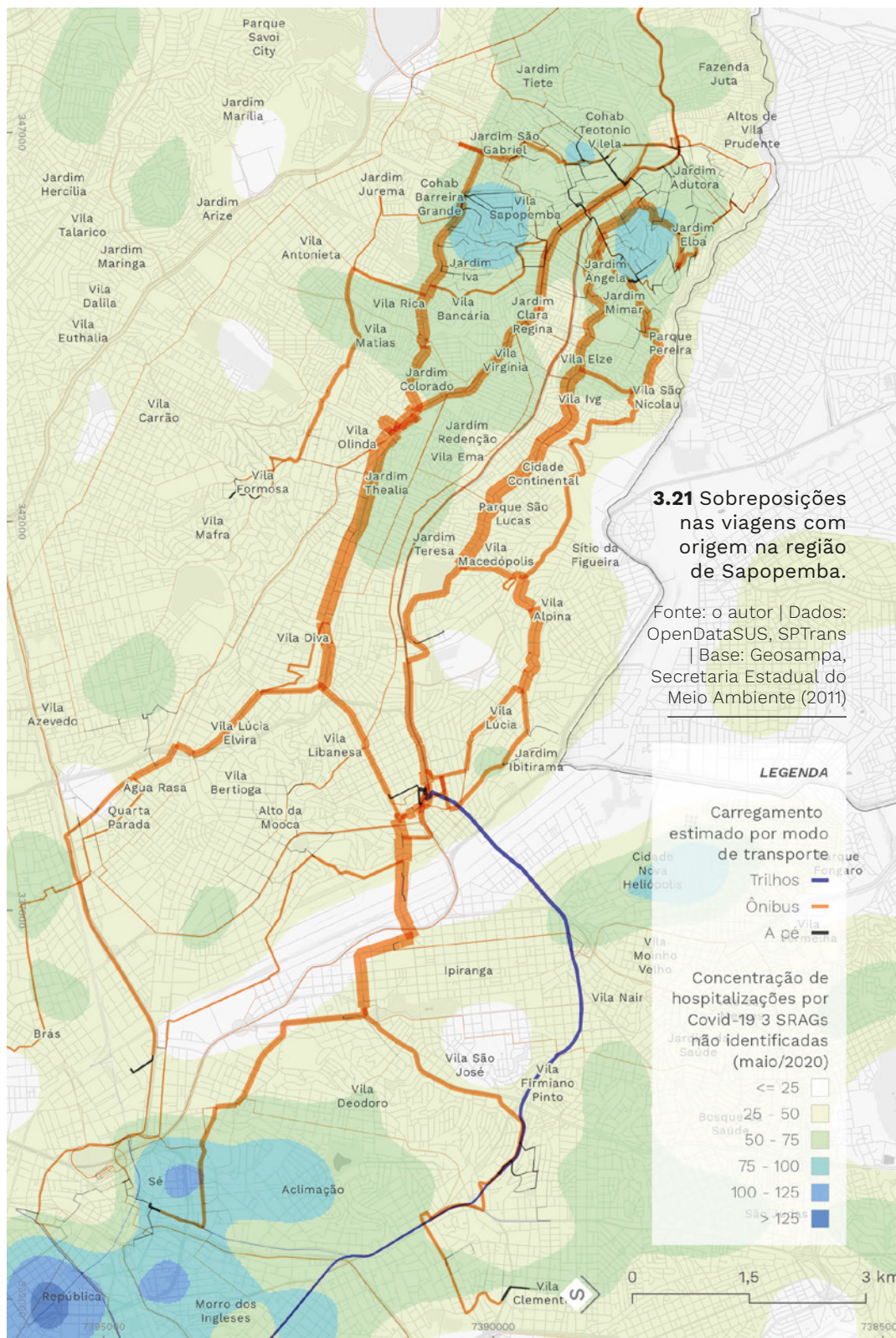
3.3 DESDOBRAMENTOS

Assim que terminei a preparação dos mapas contendo leituras sobre os resultados, realizamos uma reunião com Mariana Giannotti, responsável pelo boletim da Rede de Pesquisa Solidária apresentado anteriormente. A discussão dos resultados nos levou a reconsiderar os próximos passos da pesquisa, em que pretendíamos prosse-

3.19 Sobreposições nas viagens com origem na região do Capão Redondo.

Fonte: o autor | Dados: OpenDataSUS, SPTrans | Base: Geosampa, Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2011)





guir com uma revisão dos cálculos para consolidação dos resultados. Os resultados de monitoramento da rede de ônibus corroboraram e complementaram as conclusões do boletim. Já os resultados do roteamento receberam crítica sobre sua validade estatística. Para nossos pares, não estava claro qual era a informação que deveria resultar da análise, senão uma estigmatização do transporte público como um vetor da doença – justamente a pecha dirigida à habitação popular que procurávamos deslocar em nossas análises. Aparentemente, estava criado um impasse: o estereótipo sobre a habitação historicamente levou a remoções em massa de trabalhadores; e o estereótipo sobre o transporte historicamente levou à adoção dos meios de transporte individuais especialmente entre as classes médias e altas.

Não era nossa intenção desqualificar o transporte coletivo, pois as consequências são duradouras nos indicadores de mobilidade e qualidade ambiental da cidade. Contudo, para nós a rede de transportes (inclusive internacional) tinha uma posição clara e inescapável na rota de disseminação. A doença não surge em um bairro sem que alguém se desloque até esse bairro carregando o vírus – pois a disseminação do Sars-CoV-2 não ocorre tipicamente em contato com cursos d'água nem mosquitos, mas entre pessoas. Assim, o domicílio teria um papel posterior e condicional na dinâmica de contágio. Evidentemente, a disseminação no transporte pode ser retroalimentada pela disseminação no domicílio, mas o deslocamento permanece como ponto de entrada. Além disso, nesse possível ciclo de feedback positivo, o funcionamento do transporte público seria o elo sob tutela estatal e, portanto, com possibilidade de ação direta via políticas públicas.

Para aprofundarmos a pesquisa, ampliando sua relevância entre os pares e ante o poder público, parecia necessário adotar instrumentos de validação. Recebemos recomendações para explorar modelos de regressão espacial, a partir de softwares como o GeoDa, testando tanto autocorrelação quanto covariância com os números de hospitalizações. A regressão espacial é uma ferramenta para medir quão relevante é a localização geográfica para a distribuição das amostras em uma base de dados. Fiz uma breve incursão no software, de onde apreendi que precisaríamos de uma forma de valida-

ção para além da correlação espacial simples. Nos modelos disponíveis no programa, a proximidade é determinada ou pela presença de arestas em comum ou via triangulação dos centroides. Já a proximidade dos nossos dados de roteamento era calculada em grafo, e não num espaço cartesiano, e era medida em tempo em vez de distância geográfica. Com nossas limitações de experiência e de domínio tecnológico – as especialidades da equipe consistiam em Arquitetura e Urbanismo, Jornalismo e Gestão de Políticas Públicas –, estávamos num beco sem saída.

Por ora, nos limitamos a concluir que a necessidade de sair para trabalhar é uma característica dos bairros onde ocorrem focos de hospitalização e, portanto, constitui um risco em potencial. Assim fizemos em um texto divulgado à época (MARINO et al, 2020b). Poderíamos, com nossos resultados, dizer em que pontos da rede de transporte é mais provável encontrarmos pessoas com origem nesses bairros, a fim de organizar ações focalizadas. No próximo capítulo exploraremos o papel de heterogeneidades locais nos padrões de deslocamento e, potencialmente, nas concentrações de hospitalizações. Com isso, retornamos aos nossos pontos de partida. Notamos a necessidade de um olhar ainda mais próximo, para reconstituir o cotidiano dos trabalhadores de regiões com foco nos contágios, observando qual era a relevância do transporte público na sua exposição ao vírus – tarefa que hoje estamos conduzindo em pesquisa conjunta, coordenada pelo professor Paulo Lotufo. Apontei no início do capítulo a nossa tese de que a circulação do vírus não era homogênea no espaço urbano. Neste capítulo, vimos como a rede de transportes e as viagens realizadas são, de fato, heterogêneas no espaço, e vimos também como a densidade de origens de viagens, representada pelo tempo comunitário em deslocamento, se relaciona com áreas populosas com concentração de hospitalizações. Mas ainda nos resta analisar como o motivo dos deslocamentos e a temporalidade da disseminação afetam as concentrações de hospitalizações, e se podem nos fornecer uma outra perspectiva sobre a raça.

CAPÍTULO 4

tipologia, tempo e trabalho na pandemia

Enquanto eu trabalhava nos mapas sobre mobilidade, parte da equipe do LabCidade já havia começado a sondar possíveis fontes de dados com boa precisão espacial para substituir as bases tornadas indisponíveis pelo Ministério da Saúde. Mas mesmo com o esforço desde cedo, só conseguimos uma nova base de dados no início de agosto, com auxílio do professor Pedro Peixoto, do Instituto de Matemática e Estatística da USP. Pedro tinha acesso aos dados por participar do comitê de gestão da crise do Governo do Estado, e compartilhou conosco um recorte da base de dados. À época, tivemos a chance de escrever um texto em conjunto com ele, comentando os resultados das leituras (ROLNIK et al., 2020b).

O professor nos guiou a uma conversa com o grupo Covid Radar, para que negociássemos o acesso a bases de dados muito mais complexas e extensas. Não obtive detalhes sobre a origem desse grupo, a descrição disponibilizada em seu site oficial descreve apenas que se trata de um “coletivo de empresas e organizações atuando em rede para enfrentar os desafios da Covid-19 no Brasil, evitar o colapso do sistema de saúde e auxiliar na retomada da economia”. São várias entidades associadas, organizadas em dois níveis:

Parceiras: Agenda Pública, Almap BBDO, Anup, Atos, BCG, Brasil sem corona, Cebds, Cepal, Colab, DataLab, Ecoera, Edelman, Estratégia ODS, Ernst&Young, Falconi, FDC, GIFE, Glocal, Grupo Nextera, Instituto Brasileiro de Governança Corporativa, Câmara Internacional do Comércio, IESD, InPress, Instituto Ethos, Jamef, Jeffrey Group, LooqBox, Maré, Mattos Filho, Messer, Microsoft, Murabei, Ponte a Ponte, Protegé, Provokers, Quintessa, Raincake, Pacto Global, SEBRAE, Serasa Experian, Sistema B, PNUD, Escritório das Nações Unidas de Serviços para Projetos, Universidade de São Paulo, World Observatory for Human Affairs.

Colaboradoras: ABERJE, ABRALÉ, Águas de Teresina, Amazon, Lojas Americanas, Azul, Berimbau, Blanver, Estúdio Colírio, FIESP, Fitesa, Folha de São Paulo, Grupo Boticário, HANDS, Instituto Alpargatas, Inteligov, Kiddo, Lumme, Mind7, Natura, Neoway, GAMA, Retargetly, SAP, SCIOPOPULIS, SENAI, Tableau, The Body Shop, Turma do Jiló, UOL, YARA, Zendesk.

Na ocasião da nossa reunião, aprendemos que as empresas parceiras fornecem dados ou infraestrutura de forma ativa para fornecimento dos serviços, enquanto as colaboradoras fornecem suportes localizados, financeiro ou técnico. O serviço por onde se acessam os dados do Covid Radar se chama Painel Covid Radar. Algumas empresas dentre as listadas anteriormente são familiares, apresentei brevemente suas técnicas de rastreamento na primeira parte deste trabalho. São os dados coletados por elas que abastecem o painel, com estrutura cedida pelo Boston Consulting Group – BCG (REIS, 2020). O grupo disponibiliza versões editadas das bases de dados privadas originais para uso gratuito do poder público ou grupos de pesquisa – como era nosso caso. A propriedade intelectual permanece com a empresa, e o acesso é controlado e rastreado dentro da plataforma. Em caso de publicação com os dados disponibilizados, daríamos o crédito às empresas em troca do acesso gratuito.

Na época, tínhamos interesse em visualizar esse banco de dados. Várias informações disponibilizadas têm relação direta com nossas leituras cartográficas e com outras frentes de pesquisa do laboratório. Por outro lado, o debate sobre privacidade levantado pelo nosso mapa dos CEPs ainda estava fresco, e a contradição era evidente. Naquele momento, a vigência Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) se encontrava em um limbo, os prazos de vigência de vários dispositivos seguiam sendo adiados. Com isso, muitas parceiras do Covid Radar tinham bases de dados com os dias contatos para judicialização. E para além disso, não sabíamos se iríamos encontrar dados equivalentes aos do Ministério da Saúde dentro do painel, e para descobrir teríamos que aceitar os termos de uso da iniciativa. Este impasse se prolongou até encontrarmos uma outra via.

Também em agosto, tentamos estabelecer contato com o Governo do Estado, apostando numa postura diferente do Ministério da Saúde do Governo Federal. Como resposta, tivemos uma reunião agendada para dezembro, encadeada com apresentações de outros grupos de pesquisa com interesse nos dados. Realizamos nossa apresentação, mas até fevereiro de 2021 ainda esperávamos um encaminhamento.

De volta a agosto, conseguimos agendar uma reunião com o departamento de geoprocessamento da Secretaria Municipal de Saúde (GISA), de São Paulo. Fomos orientados a enviar um pedido sob a Lei de Acesso à Informação, seguindo a estrutura de uma solicitação enviada pela professora Lígia Barrozo – cujo pedido obteve resposta. A equipe do GISA tem acesso aos dados do SIVEP-Gripe, SIM e eSUS, todos com endereço, e realiza a anonimização a partir de geocodificação e intersecção dos pontos resultantes com setores censitários e áreas de ponderação do IBGE. Com isso, caso tivéssemos acesso aos dados, deixaríamos de trabalhar com CEPs e passaríamos a trabalhar as malhas territoriais do IBGE.

Realizamos o pedido via LAI três vezes, em julho, setembro e novembro, solicitando acesso às bases SIVEP-Gripe, eSUS e SIM – já mencionadas anteriormente. Na primeira resposta foram disponibilizadas as três bases, mas as respostas seguintes deixaram de conter os dados do SIM. A justificativa para exclusão da base foi que “os dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) não são geocodificados com a mesma periodicidade das bases eSUS VE e SIVEP Gripe (semanal), uma vez que estes dados são classificados segundo distrito administrativo no próprio sistema. Dessa forma, informamos que os óbitos por COVID-19 constam no arquivo do SIVEP Gripe/SRAG”. Porém, o SIM possuía os melhores dados sobre raça, preenchidos para todas as entradas, o que permitia uma leitura mais acurada da distribuição racial da mortalidade.

A dinâmica de resposta aos pedidos por LAI variaram conforme a data da solicitação e conforme a solicitante. O primeiro pedido de acesso a essas bases de dados, recuperado do arquivo aberto de pedidos e respostas do portal da transparência, foi aquele da professora Lígia, em junho de 2020. Encontramos na resposta um link para uma pasta no Google Drive, onde era possível fazer download da base. Ao realizarmos a consulta desta pasta em outubro, encontramos arquivos atualizados em agosto de 2020. Já nas respostas às nossas solicitações, os dados obtidos eram sempre de datas anteriores ao pedido. Provavelmente houve uma mudança interna à secretaria na forma de estruturação e consulta dessas bases. Organizamos os nossos pedidos em pares, com a mesma redação e enviados por pesquisa-

dores diferentes. Apenas alguns dos pedidos obtinham respostas de acordo com o texto da solicitação; outros eram respondidos com uma orientação para buscar os dados via Tabnet. O Tabnet é uma plataforma de consulta de dados gerais sobre saúde e funcionamento do SUS, mas sua maior unidade territorial é o distrito e, portanto, não bastava para nosso mapeamento. Também identificamos uma diferença entre as bases de dados disponibilizadas: o número de variáveis disponibilizadas diminuía a cada nova solicitação.

Vale menção a uma outra base de dados, encontrada por acaso em julho de 2020. Enquanto procurávamos por alternativas, íamos colecionando artigos focados em apresentar leituras geográficas da pandemia. Em um artigo publicado na *Nature Human Behavior*, por de Souza et al. (2020), encontramos aberta para download uma base completa dos dados de hospitalização do Ministério da Saúde, trazendo o setor censitário, a latitude e a longitude do endereço de cada paciente. Os autores indicam que a obtenção dos dados com essa granularidade foi realizada sob um projeto de pesquisa financiado pela Fapesp e com aprovação prévia do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa. O protocolo do comitê foi emitido em 3 de abril – muito antes da remoção dos dados de CEP das bases públicas – e os pesquisadores tiveram acesso a uma base de 28 de maio. Apesar de estarem abertos para download, o uso desses arquivos em outra publicação seria uma violação à ética de pesquisa. Além disso, nossos dados de CEP baixados em maio tinham uma escala suficiente para nossas leituras, e estavam defasados em apenas sete dias.

Nessa maratona pelos dados, vimos como a obtenção de bases para pesquisa sobre a pandemia é frágil e pouco isonômica. O acesso ou a recusa ocorrem ora sob uma ótica da formalidade processual, ora por ajuda providencial, ora por discricionariedade. A existência de um rito unificado para distribuição dos dados, seguindo dispositivos da LGPD, poderia ter estruturado um processo muito mais claro para compartilhamento com instituições acadêmicas. Não é possível dizer se entidades privadas, tiveram acesso a esses dados para abastecer seus modelos, ou se aderiram às bases em nível de agregação municipal. Mas vemos pelo exemplo da Covid Radar como as empresas conseguem, a partir de sua infraestrutura de captura de geoi-

dentidade, criar um sistema de informação geográfico de interesse público, mas de acesso e controle privados.

Por estes caminhos sinuosos obtivemos, até o momento, as seguintes bases de dados:

Tabela 4.1 Bases de dados sobre Covid-19 obtidas pelo LabCidade

BASE DE DADOS	DATA DE REFERÊNCIA	ORIGEM	ABRANGÊNCIA	UNIDADE GEOGRÁFICA MÍNIMA
SIVEP-Gripe: hospitalizações por SRAG	18/05/2020	Ministério da Saúde (DataSUS)	Nacional	CEP
	04/08/2020	Comitê de crise do Governo do Estado de SP	Nacional	CEP
	14/07/2020	Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo	Município de São Paulo	Setor censitário IBGE
	20/10/2020	Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo	Município de São Paulo	Setor censitário IBGE
	24/11/2020	Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo	Município de São Paulo	Setor censitário IBGE
eSUS: Notificações de síndrome gripal	14/07/2020	Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo	Município de São Paulo	Setor censitário IBGE
	20/10/2020	Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo	Município de São Paulo	Setor censitário IBGE
	24/11/2020	Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo	Município de São Paulo	Setor censitário IBGE
SIM: Sistema de informação sobre mortalidade	29/07/2020	Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo	Município de São Paulo	Setor censitário IBGE

Fonte: o autor.

4.1 REVISÃO METODOLÓGICA A PARTIR DOS NOVOS DADOS

As novas bases de dados nos permitiram prosseguir com nossas análises espaciais, mas como as variáveis eram disponibilizadas de maneira diferente, e com um recorte espacial menor, alguns ajustes e notas metodológicos eram necessários.

Em primeiro lugar, a variável CEP foi substituída pelo código do setor censitário. Portanto, não era possível atualizar nosso mapa interativo produzido em maio, em que a contagem de hospitalizações aparecia agregada por rua. A estimativa de densidade kernel tornou-se nossa técnica de mapeamento padrão. Para calcular os mapas de calor, deixamos de trabalhar com um algoritmo de interpolação de pontos ao longo das linhas dos logradouros, e passamos a trabalhar com pontos aleatórios no interior dos polígonos dos setores censitários. Na perspectiva do Estado, a disponibilização de dados por setores tinha um grau de certeza maior quanto aos critérios de anonimização, já que os dados dos censos são agregados por estas unidades. Mas ainda assim, os setores censitários permitem uma precisão maior nos nossos mapas de calor: enquanto alguns CEPs de São Paulo possuem vários quilômetros de comprimento, o que leva a uma dissipação dos pontos interpolados sobre eles, os setores censitários costumam abranger algumas poucas quadras dentro de geometrias geralmente convexas.

Para análises em mapas de calor, cuja geometria originária são pontos, a base de dados por setor censitário não oferece nenhuma restrição técnica. Porém, é necessário ter cautela para cruzar os dados com informações dos censos. Isso porque a atribuição dos setores censitários às entradas das bases sobre Covid é feita a partir de geocodificação. Esse processo consiste no envio de um texto de endereço ou topônimo (Ex: “Rua das Palmeiras, 100”, “Largo da Concórdia”) a um servidor local ou remoto, que responde com uma geometria georreferenciada – geralmente um ponto – representando as melhores correspondências espaciais ao texto enviado. Porém, as geometrias resultantes não necessariamente correspondem ao setor

censitário real do endereço geocodificado. Essa limitação fica bastante visível no caso de setores delimitados por torres condominiais.

Cada retângulo amarelo na figura abaixo representa um setor, que contém um conjunto de torres de um mesmo condomínio residencial, na região do Belém (São Paulo). Esses retângulos são circundados por um setor censitário maior com buracos para abrigá-los, já que a malha de setores censitários tem validade topológica (não há sobreposição ou frestas entre os polígonos). Vemos também algumas torres do mesmo condomínio não incluídas nos retângulos, provavelmente porque foram construídas depois da delimitação dos setores. Quando o endereço deste condomínio é geocodificado, o resultado sempre será o mesmo ponto – mesmo os melhores serviços de geocodificação, como os da Google, não costumam distinguir complementos do endereço, como número do bloco ou do apartamento. Ou seja, no momento de atribuição do código do setor censitário, é possível que alguns pontos sejam alocados em setores censitários vizinhos. Se isso ocorre em uma região com indicadores heterogêneos, fica inviável uma leitura espacial acurada. Este é exatamente o caso da região abaixo: na vizinhança imediata do condomínio vertical temos sobra-



4.1 Setores censitários por torre de condomínio, na região do Belém (São Paulo).

Fonte: o autor.

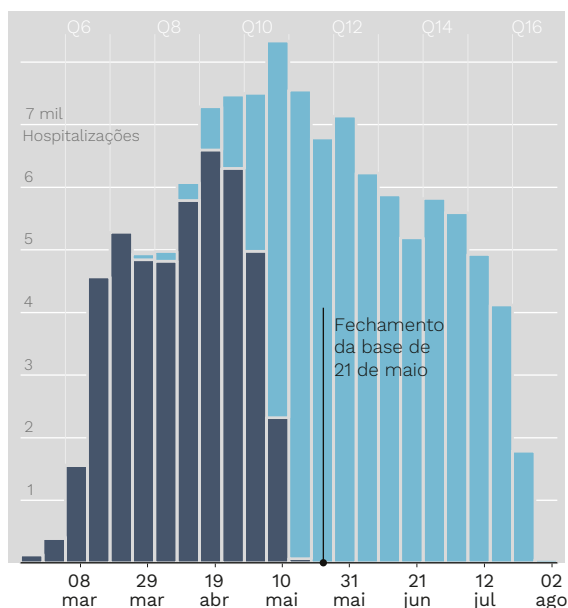
dos geminados e uma favela, que podem receber indevidamente os pontos geocodificados uns dos outros.

Este problema é eliminado no mapa de calor, já que as bordas dos polígonos originais não afetam a área de alcance dos pontos. Outra forma de contornar essa limitação é pelo uso de unidades territoriais um pouco maiores, como as áreas de ponderação. Os censos do IBGE são organizados em duas pesquisas: a amostral e a universal. A pesquisa do universo disponibiliza dados por setor censitário, e a pesquisa amostral por áreas de ponderação. Como os dados do universo também podem ser agregados para áreas de ponderação, a escolha dessa unidade acaba oferecendo um número maior de variáveis para análise, como dados sobre forma de acesso à moradia e ocupação dos moradores. Porém, tanto os dados da amostra quanto do universo estão muito desatualizados – são de 2010 –, e seu uso requer uma série de ressalvas. Gostaríamos de incluir em nossas análises leituras sobre forma de acesso à moradia, por exemplo, mas sabemos de mudanças significativas nos territórios populares na última década que inviabilizam uma leitura a partir desses dados.

Em segundo lugar, demos preferência aos dados do SIVEP-Gripe, sobre os quais já estávamos trabalhando desde maio. Como vimos, a Prefeitura não disponibiliza os dados do SIM com a mesma frequência. Já os dados do eSUS, que tratam de notificações de síndrome gripal, são os mais sujeitos à subnotificação. No mapa abaixo, vemos a porcentagem de notificações registradas no eSUS entre 01/01/2020 e 27/11/2020 que tiveram acesso a procedimentos de diagnóstico (exames ou testagem), seja para Covid-19 ou outra doença respiratória. A confirmação clínica da Covid-19 é menor fora do centro expandido, o que dificulta a quantificação, comparação e rastreamento dos surtos. Com isso, os dados de hospitalização são a melhor alternativa disponível, considerando que não houve colapso do sistema de saúde no período e, portanto, todas as pessoas que buscaram o atendimento foram contempladas. Esses dados podem ser enviesados por uma percepção diferente sobre a gravidade do próprio quadro de saúde, o que influencia a decisão de ir ao hospital, e por uma distribuição heterogênea das condições de agravamento, como comorbidades. Numa conversa posterior para discussão dos

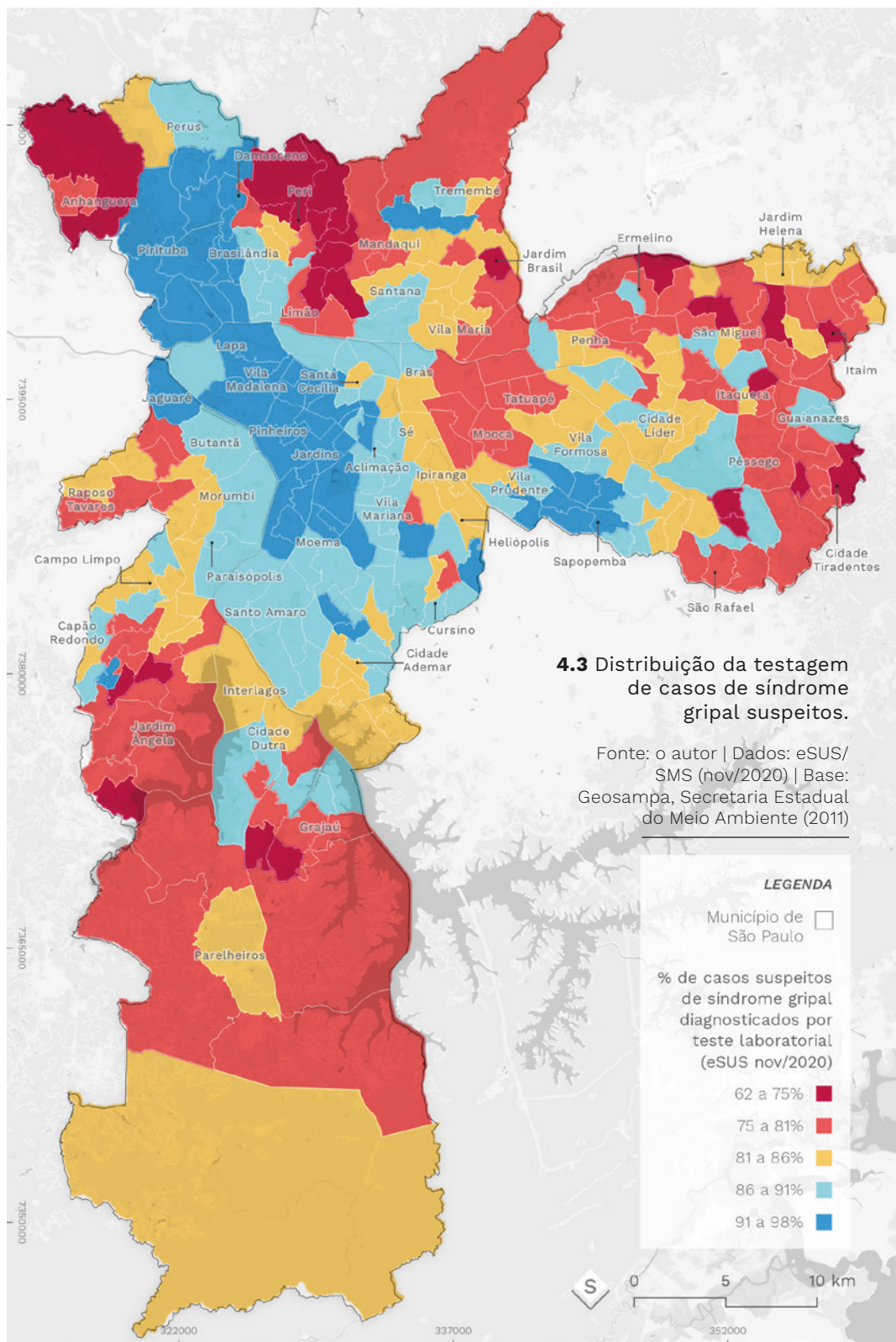
resultados, a professora Lígia Barrozo nos apresentou mapas com a incidência de doenças cardíacas crônicas e diabetes, ambas comorbidades para Covid-19. Assim como a subnotificação, vemos as maiores taxas de prevalência ocorrerem em regiões da periferia.

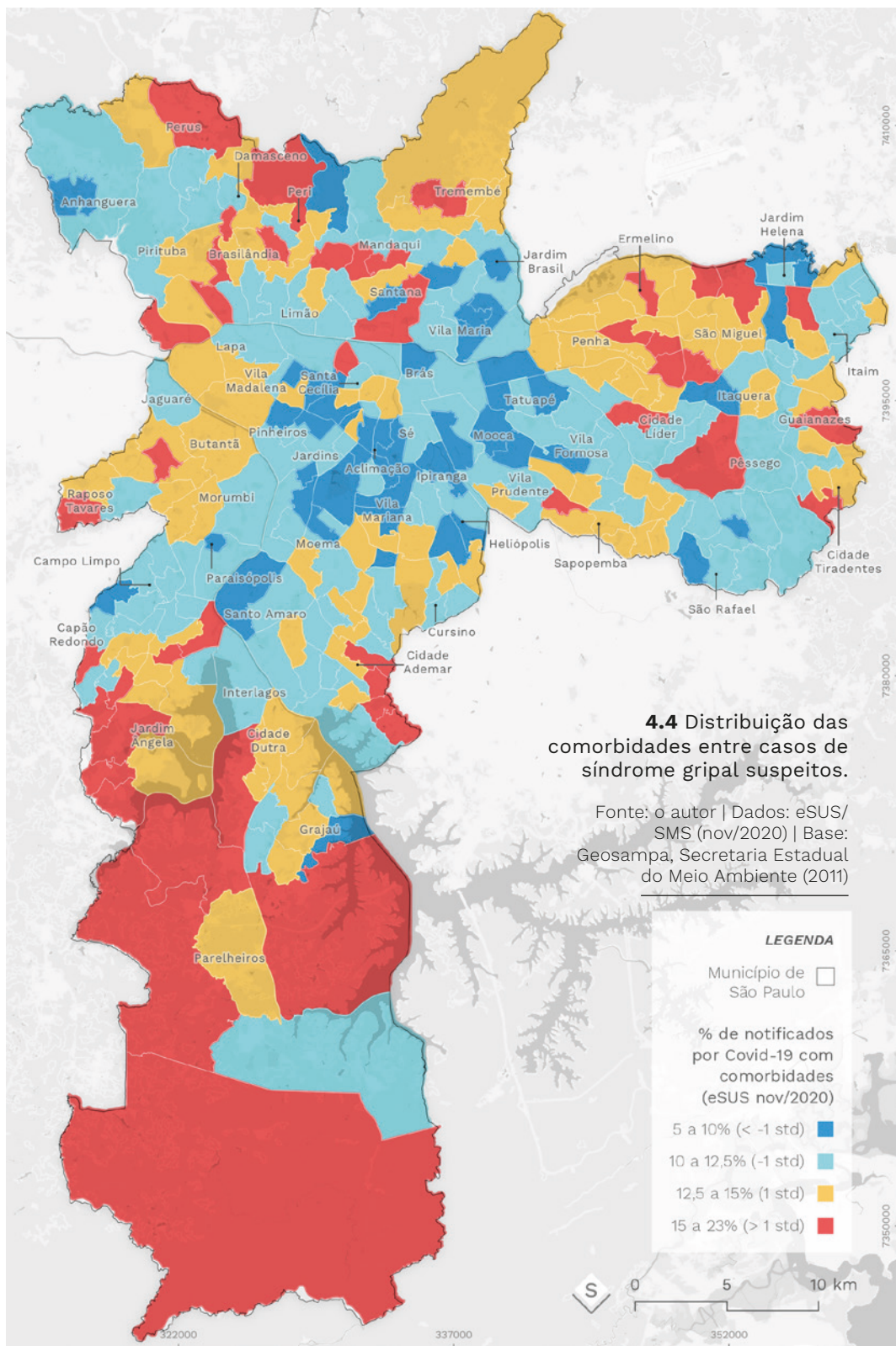
Em terceiro lugar, há uma defasagem na inclusão de novas entradas nas bases de dados. Na figura 4.2 vemos a contagem de hospitalizações nas bases do SIVEP-Gripe, por quinzena de início dos primeiros sintomas. Em azul escuro, vemos os registros da base de 18 de maio, e em azul claro estão as entradas adicionadas na base de 4 de agosto. A primeira base foi disponibilizada para download em 21 de maio, mas quase não havia registros para os dias anteriores ao fechamento do arquivo. Há uma demora de duas a três quinzenas até que o número de registros na base corresponda à ordem de grandeza real das hospitalizações. Essa demora impede o mapeamento de surtos recentes. E mais do que isso, a demora inviabiliza estratégias geográficas de ação rápida, pois o tempo de espera até a consolidação dos dados é superior ao período entre contágio e cura ou entre contágio e óbito. Quando identificamos um surto em alguma região da cidade, é possível que este já não exista mais.



4.2 Registros na base de dados SIVEP, conforme quinzena (Q) de hospitalização e data do primeiro arquivo em que aparece.

Fonte: o autor.










4.4 Distribuição das comorbidades entre casos de síndrome gripal suspeitos.

Fonte: o autor | Dados: eSUS/ SMS (nov/2020) | Base: Geosampa, Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2011)

LEGENDA

Município de  São Paulo

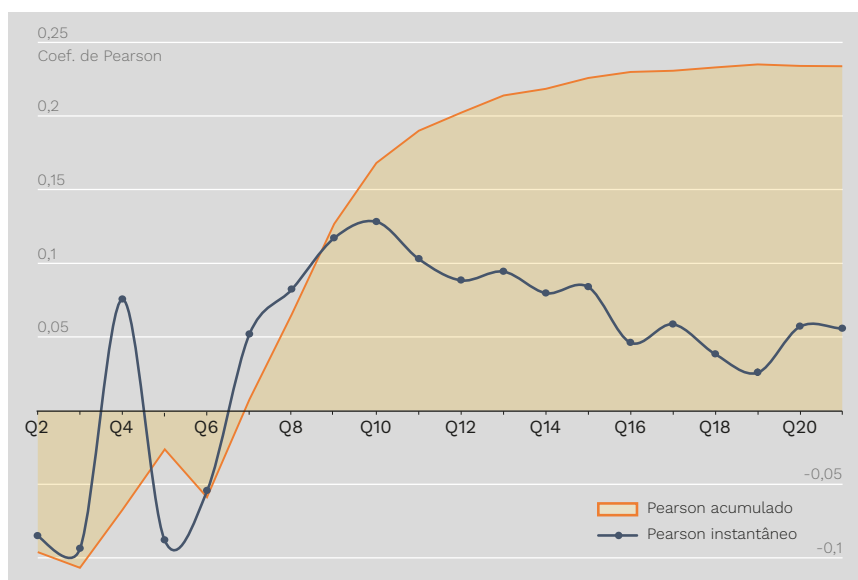
% de notificados por Covid-19 com comorbidades (eSUS nov/2020)

- 5 a 10% (< -1 std) 
- 10 a 12,5% (-1 std) 
- 12,5 a 15% (1 std) 
- 15 a 23% (> 1 std) 

Em quarto lugar, os sucessos consecutivos em obter dados pela Secretaria Municipal de Saúde nos permitiu realizar mapeamentos periódicos. Isso nos levou a adotar duas escalas temporais: uma instantânea e outra acumulada. No gráfico abaixo, trago um indicador simples para ilustrar a diferença. As curvas mostram qual seria o resultado da regressão linear entre porcentagem da população preta e parda e número de hospitalizações de um setor censitário, calculado ao fim de cada quinzena. Os valores acumulados consideram a quinzena atual e todas as quinzenas anteriores, enquanto os dados instantâneos correspondem apenas à quinzena atual. O que mais importa observar neste gráfico não é o valor do coeficiente de Pearson, mas sim a variação entre as curvas. O valor acumulado tende a se estabilizar, graças à “inércia” de todos os dados somados. Tendências gerais sobre a Covid-19 costumam ser extraídas desse tipo de agregação dos dados. Já a curva instantânea mostra como a correlação não é constante, mas possui altos e baixos. Esse efeito é resultado de oscilações na dinâmica de contágio, com causas possivelmente ligadas a características locais ainda pouco exploradas.

Este apontamento sobre a temporalidade dos casos aparece em outros trabalhos. Bermudi et. Al. (2020) apontam como o pico dos óbitos se inicia a partir dos bairros de renda mais alta, e posteriormente se alastra para o restante da cidade de São Paulo. O mesmo artigo aponta uma correlação positiva entre os óbitos confirmados e suspeitos por Covid-19 e indicadores socioeconômicos, o que serve de indício para a existência de uma disparidade espacial. O mapeamento dos dados instantâneos nos permite estudar como as oscilações do gráfico abaixo ocorrem geograficamente. Trarei os resultados do mapeamento dessas duas escalas, mas infelizmente o meio impresso não é o melhor suporte para leitura das sequências de mapas.

Em quinto lugar, dados sobre os pacientes são escassos e incompletos. Na nossa base de hospitalizações mais recente, 29,2% das entradas não possuem identificação de raça, e os dados sobre ocupação e escolaridade foram excluídos. Para avançar nas hipóteses sobre mobilidade a trabalho recorreremos aos dados da base do eSUS, mas apenas profissionais de saúde estão discriminados. Em sexto lugar, temos outro limite para as leituras de mobilidade: não é



possível acompanhar as dinâmicas de disseminação metropolitanas, já que as novas bases de dados que obtivemos são restritas ao município de São Paulo.

E por fim, em sétimo lugar, o tamanho dos arquivos disponibilizados nas últimas solicitações superou o limite de tamanho para leitura a partir de softwares de planilha, como o Microsoft Excel ou o Libre Office Calc. Já estávamos trabalhando com bibliotecas de Python para tratamento dos dados, mas essa limitação restringiu o esforço aos membros da equipe com domínio sobre linguagem de programação. O maior volume de dados e o aumento dos intervalos a serem mapeados tornaram o procedimento mais lento, e por isso alguns mapas apresentados aqui não foram realizados com os dados mais recentes. Com todas essas considerações, passo para a apresentação e discussão dos mapas resultantes.

4.5 Correlação (Pearson) entre população negra e hospitalizações por SRAG em setores censitários.

Fonte: o autor.

4.2 A TEMPORALIDADE DA DISSEMINAÇÃO

A partir do nosso mapeamento de hospitalizações por CEP em maio, verificamos como o binômio centro-periferia não dá conta de explicar a distribuição da doença, especialmente quando observamos mais de perto. Alguns bairros com características urbanísticas semelhantes não se comportavam da mesma forma; muitas favelas apresentavam concentração de hospitalizações, e muitas outras não. No momento, rechaçamos a hipótese de que lugares com prevalência abaixo da média estavam apenas aguardando a chegada da doença. Essa visão evoca uma posição de espera pouco frutífera para ações preventivas, e impede a identificação de elementos da organização territorial local capazes de reduzir os riscos de contágio. O primeiro passo para confirmar nossa posição seria realizar uma análise temporal da disseminação, o que agora é possível com os dados da SMS.

Até o momento, as leituras temporais sobre a pandemia com maior granularidade espacial apresentavam curvas de avanço da doença separadas por distrito – pois era a unidade disponibilizada nos boletins municipais. As curvas oferecem uma visão sucinta do avanço da doença, mas herdam todos os problemas da delimitação dos distritos, como o efeito de borda e as áreas inconstantes entre os polígonos. As mesmas informações plotadas em um mapa aparecem dispostas com coerência geográfica, permitindo identificar relações de vizinhança. Porém, como os mapas estáticos estão restritos a duas dimensões, não é possível representar as variações de picos ao longo de várias quinzenas. Os gráficos de curva, apesar de não permitirem uma leitura geográfica, são capazes de registrar a temporalidade. Portanto, era desejável encontrar um meio termo.

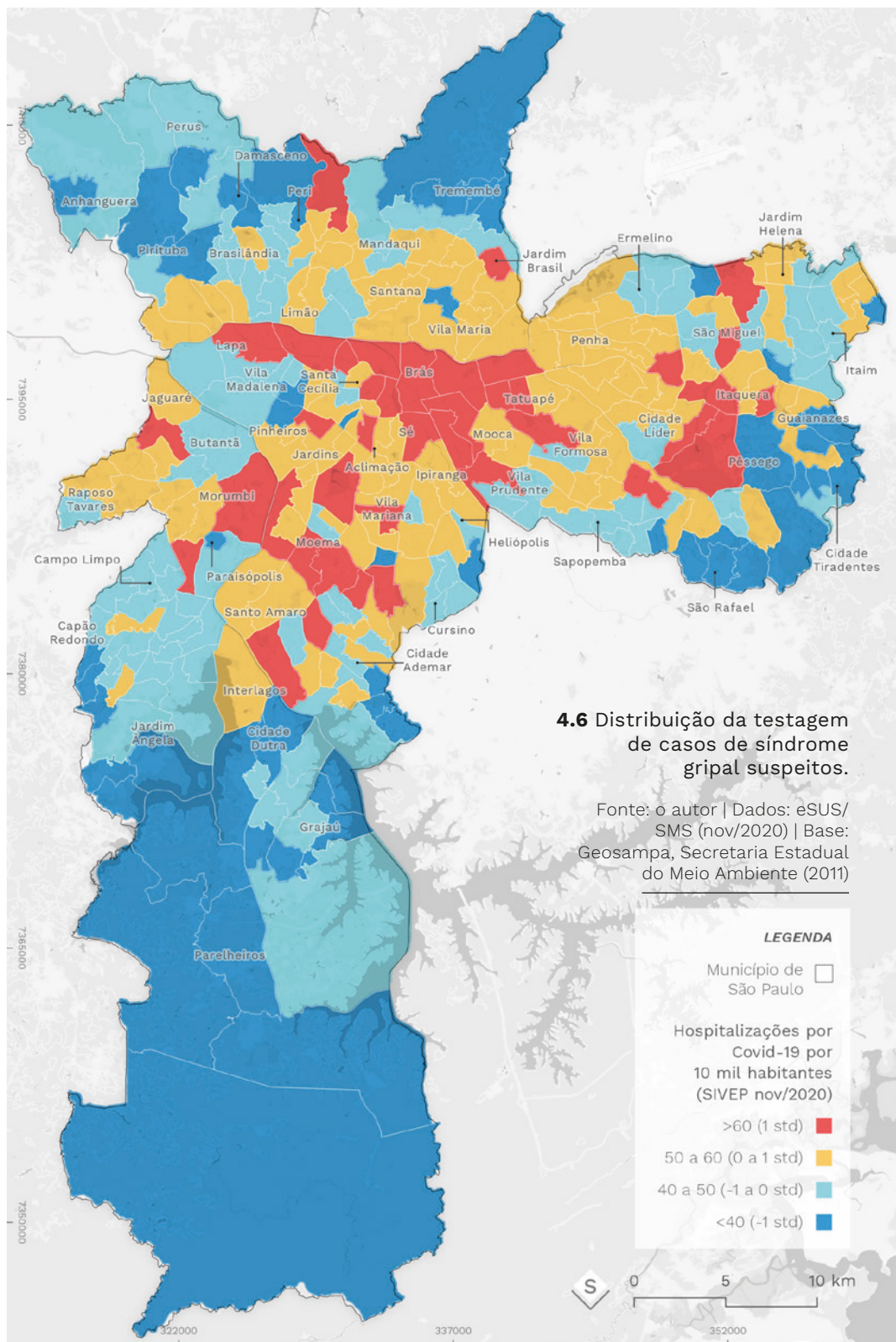
Na série de mapas das próximas páginas estão representados os dados quinzenais de internações causadas por Covid-19 (casos confirmados e suspeitos sem confirmação) entre 09/03 e 04/10 de 2020. Usamos os dados da base SIVEP-Gripe de 24/11, e descartamos as últimas três quinzenas por conta dos atrasos na inclusão dos registros. Publicamos algumas versões intermediárias desses mapas em formato de vídeo (ROLNIK et al., 2020)⁸, o que facilita a leitura temporal, mas esta versão possui algumas modificações de represen-

tação. Ao longo das várias apresentações desses mapas, notei que os mapas de calor apresentavam uma compreensão direta das concentrações, mas recebemos muitas queixas sobre dificuldades de apreender quantidades – o que era muito mais simples nos mapas distritais. Por conta disso, adicionei balões com variações numéricas, representando uma aglomeração de áreas de ponderação ao redor de uma área com manchas de calor coerentes no espaço e no tempo. Dessa forma, os contadores oferecem uma escala quantitativa para comparação, e o mapa de calor permite observar a heterogeneidade dentro e fora das aglomerações de áreas de ponderação (figuras 4.7 a 4.35).

Mais uma vez, a padronização desses dados resultaria em outras leituras, para propósitos distintos. Se agregarmos as hospitalizações por área de ponderação e padronizarmos pela população absoluta (sem estratificação), obteremos o mapa a seguir. As áreas de baixa taxa de hospitalização formam um grupo bastante heterogêneo, com grandes variações de densidade demográfica, distribuição etária, prevalência de comorbidades e diferenças na forma de acesso à rede hospitalar – se por convênio médico ou por SUS, se próximo ou distante de casa. Evidentemente, não é possível medir o papel de cada um desses fatores usando apenas as bases de dados que temos disponíveis. Uma boa prática da epidemiologia, que aprendemos ao longo dos meses de trabalho, é a estratificação da padronização, ou cálculo de prevalência separado para cada faixa etária. Este não é o objetivo da nossa análise, mas a distribuição etária deve ser lembrada na leitura dos mapas.

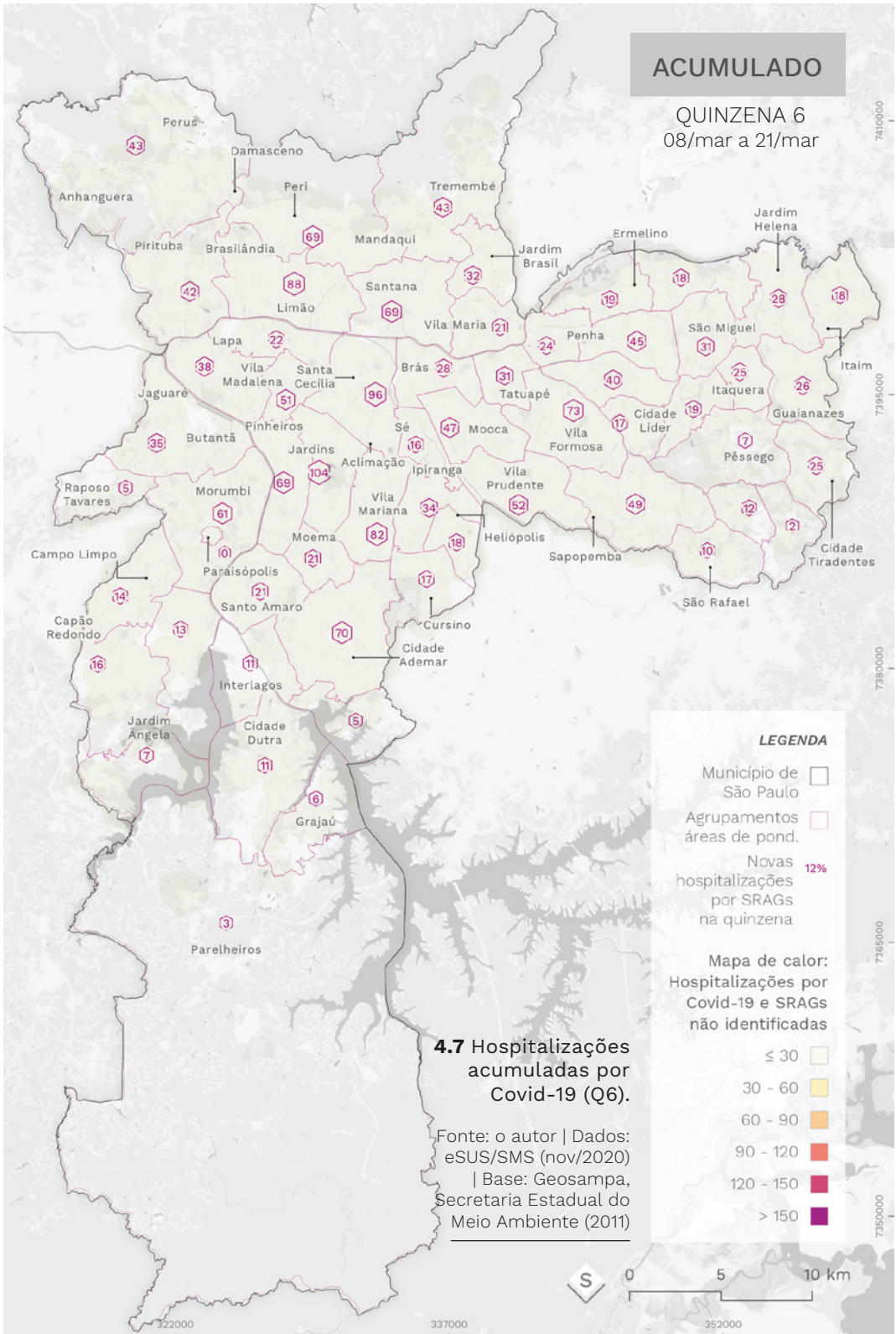
No mapa 4.6, vemos uma distribuição de hospitalizações por habitante acima da média nos bairros de Santana, Paraísopolis, Vila Mariana, São Rafael e Cidade Tiradentes. Tanto o processo de urbanização quanto a distribuição etária são bastante heterogêneas entre essas áreas. Nas áreas mais consolidadas, a presença de população idosa é maior, e a proporção de população branca também. As circunstâncias da hospitalização são diferentes nos bairros mais afastados. Essa leitura permite indicar onde há maior incidência da doença, mas, diferente dos mapas de calor, não é ideal para identificar surtos (aumento concentrado do número de casos).

⁸ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=gqGeyPbpIXM>>.



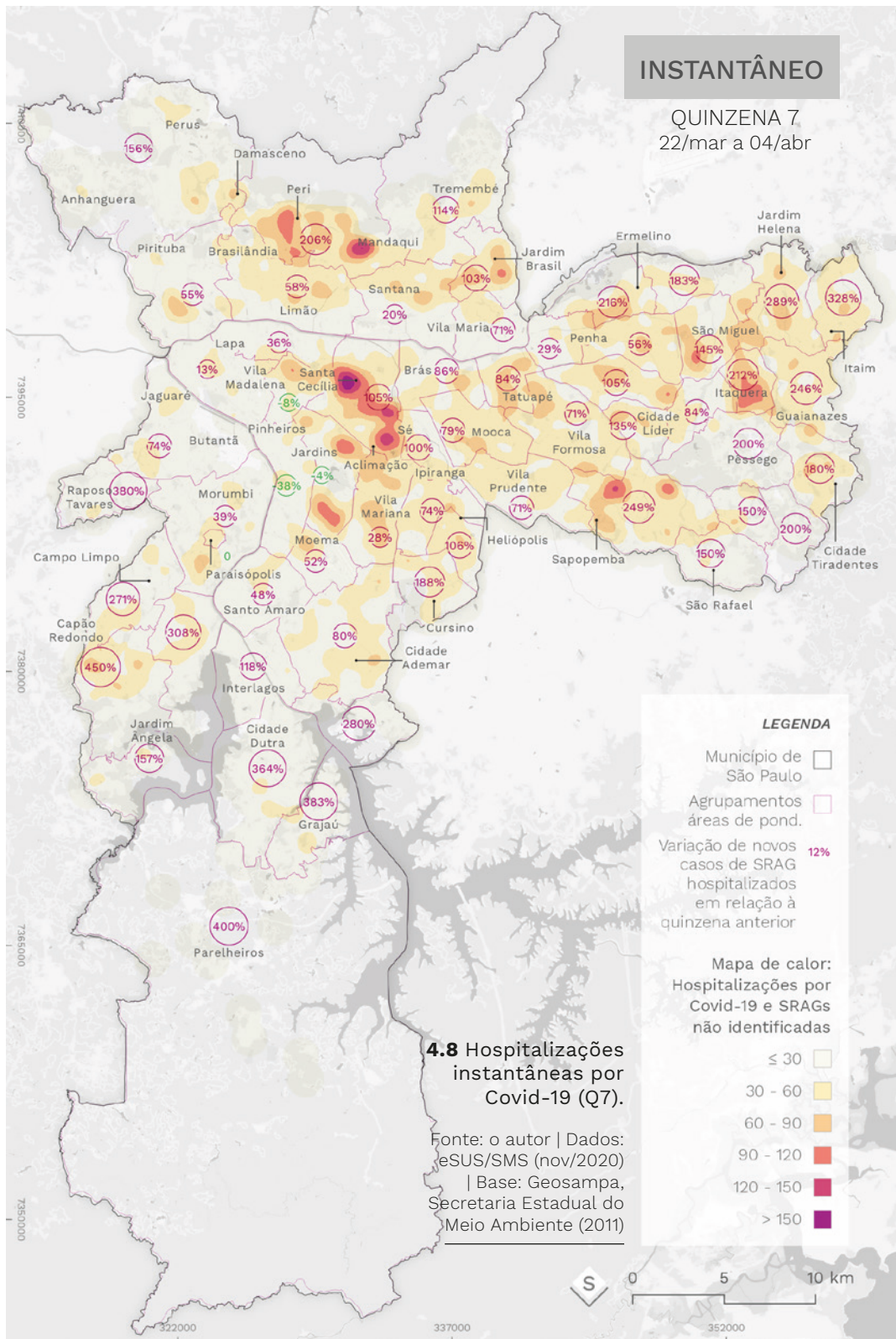
ACUMULADO

QUINZENA 6
08/mar a 21/mar



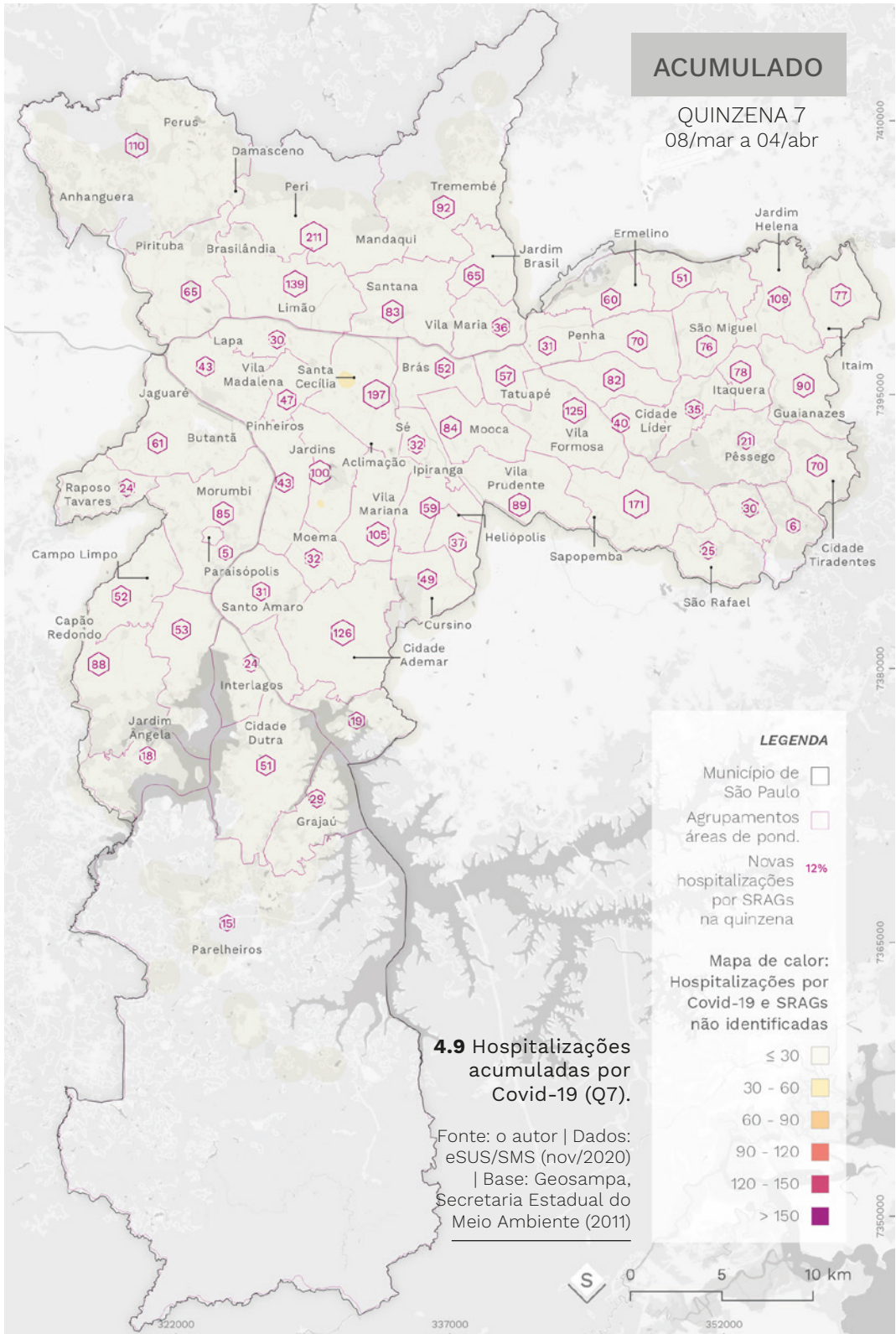
INSTANTÂNEO

QUINZENA 7
22/mar a 04/abr



ACUMULADO

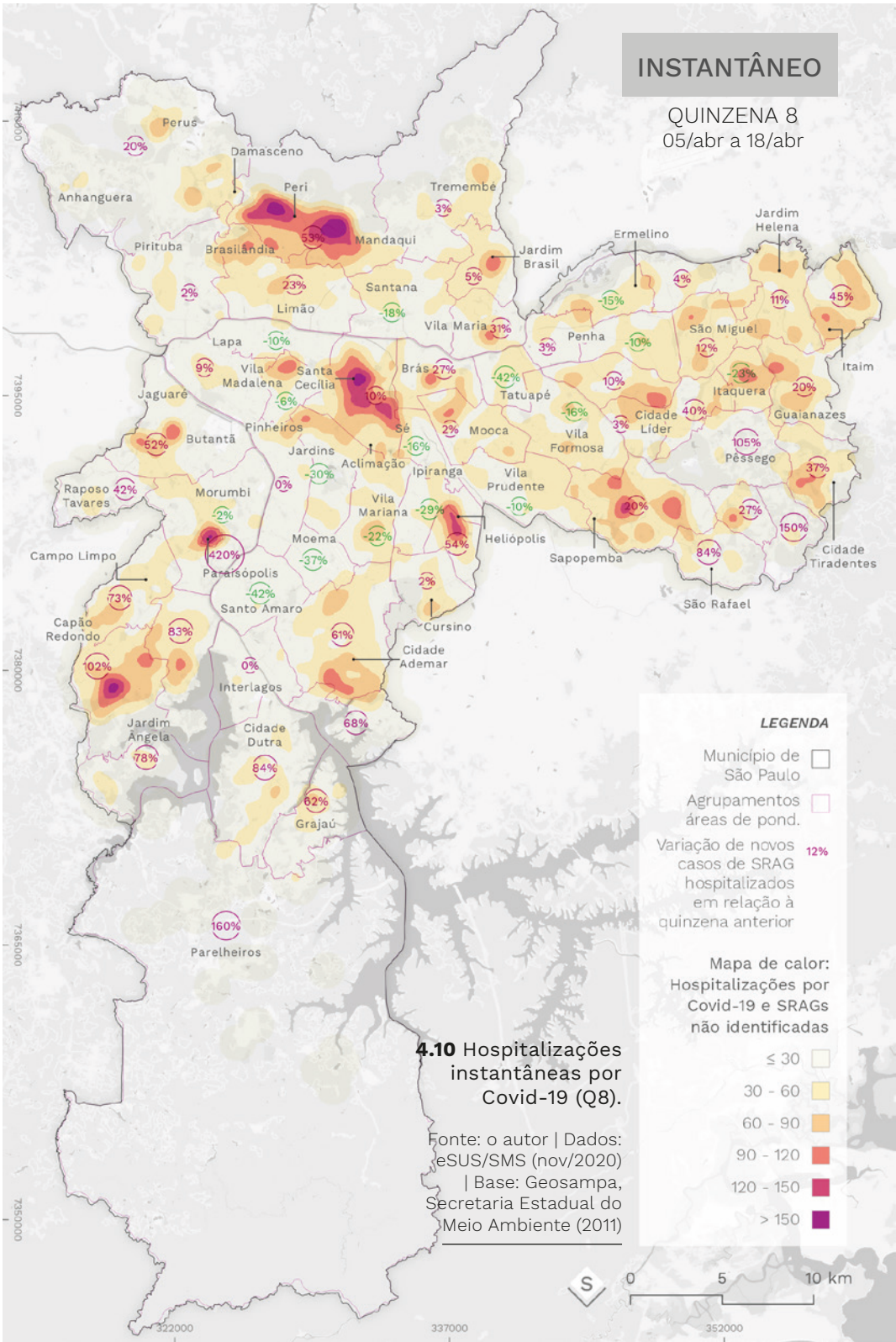
QUINZENA 7
08/mar a 04/abr



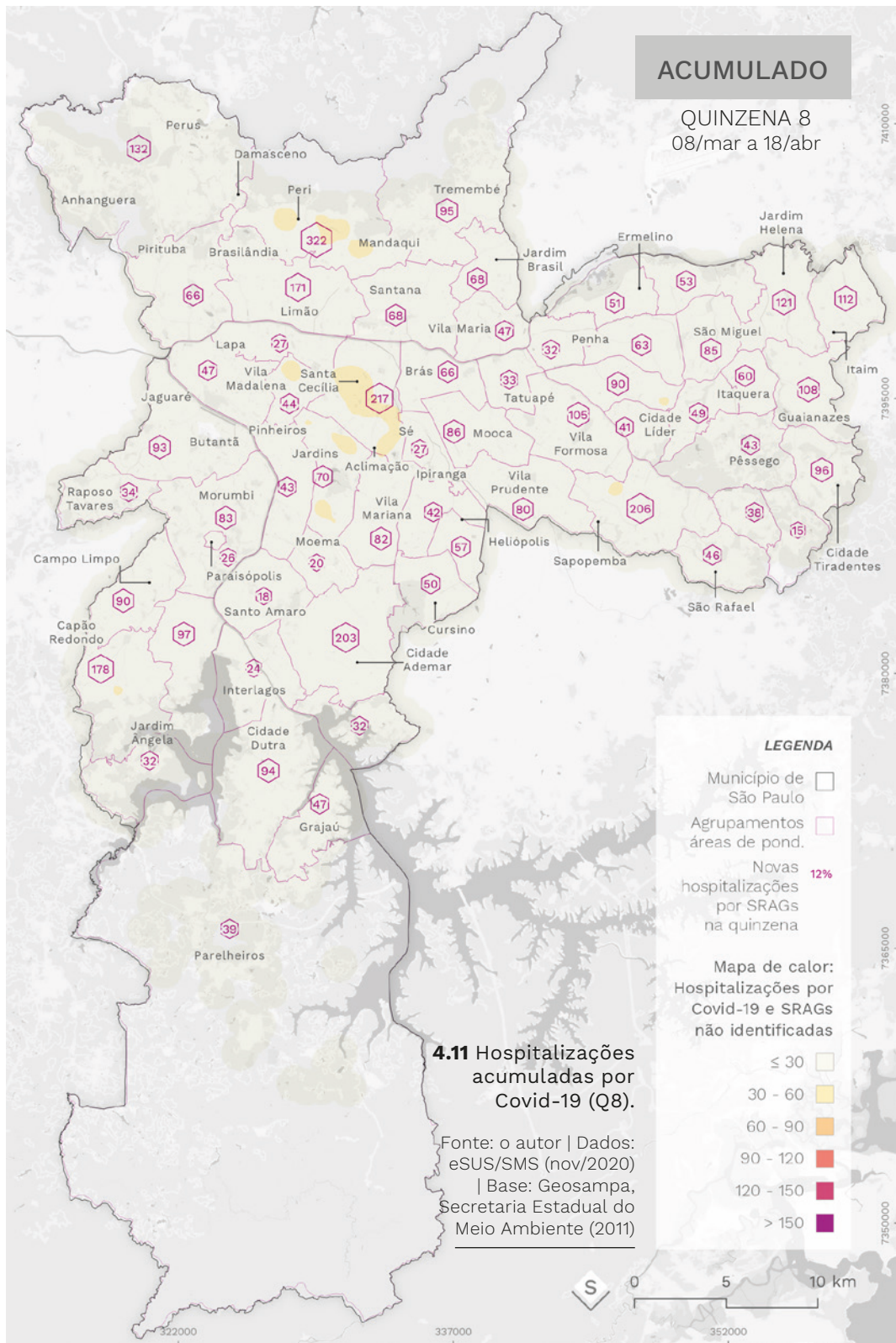
INSTANTÂNEO

QUINZENA 8

05/abr a 18/abr

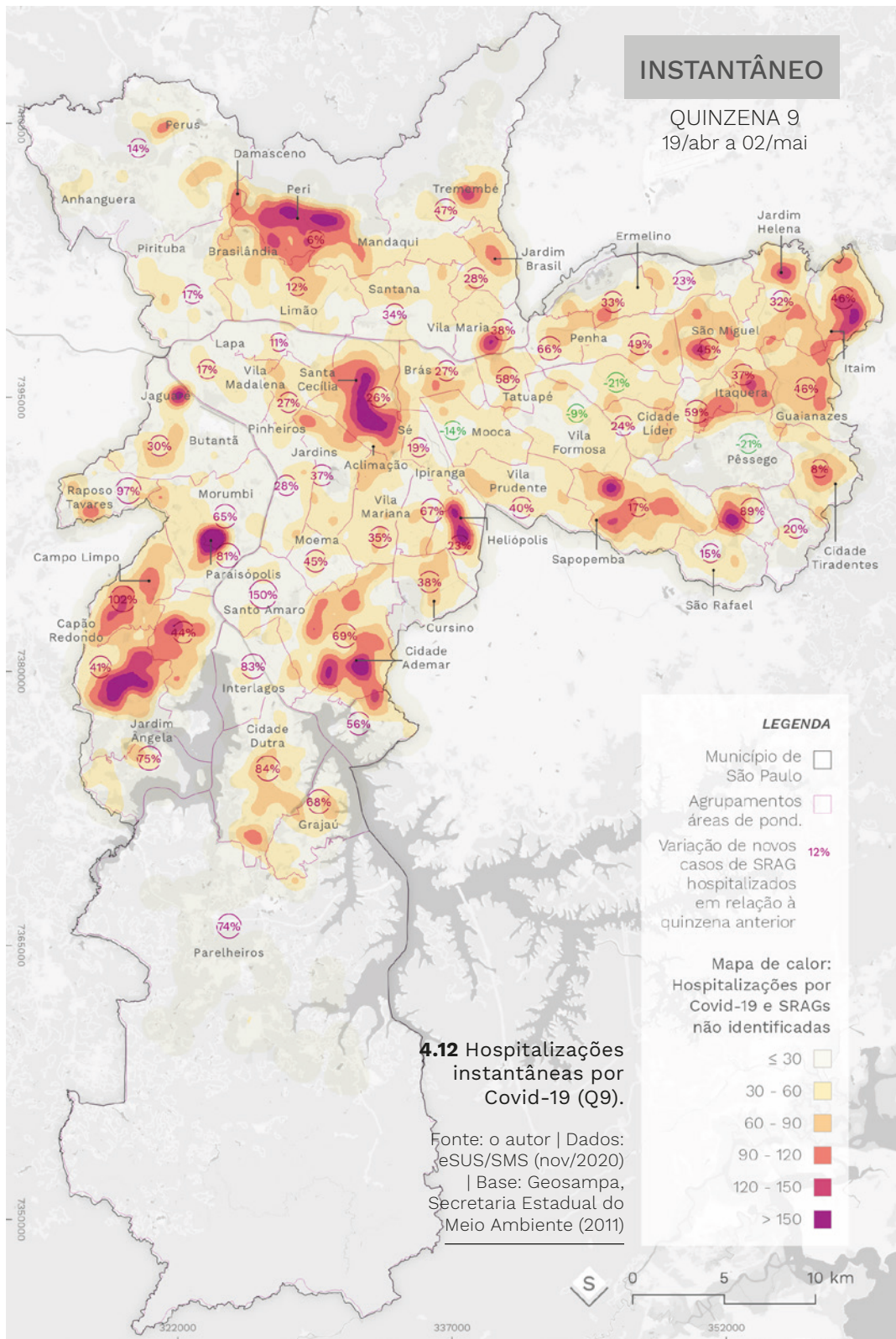


QUINZENA 8
08/mar a 18/abr



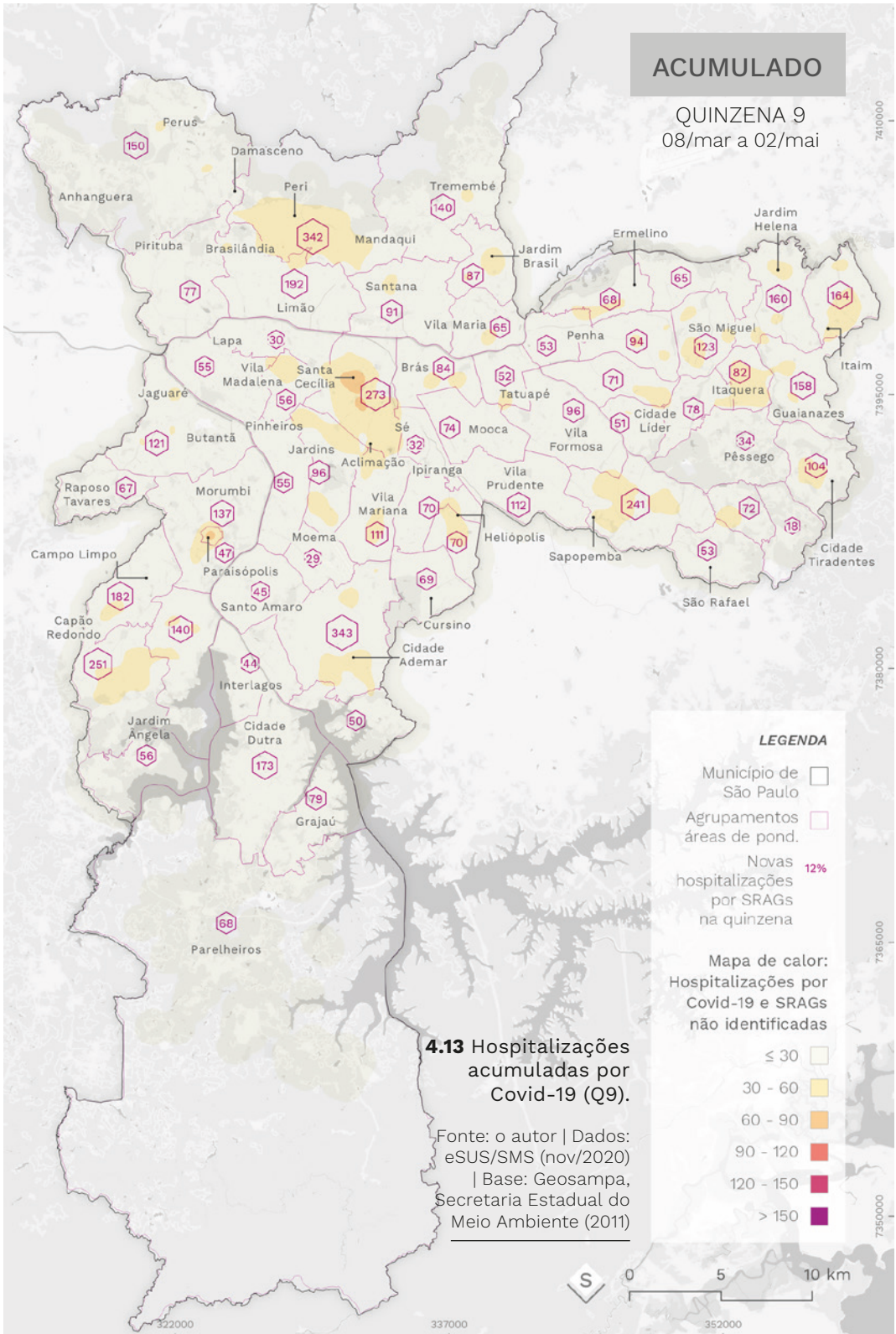
INSTANTÂNEO

QUINZENA 9
19/abr a 02/mai



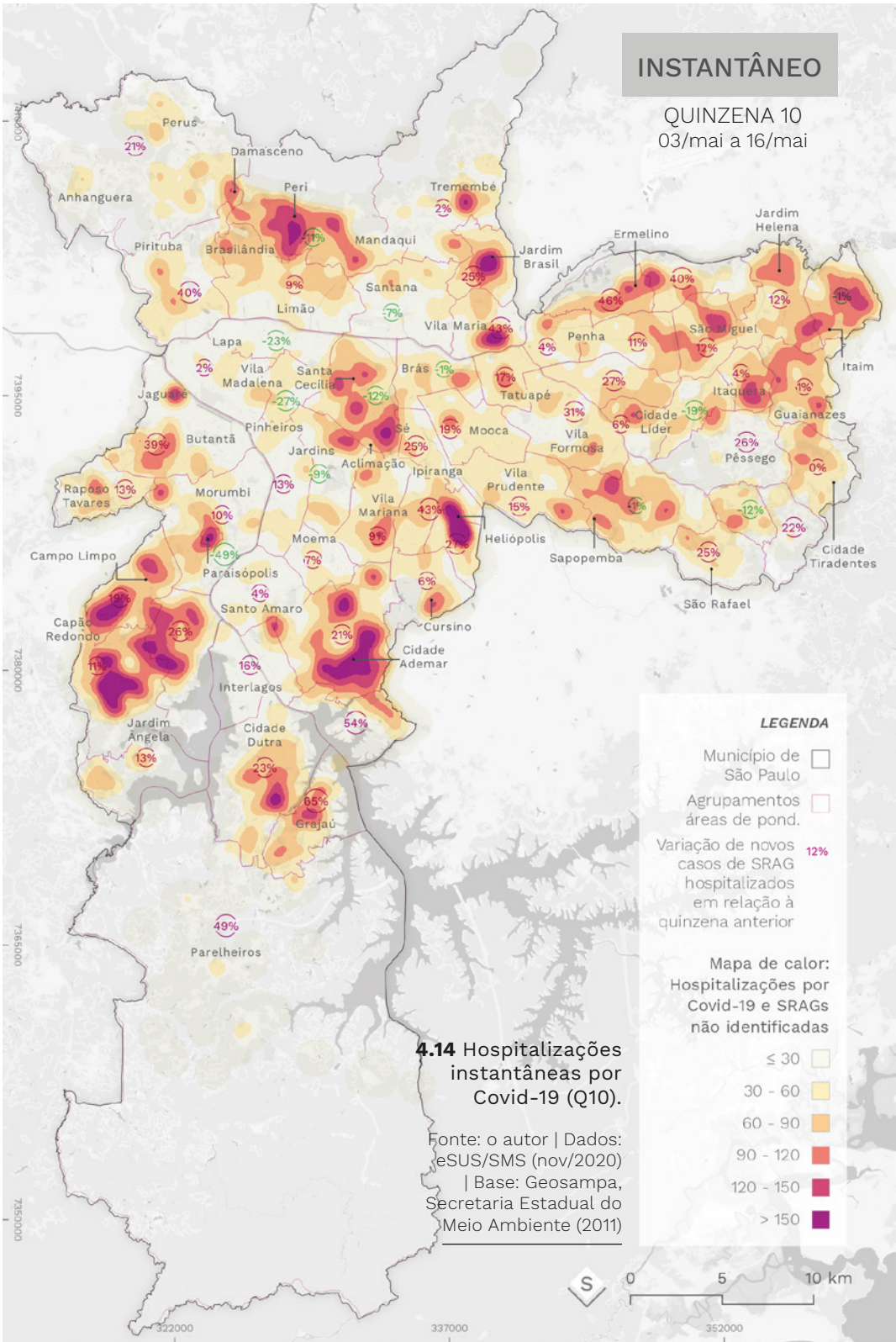
ACUMULADO

QUINZENA 9
08/mar a 02/mai



INSTANTÂNEO

QUINZENA 10
03/mai a 16/mai



4.14 Hospitalizações instantâneas por Covid-19 (Q10).

Fonte: o autor | Dados: eSUS/SMS (nov/2020) | Base: Geosampa, Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2011)

LEGENDA

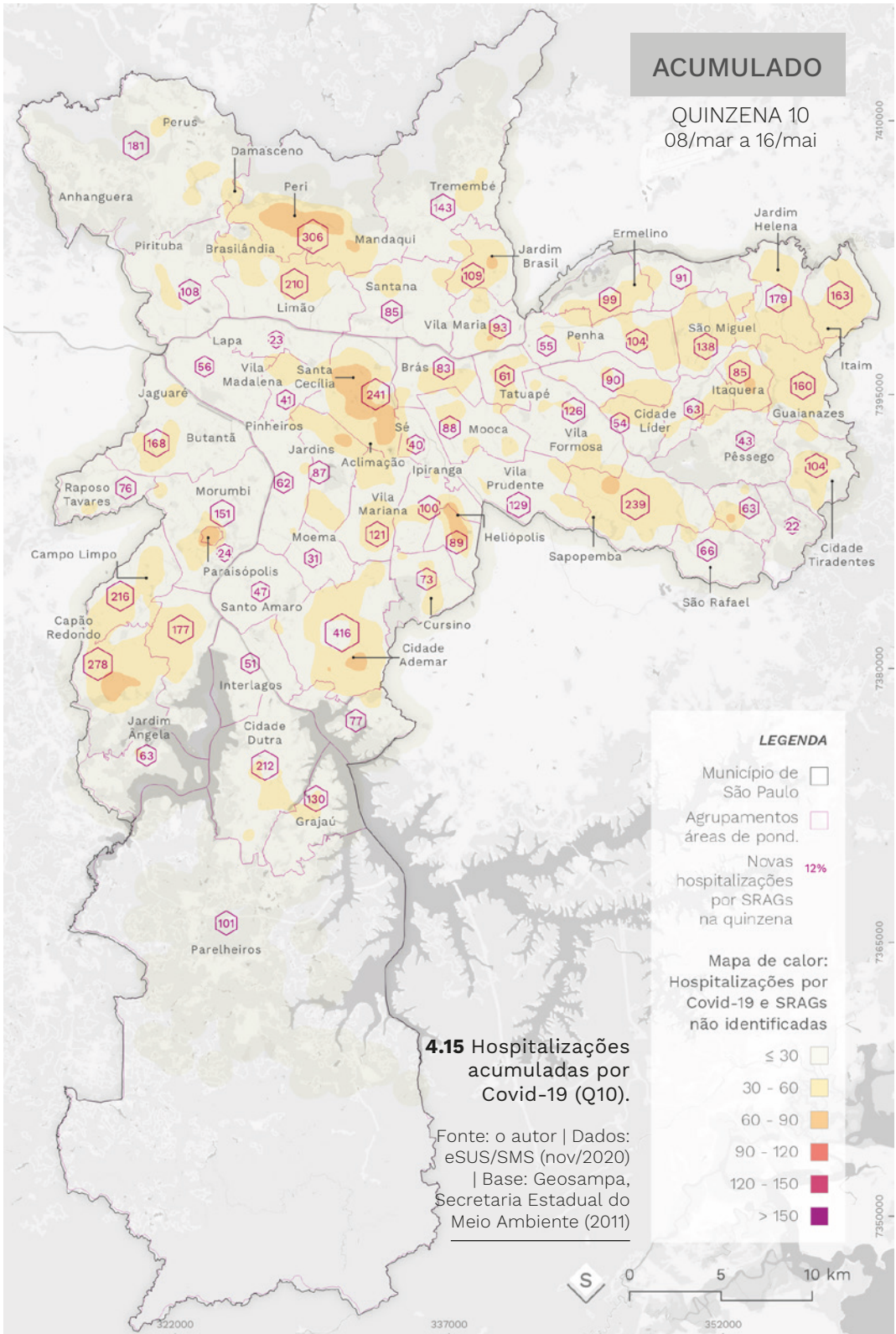
- Município de São Paulo
- Agrupamentos áreas de pond.
- Variação de novos casos de SRAG hospitalizados em relação à quinzena anterior

Mapa de calor: Hospitalizações por Covid-19 e SRAGs não identificadas

- ≤ 30
- 30 - 60
- 60 - 90
- 90 - 120
- 120 - 150
- > 150

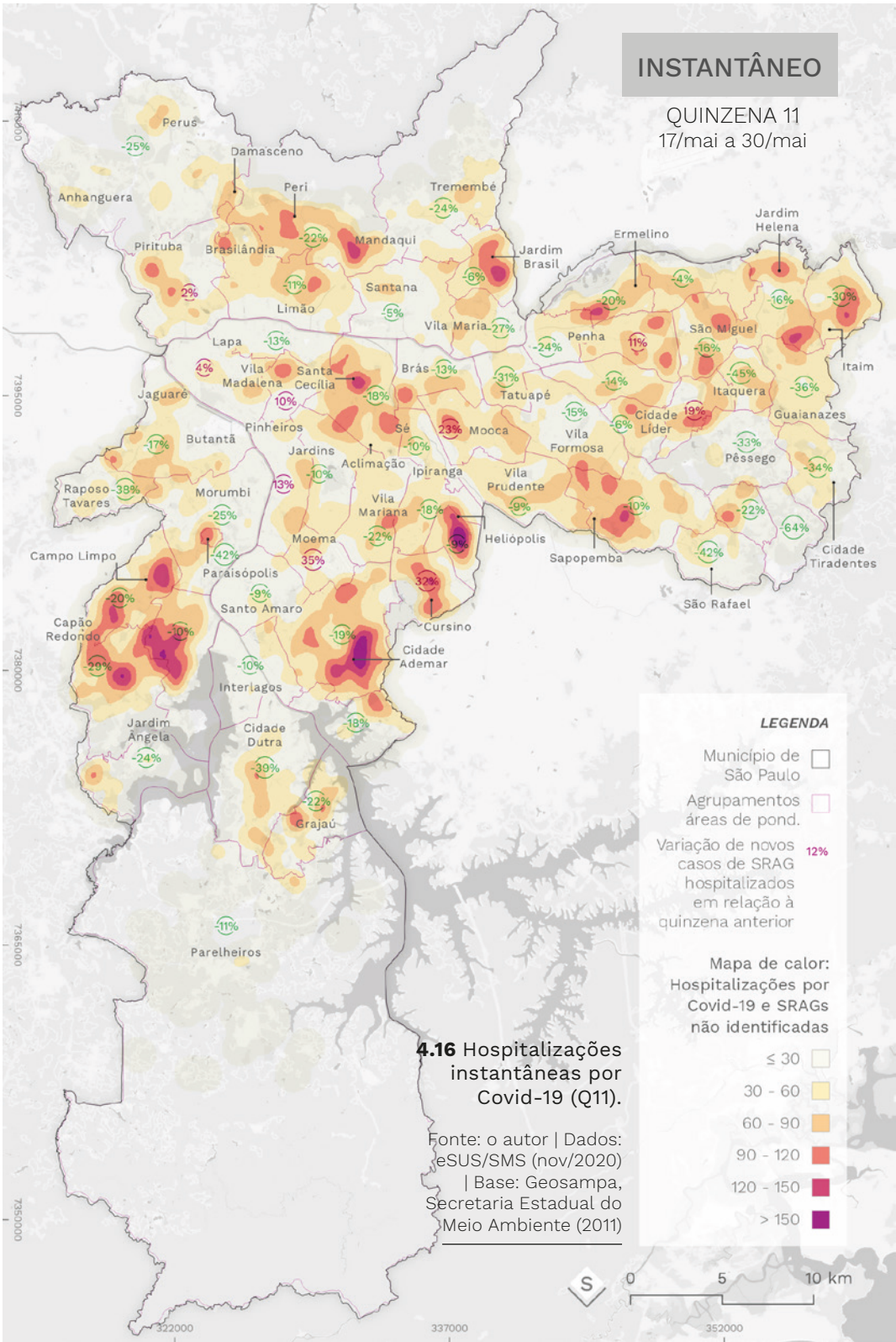
ACUMULADO

QUINZENA 10
08/mar a 16/mai



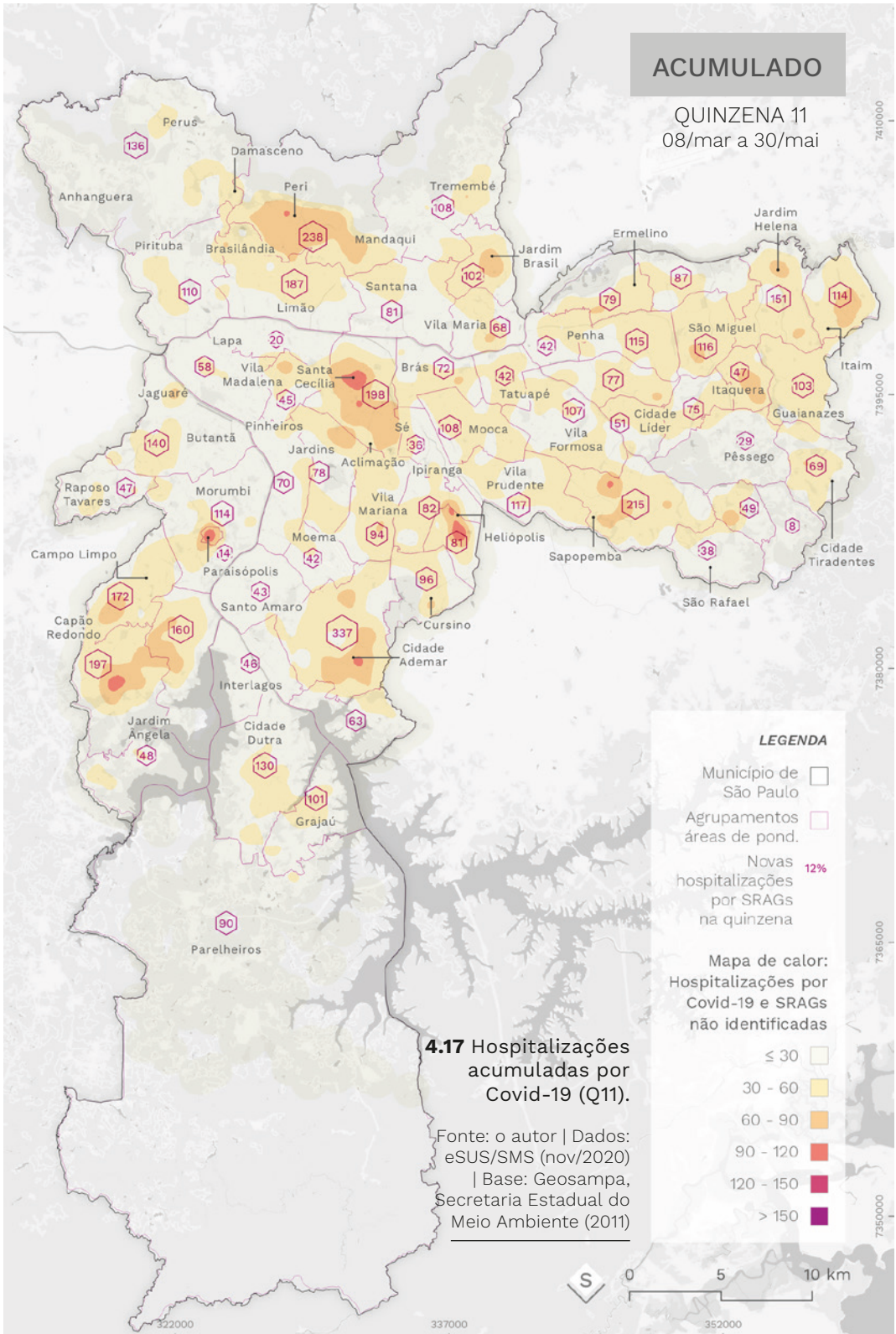
INSTANTÂNEO

QUINZENA 11
17/mai a 30/mai



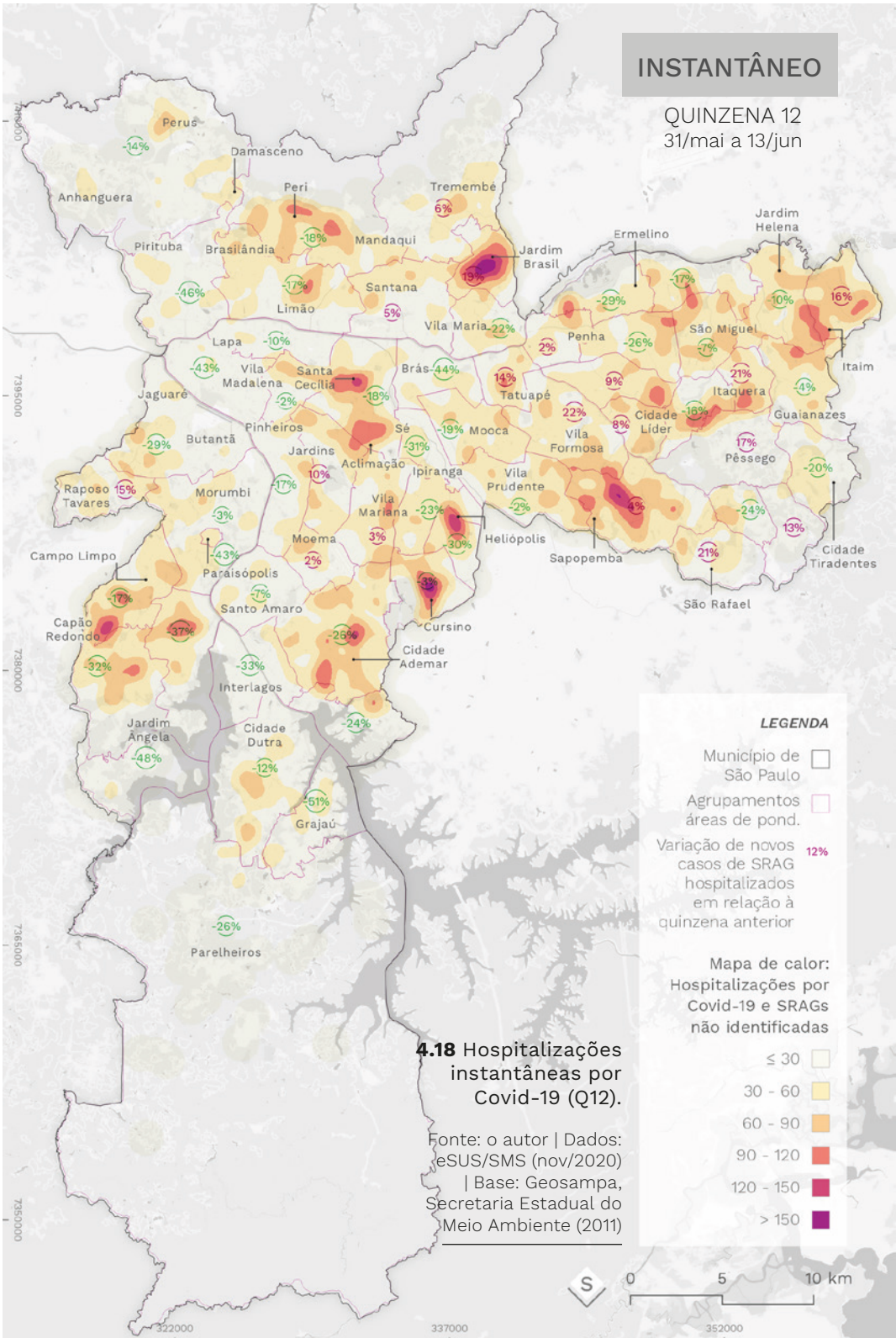
ACUMULADO

QUINZENA 11
08/mar a 30/mai



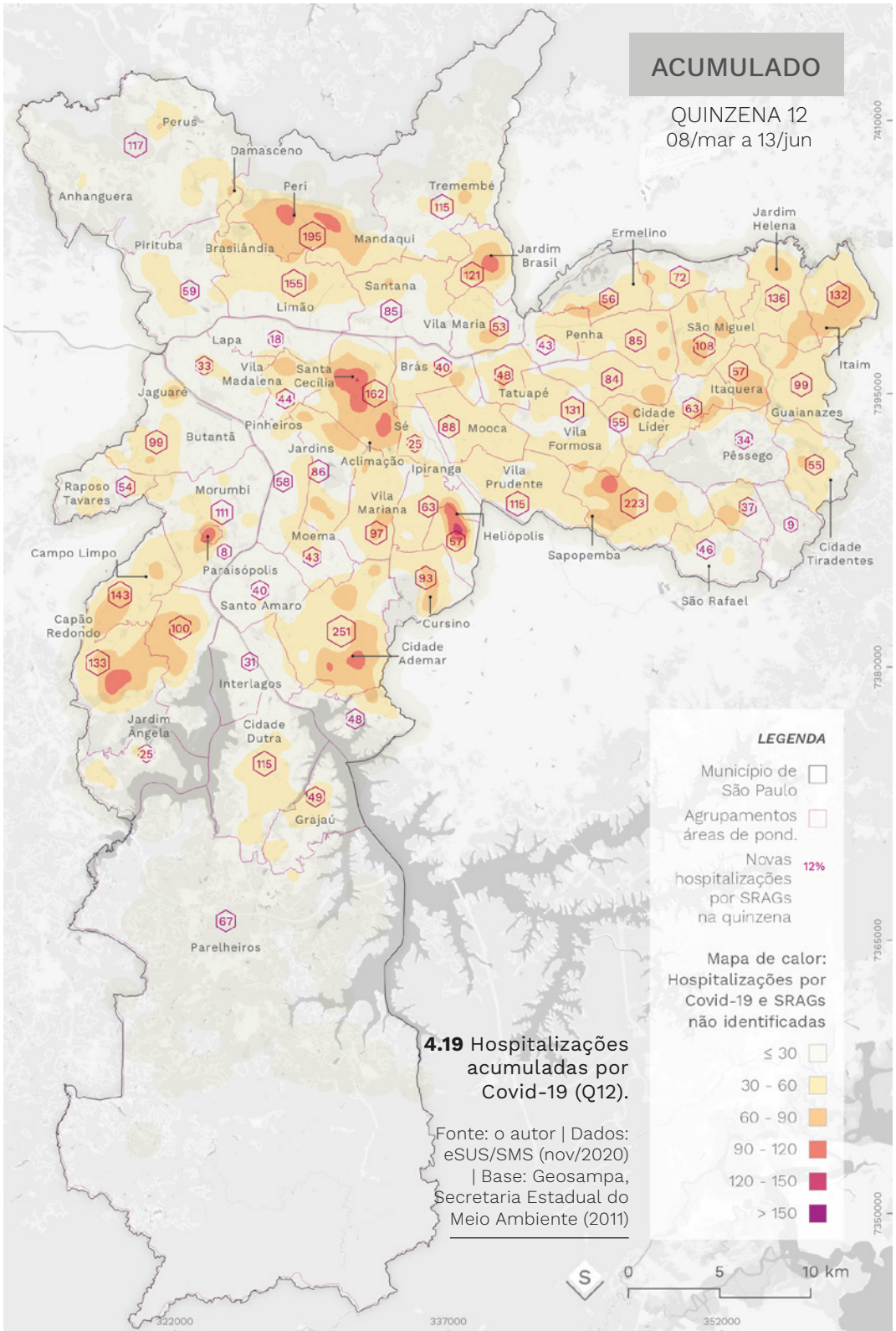
INSTANTÂNEO

QUINZENA 12
31/mai a 13/jun



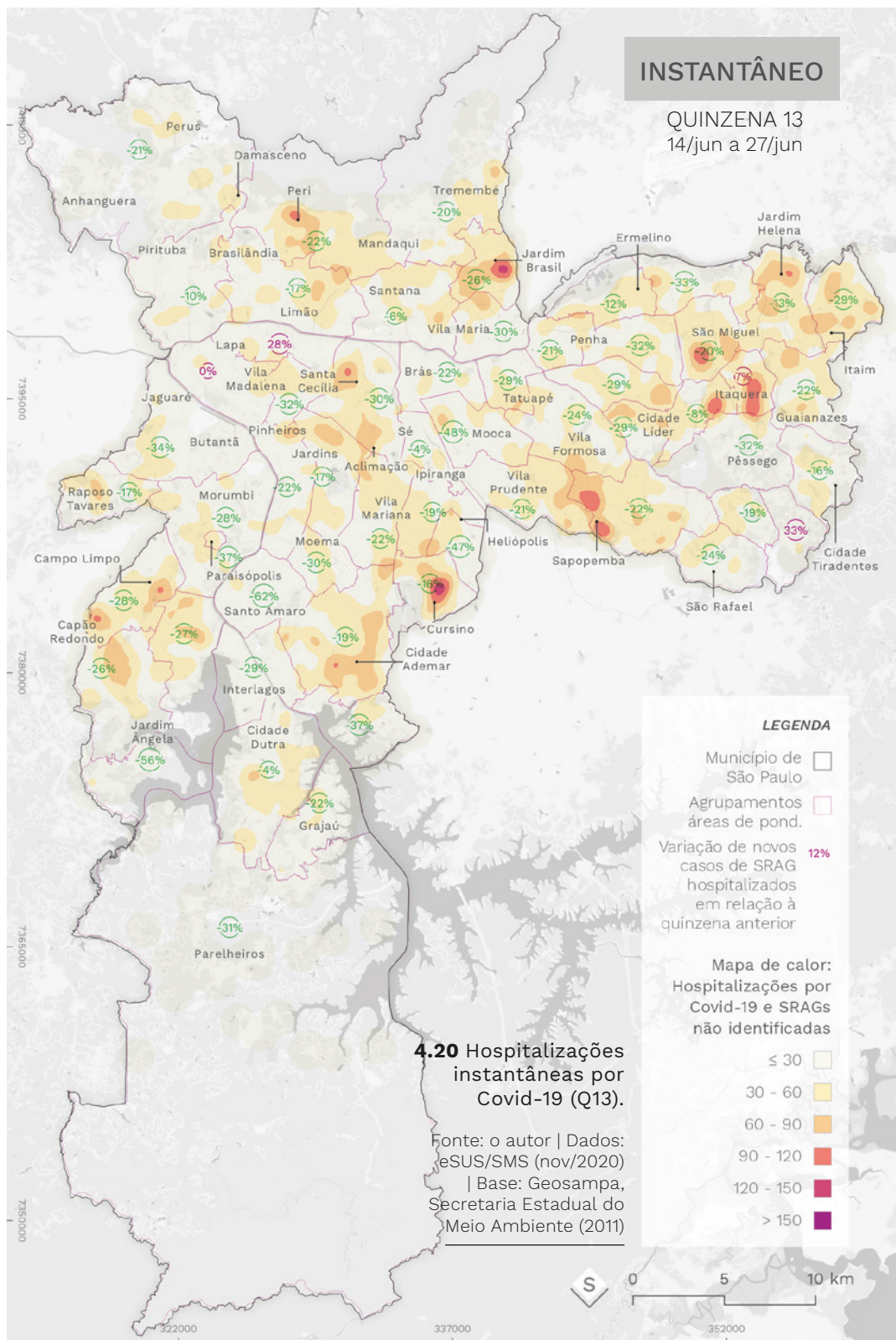
ACUMULADO

QUINZENA 12
08/mar a 13/jun



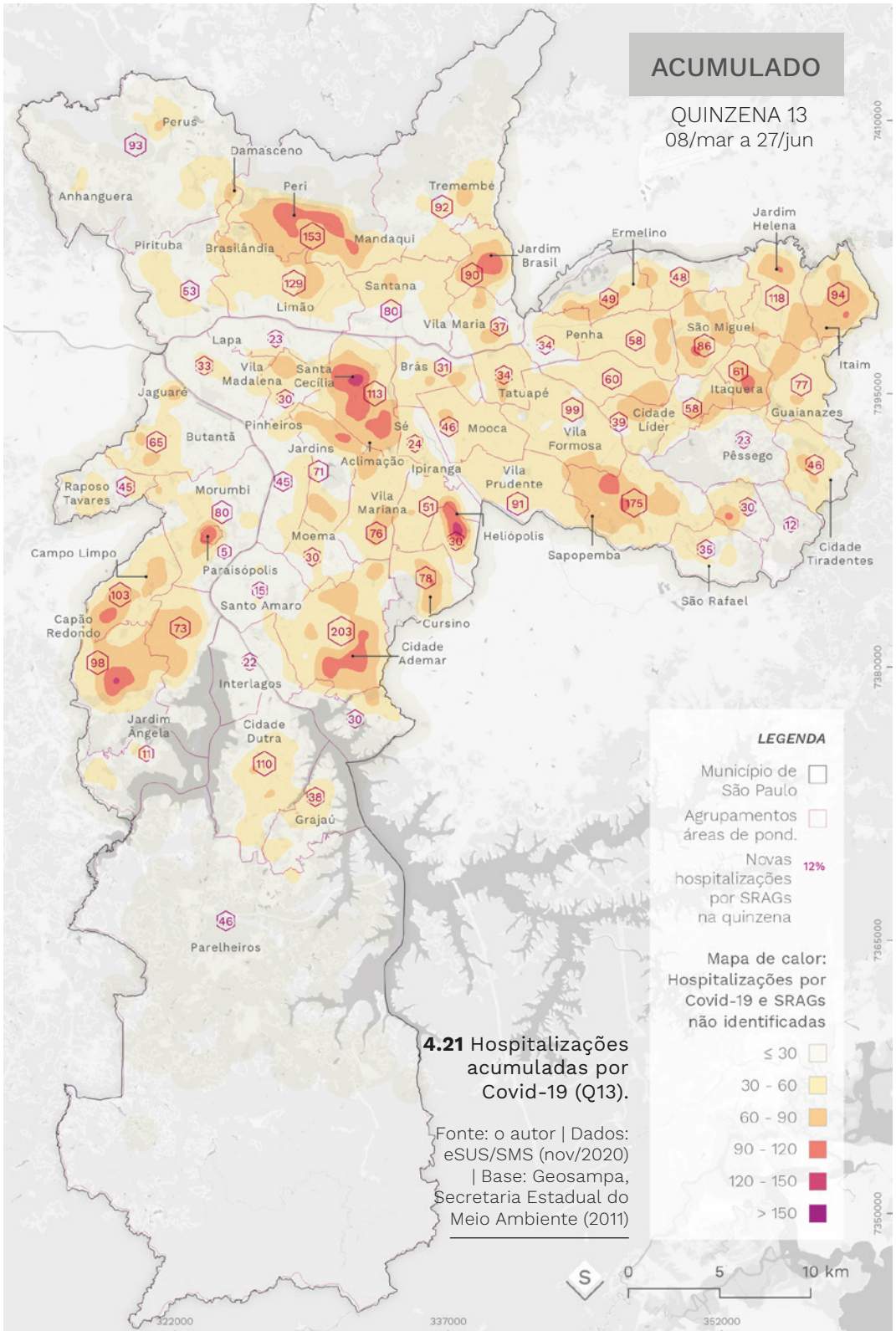
INSTANTÂNEO

QUINZENA 13
14/jun a 27/jun



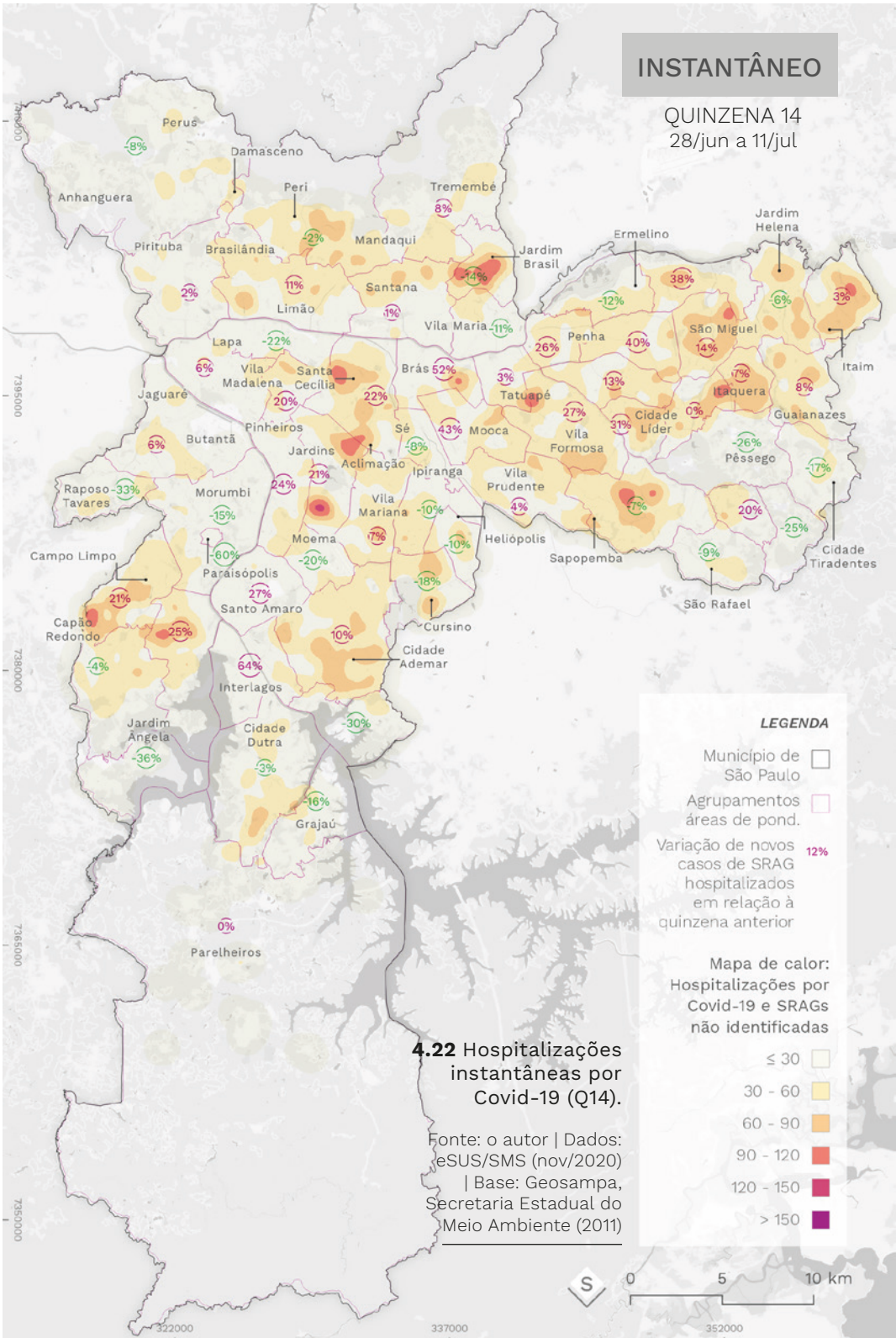
ACUMULADO

QUINZENA 13
08/mar a 27/jun



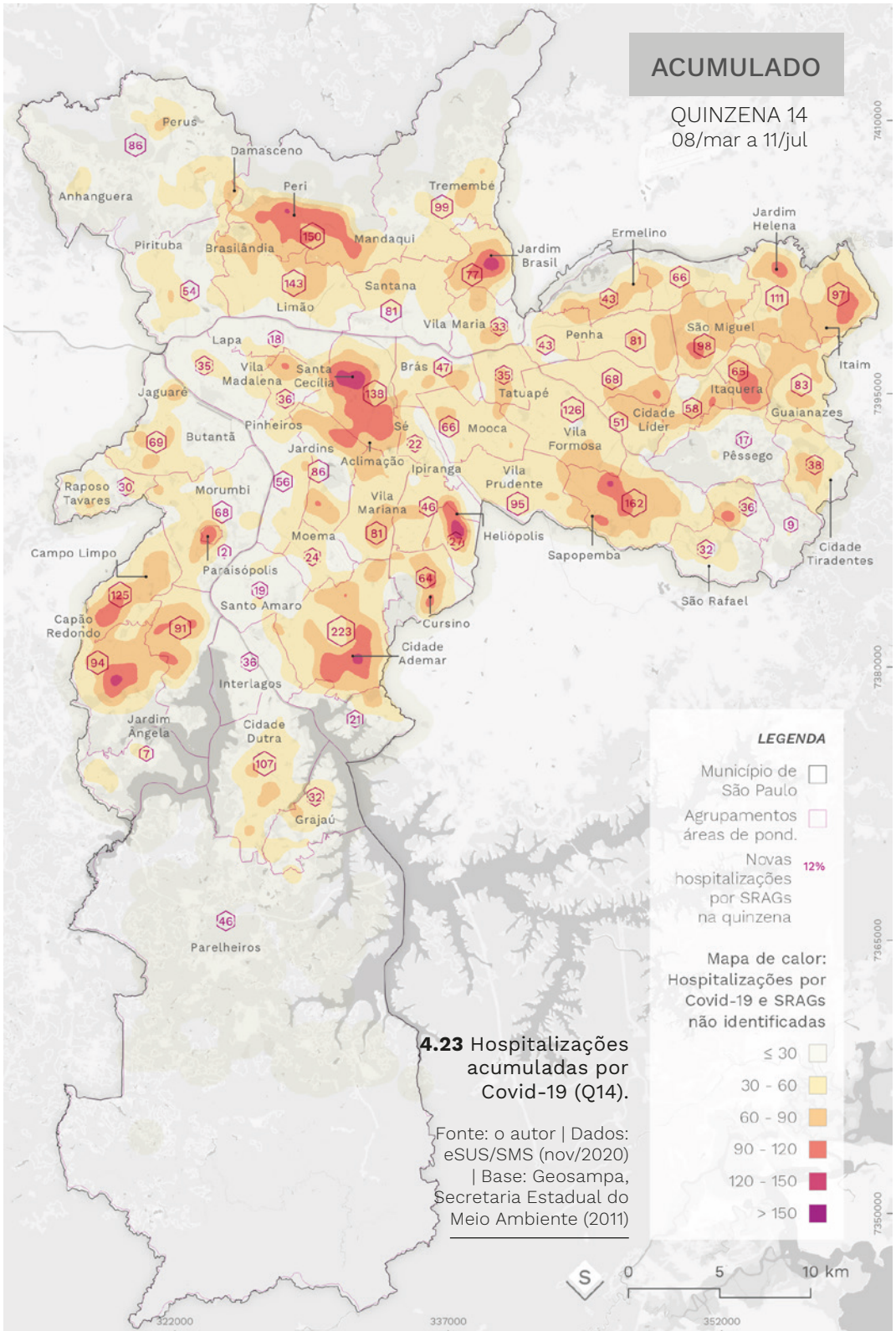
INSTANTÂNEO

QUINZENA 14
28/jun a 11/jul



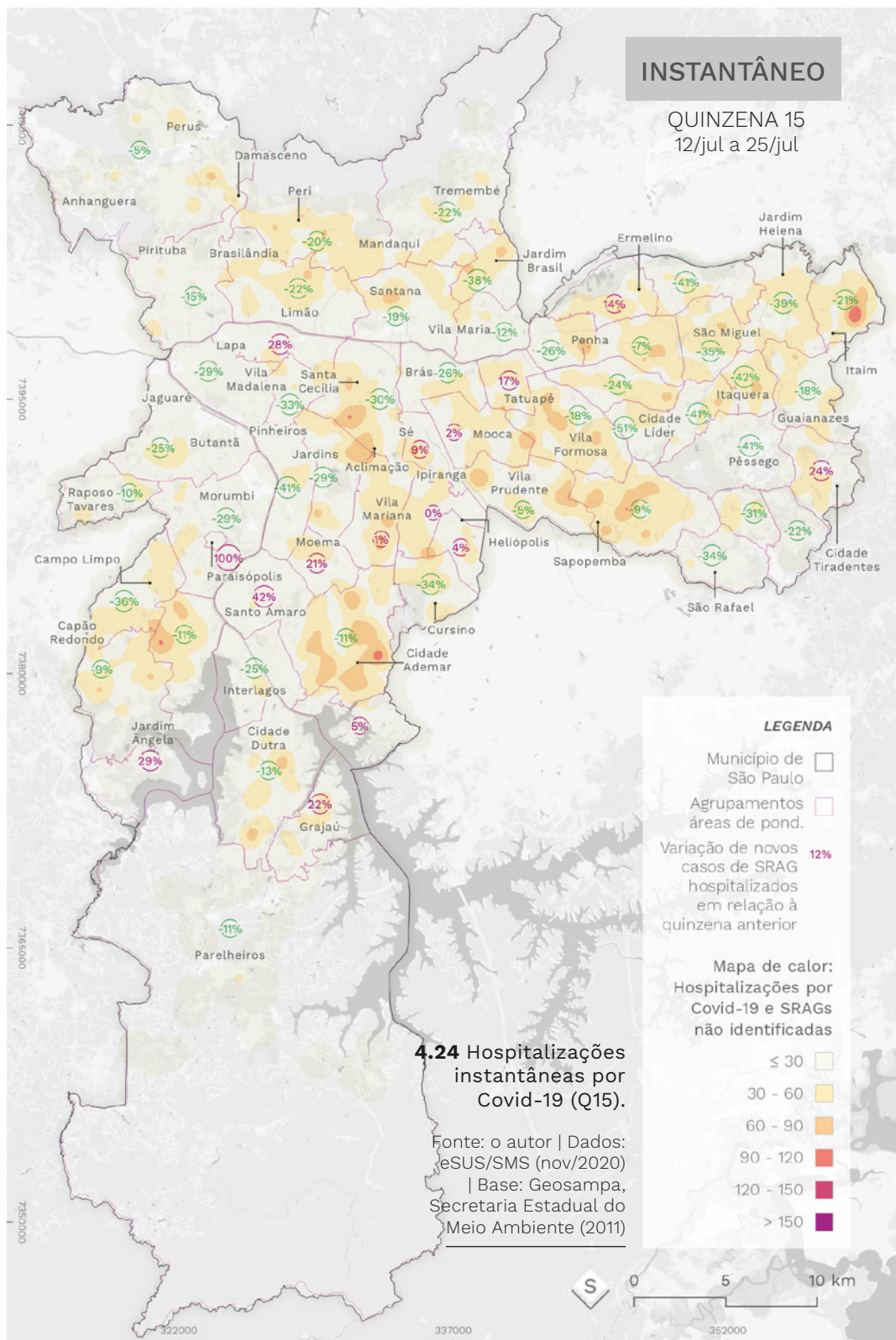
ACUMULADO

QUINZENA 14
08/mar a 11/jul



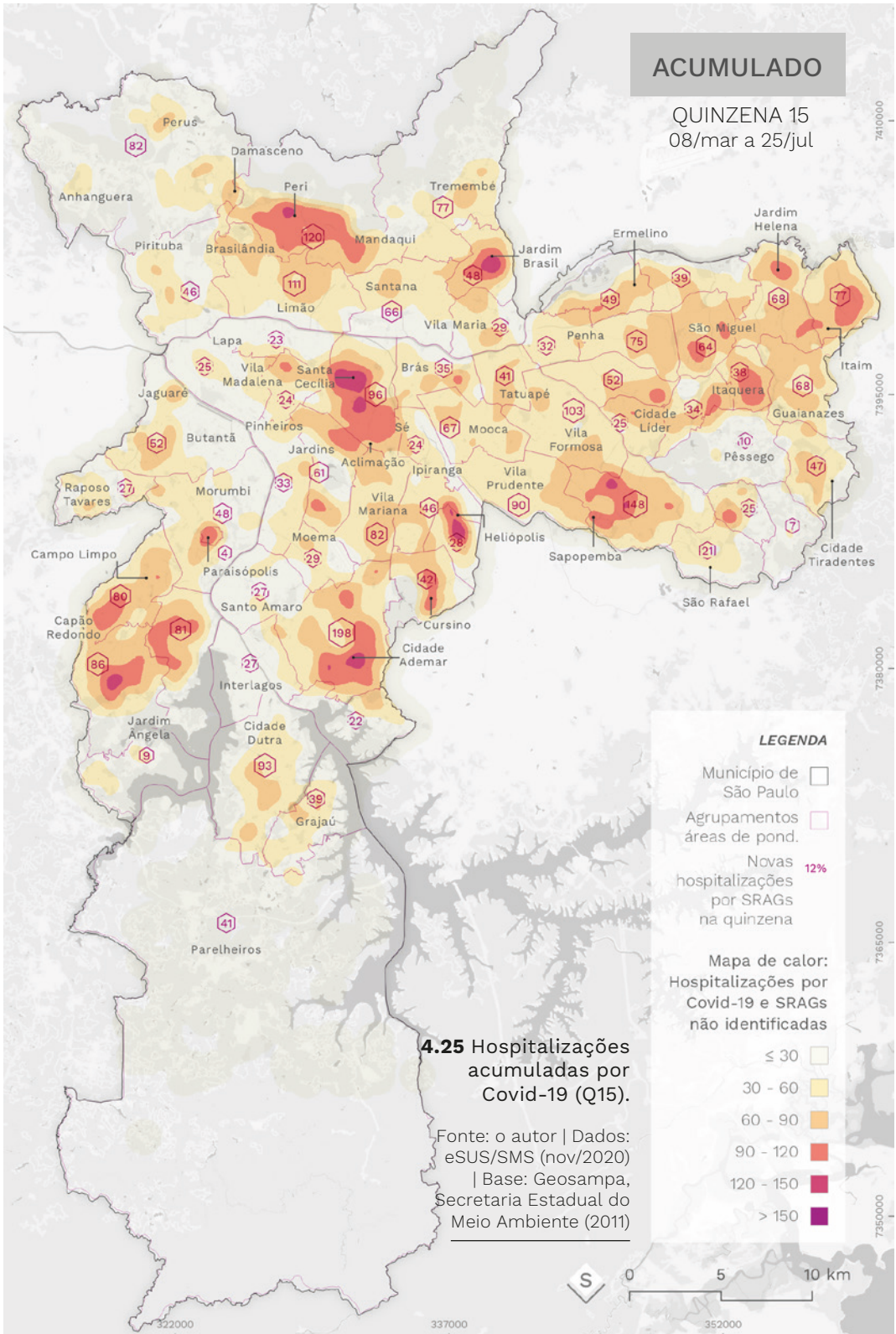
INSTANTÂNEO

QUINZENA 15
12/jul a 25/jul



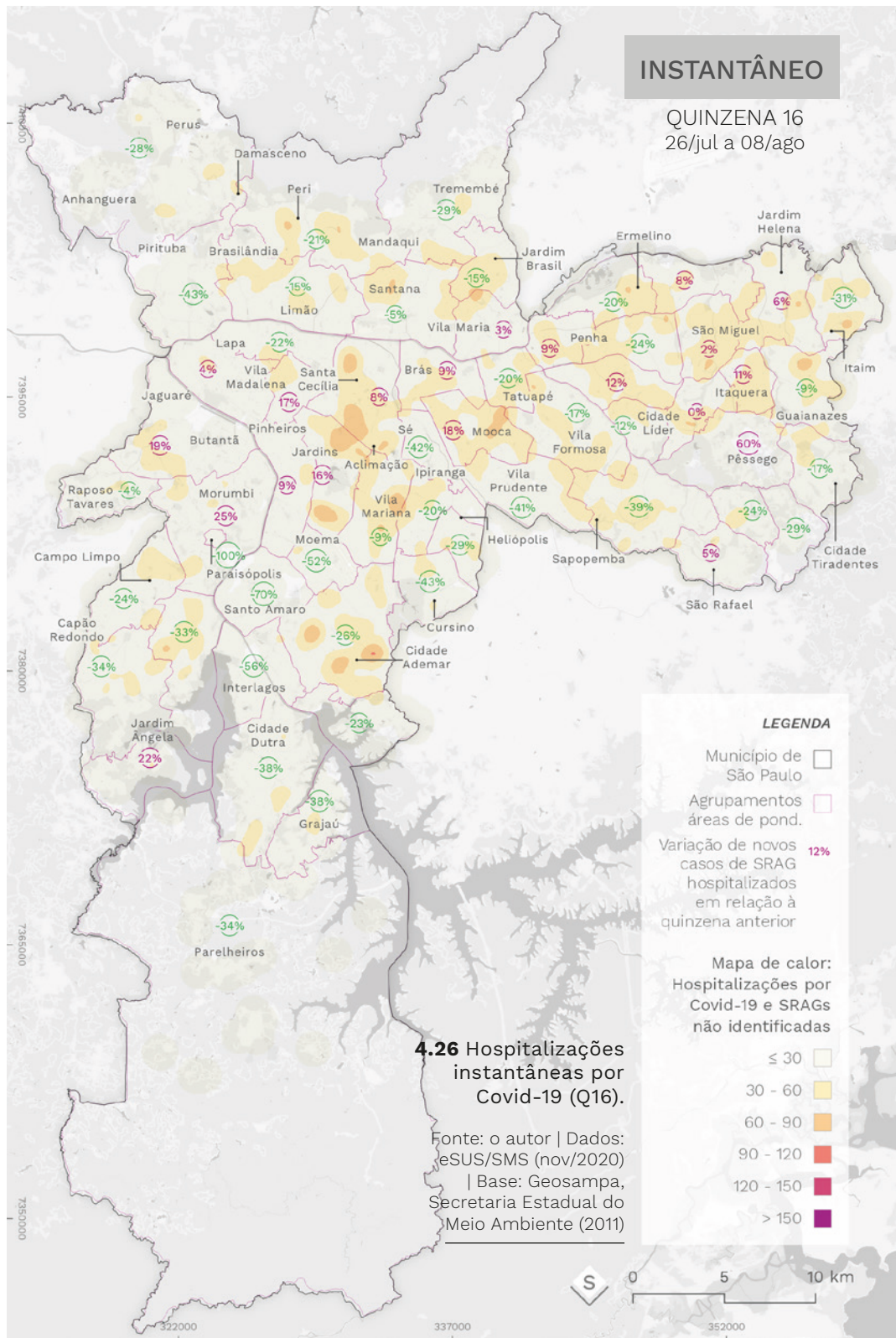
ACUMULADO

QUINZENA 15
08/mar a 25/jul



INSTANTÂNEO

QUINZENA 16
26/jul a 08/ago






ACUMULADO

QUINZENA 16
08/mar a 08/ago

4.27 Hospitalizações acumuladas por Covid-19 (Q16).

Fonte: o autor | Dados: eSUS/SMS (nov/2020)
| Base: Geosampa, Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2011)

LEGENDA

- Município de São Paulo 
- Agrupamentos áreas de pond. 
- Novas hospitalizações por SRAGs na quinzena 12% 

Mapa de calor:
Hospitalizações por Covid-19 e SRAGs não identificadas

- ≤ 30 
- 30 - 60 
- 60 - 90 
- 90 - 120 
- 120 - 150 
- > 150 

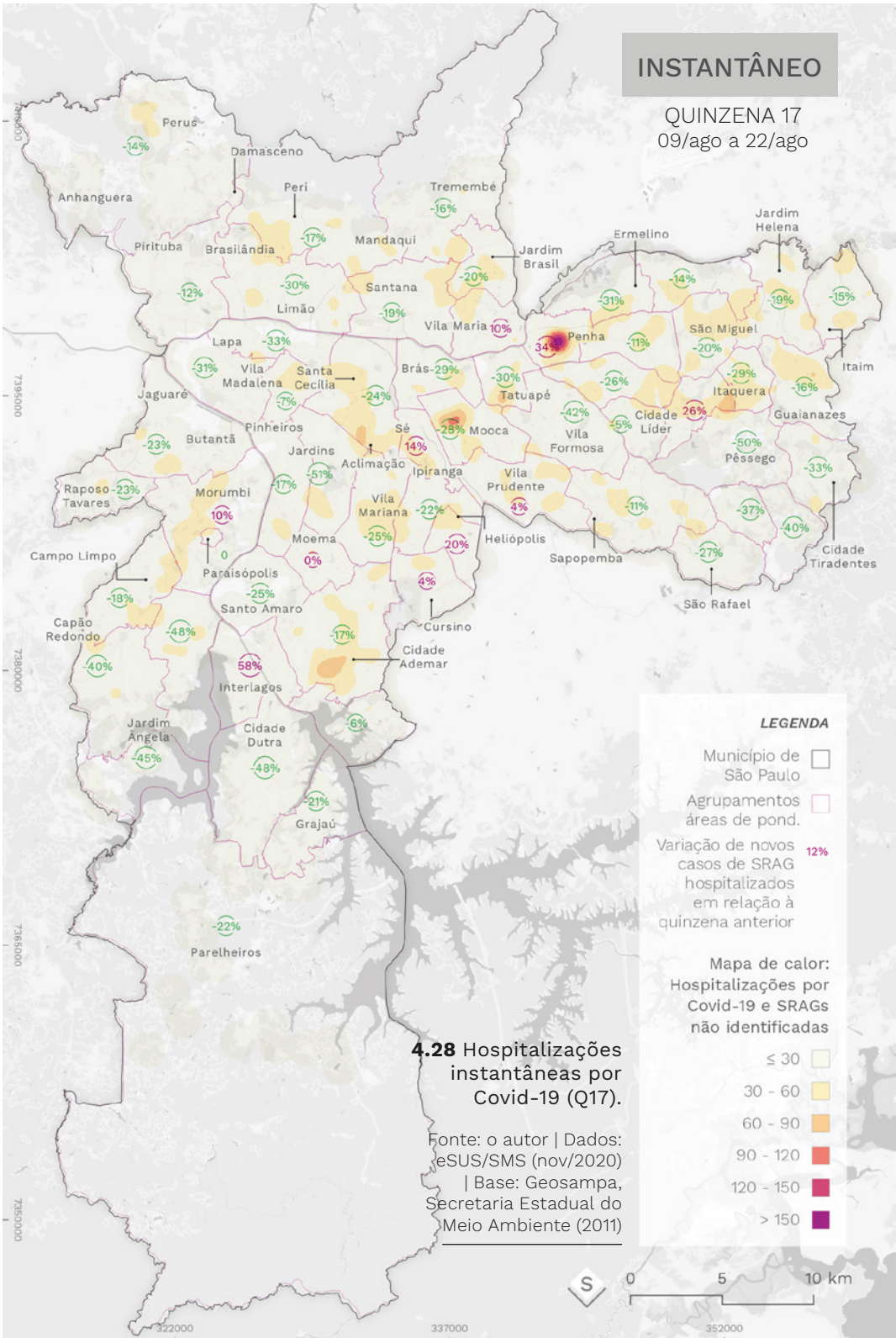


0 5 10 km

INSTANTÂNEO

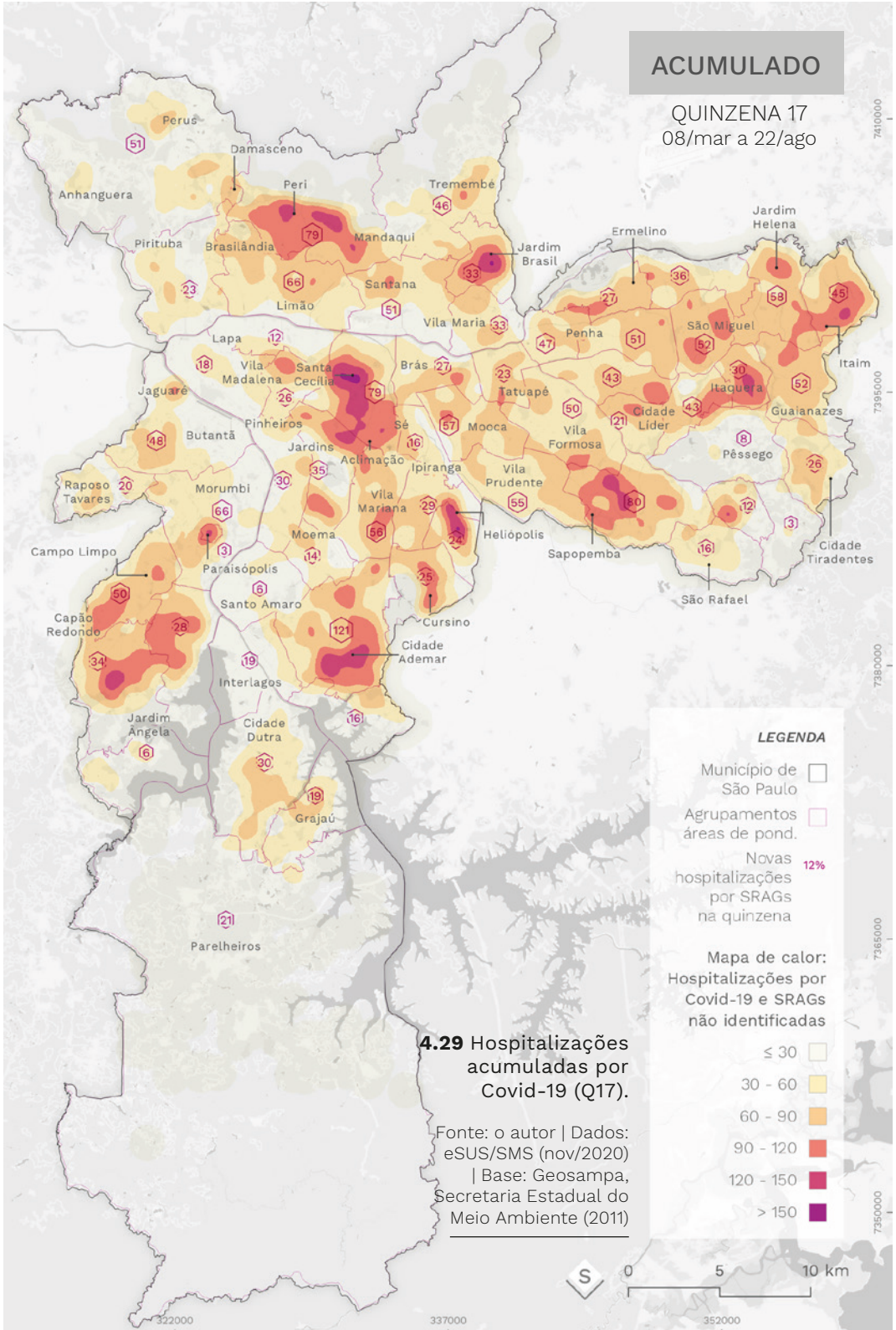
QUINZENA 17

09/ago a 22/ago



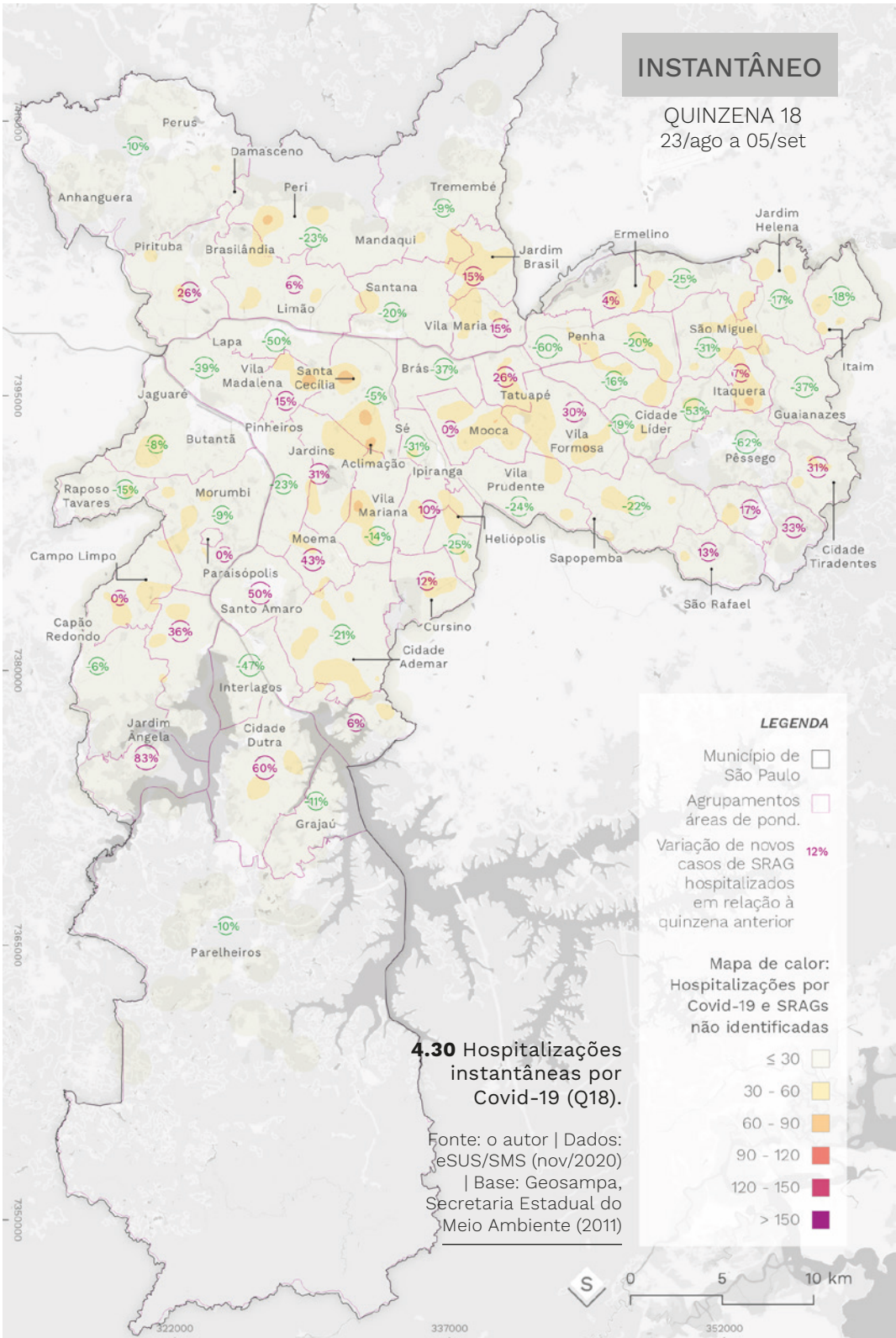
ACUMULADO

QUINZENA 17
08/mar a 22/ago



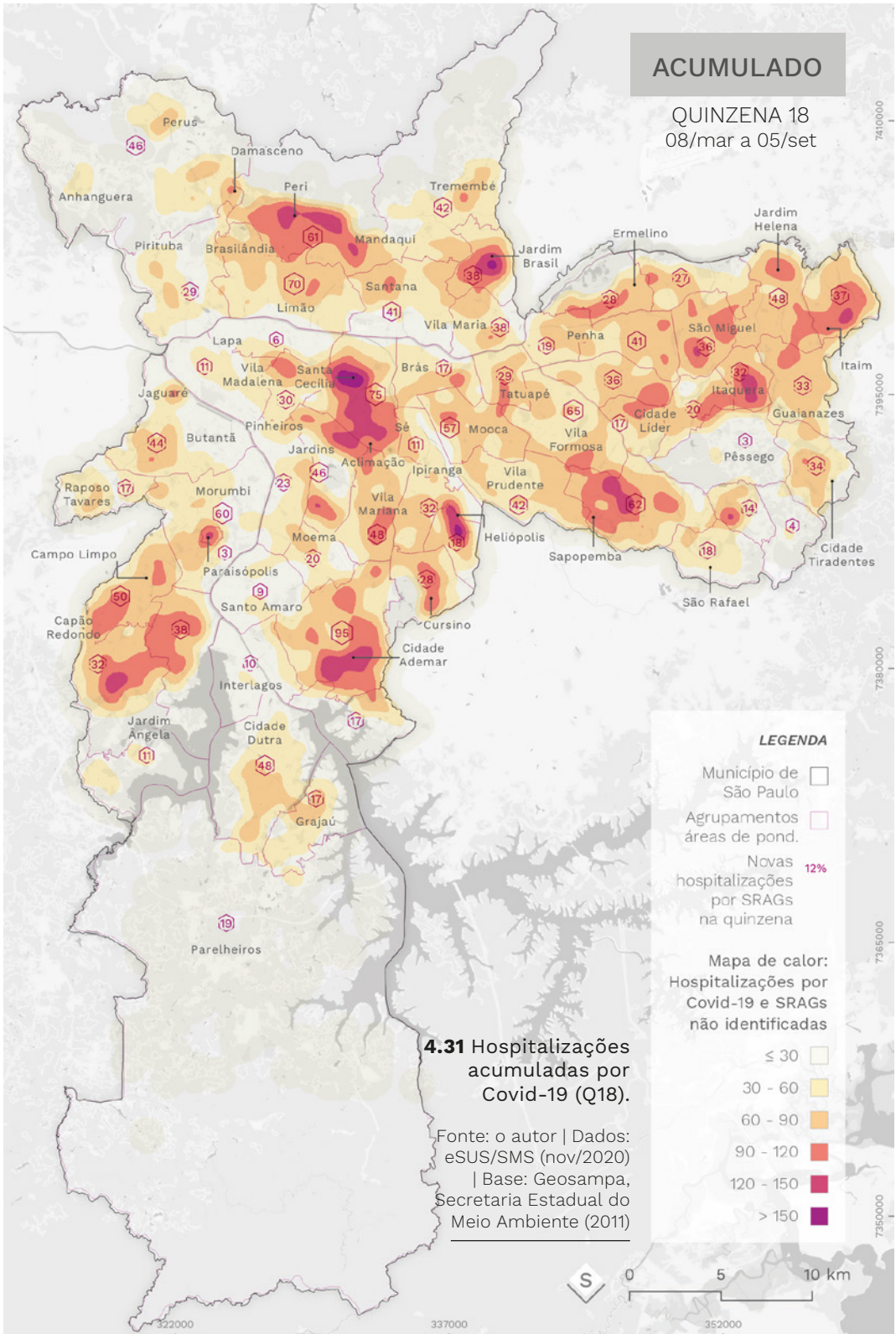
INSTANTÂNEO

QUINZENA 18
23/ago a 05/set



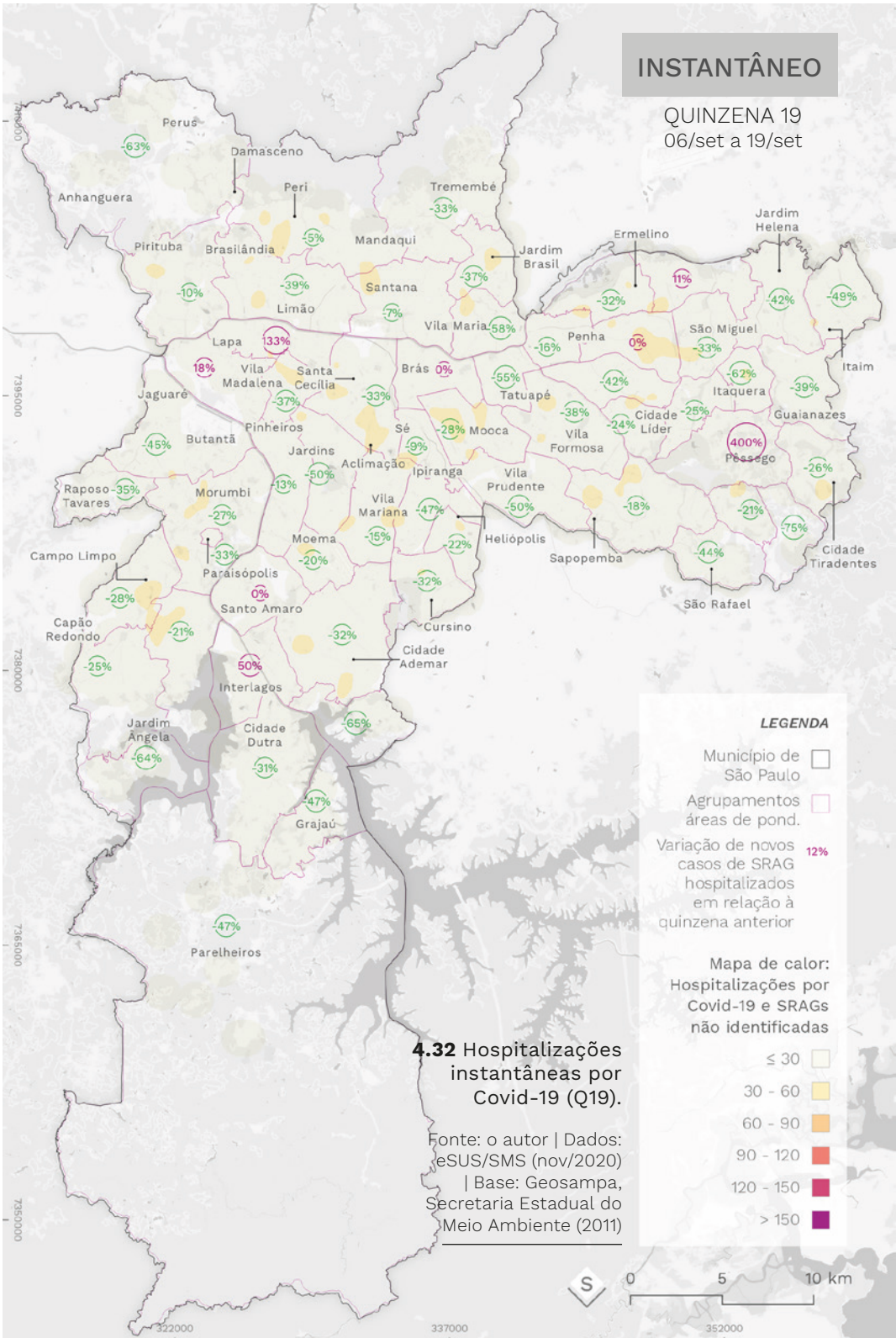
ACUMULADO

QUINZENA 18
08/mar a 05/set

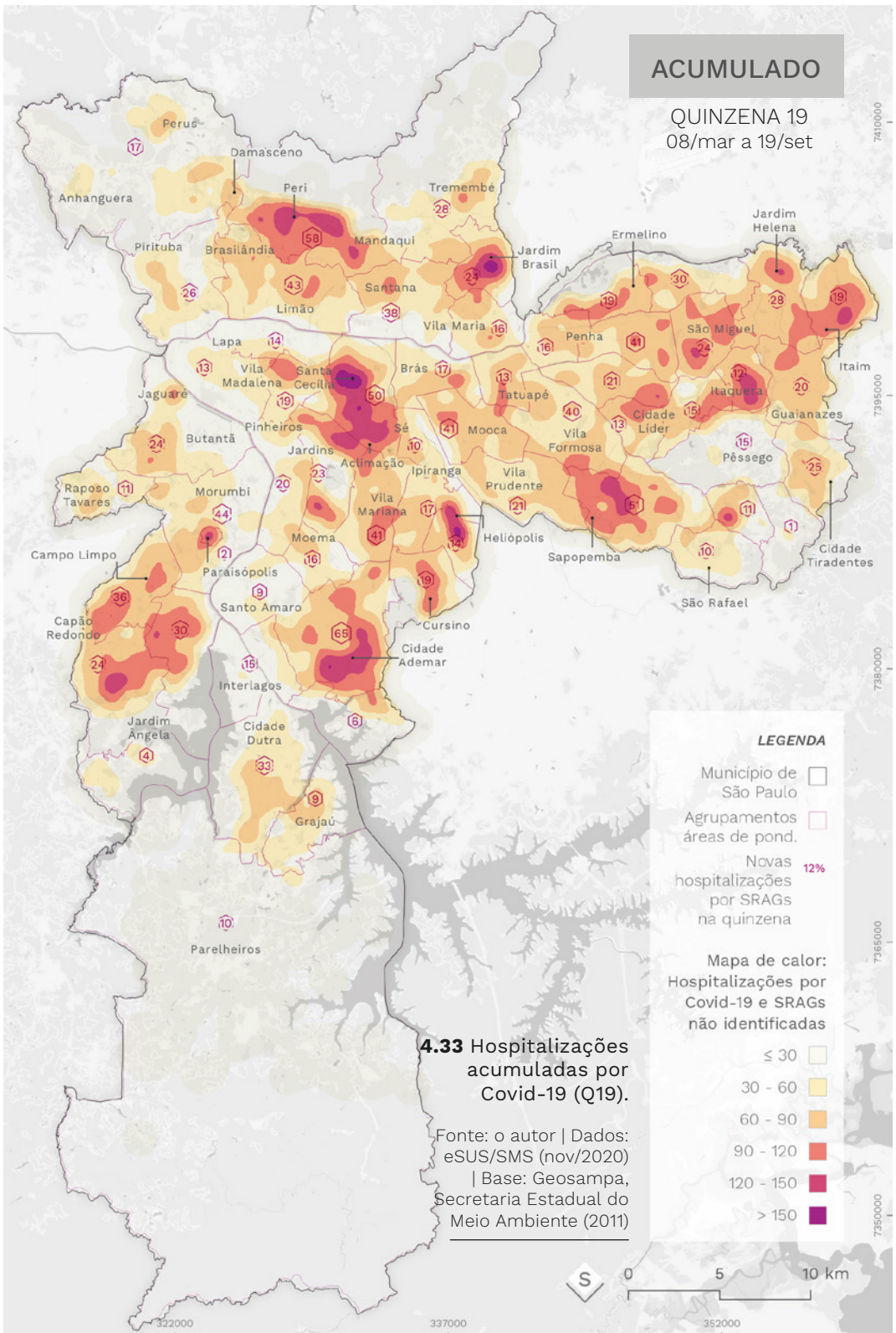


INSTANTÂNEO

QUINZENA 19
06/set a 19/set



QUINZENA 19
08/mar a 19/set

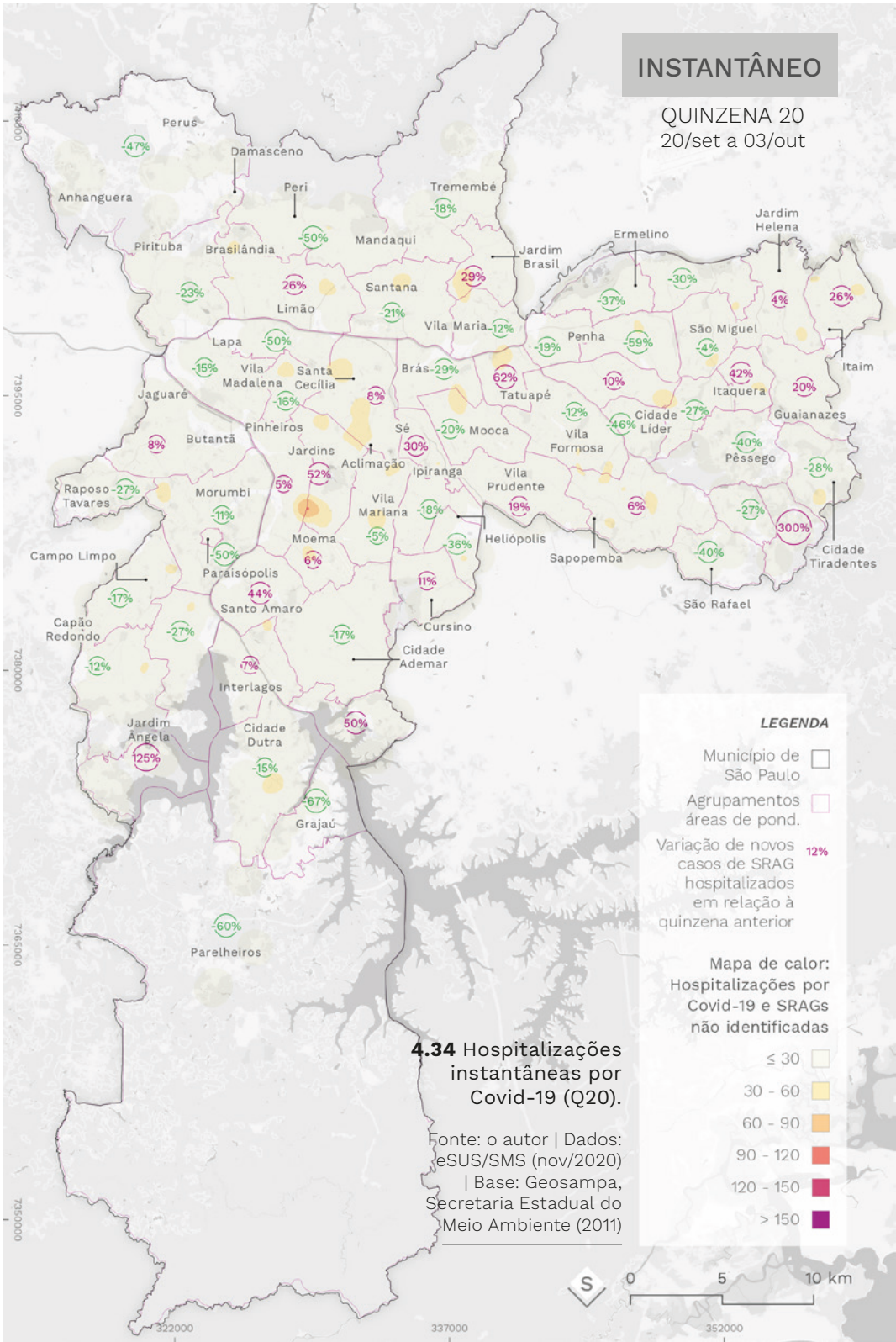


4.33 Hospitalizações acumuladas por Covid-19 (Q19).

Fonte: o autor | Dados: eSUS/SMS (nov/2020) | Base: Geosampa, Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2011)

INSTANTÂNEO

QUINZENA 20
20/set a 03/out



4.34 Hospitalizações instantâneas por Covid-19 (Q20).

Fonte: o autor | Dados: eSUS/SMS (nov/2020) | Base: Geosampa, Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2011)

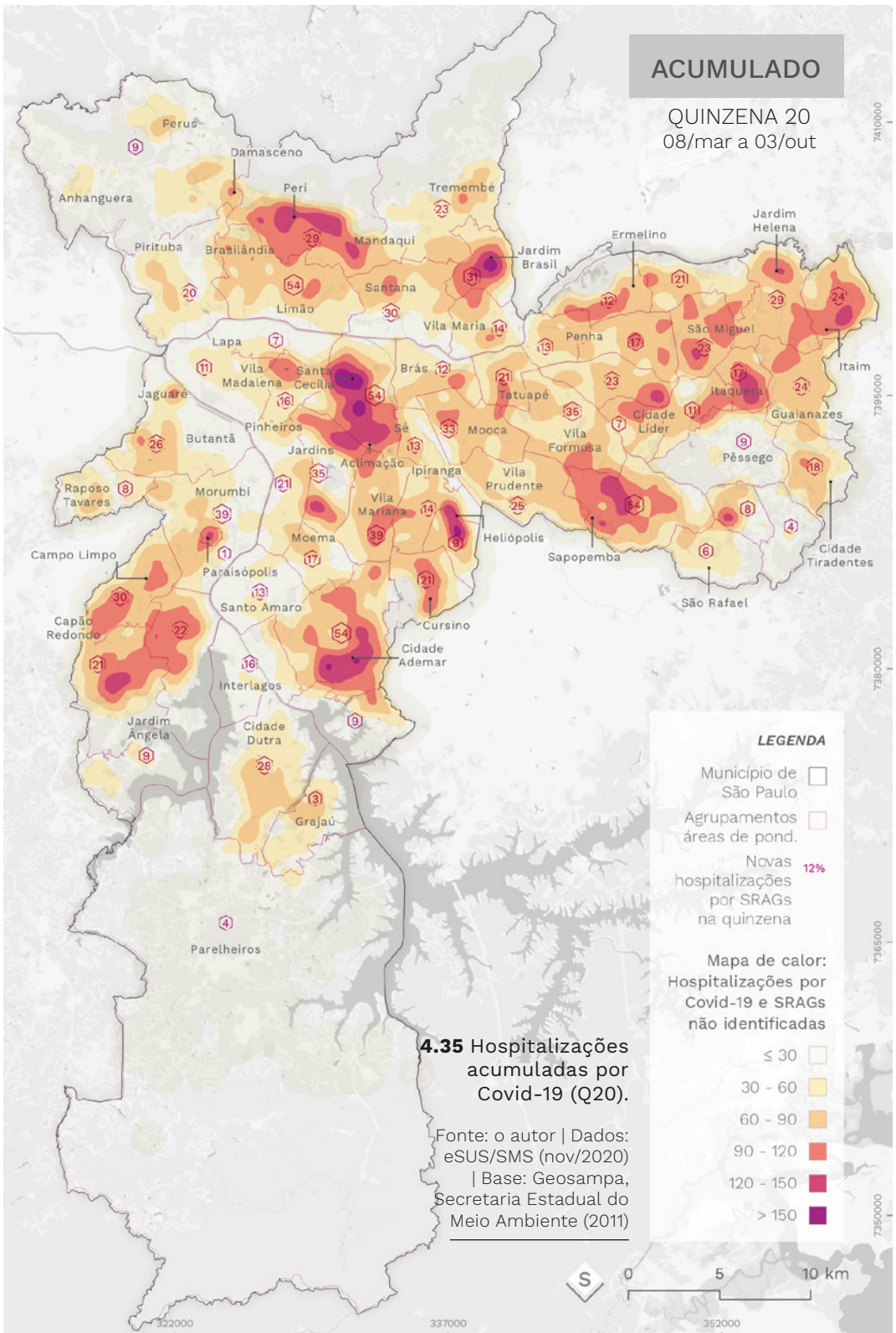
LEGENDA

- Município de São Paulo
- Agrupamentos áreas de pond.
- Variação de novos casos de SRAG hospitalizados em relação à quinzena anterior

Mapa de calor: Hospitalizações por Covid-19 e SRAGs não identificadas

- ≤ 30
- 30 - 60
- 60 - 90
- 90 - 120
- 120 - 150
- > 150

QUINZENA 20
08/mar a 03/out

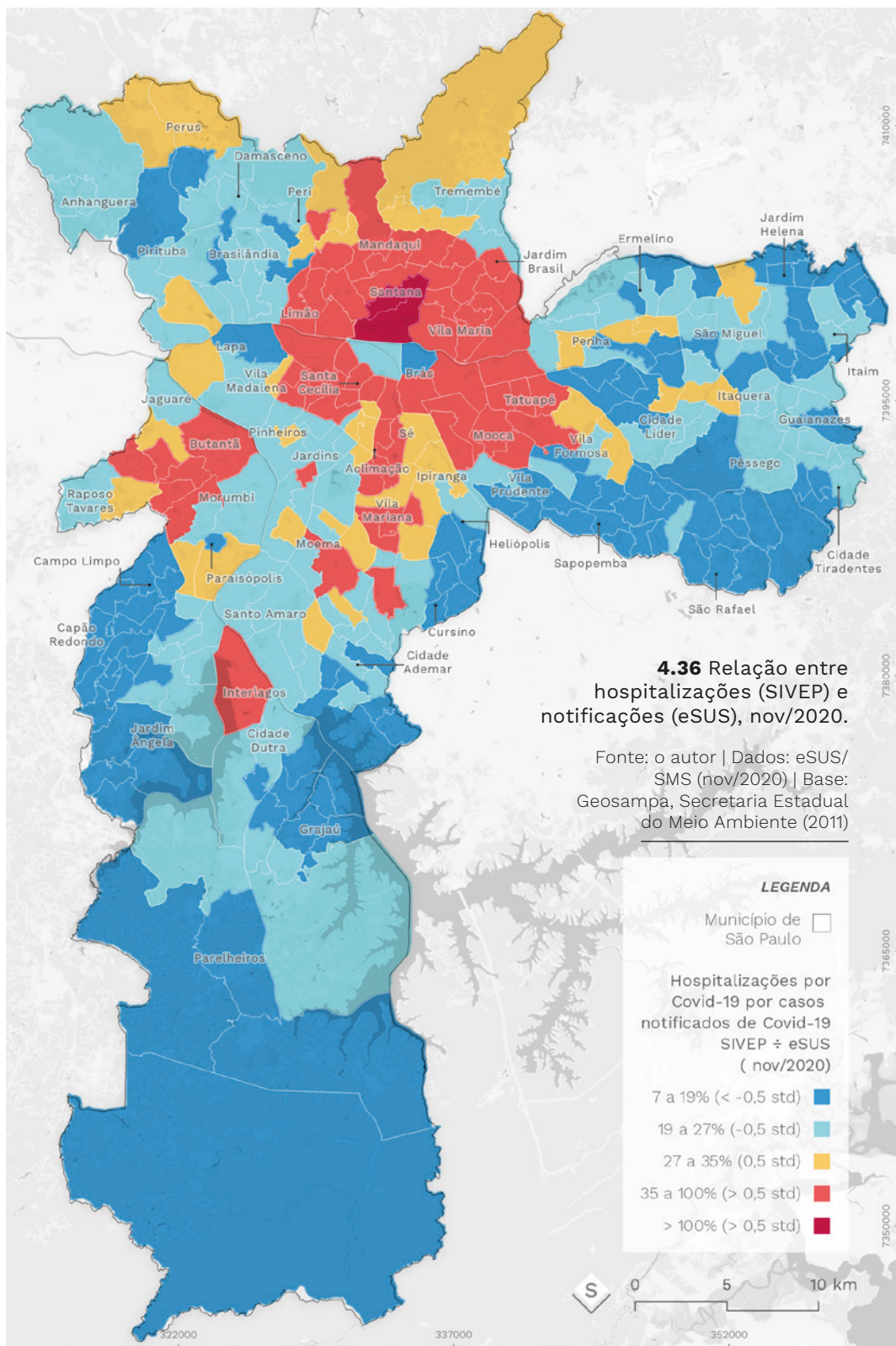


Fonte: o autor | Dados: eSUS/SMS (nov/2020) | Base: Geosampa, Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2011)

Como temos os dados de notificação do eSUS, podemos realizar uma comparação entre as bases para obter a porcentagem de hospitalizações em relação a notificações (figura 4.36). Para isso, usamos os dados das bases de 24 de novembro e, mais uma vez, selecionamos apenas as entradas classificadas como Covid-19 (com ou sem confirmação clínica). Vemos um anel de altas taxas de hospitalização dos casos ao redor do centro, abrangendo Santana, Tatuapé, Mooca, Brás, Vila Mariana, Santa Cecília, Perdizes e Casa Verde. Estes são bairros de classe média e alta, com maior expectativa de vida, provavelmente com mais acesso a planos de saúde privados. Também há algumas “ilhas” de alta hospitalização afastadas, como Butantã, Morumbi, Interlagos e Moema – também bairros de renda mais alta. As exceções são Itaquera, Penha, Raposo Tavares e Perus. No caso de Itaquera, a região abrange a COHAB Itaquera e um dos maiores hospitais da região, o Santa Marcelina, o que pode influenciar a decisão de recorrer ao atendimento. Essa área também aparece em evidência nos mapas de calor em algumas quinzenas. Em contraste com a COHAB, as favelas de Paraisópolis e Heliópolis tem taxas de hospitalização abaixo da média, apesar de todas essas regiões apresentarem densidades altas e renda mais baixa. O mapa também aponta potenciais inconsistências entre as bases de dados oficiais: na região de Santana, há mais hospitalizações que casos notificados.

De volta aos mapas de calor, e agora com dados temporais, podemos avançar em algumas questões sobre a disseminação no espaço urbano que permaneceram dos capítulos anteriores.

A região de Paraisópolis constitui um enclave, cercado por bairros de condomínios e mansões de alta renda. Os moradores da comunidade trabalham na vizinhança, ou passam por ela para acessar outras regiões da cidade. Paraisópolis foi citada nos nossos recortes de jornal como um caso emblemático dos efeitos desiguais da pandemia. Mas diferente de favelas menores da cidade, o bairro conta com uma rede de organização e apoio local bastante consolidada e amparada por ONGs, por entidades acadêmicas e por empresas. Esses elementos de distinção não podem ser ignorados, pois favorecem a redução no impacto da pandemia e no desamparo, mas têm



efeitos difíceis de medir a partir das bases disponíveis, requerendo uma investigação em uma escala ainda maior, etnográfica.

Na sequência temporal, vemos as hospitalizações de Covid-19 no entorno de Paraisópolis se iniciarem uma quinzena antes do primeiro registro na favela. Há um crescimento nas hospitalizações no Morumbi durante a 7^a quinzena, e apenas na 8^a ocorrem as primeiras hospitalizações em Paraisópolis – enquanto no entorno ocorre uma redução. A proporção da população de Paraisópolis e da região lindeira é de 1:5 respectivamente, mas nesta quinzena observamos uma proporção de hospitalizações de 1:17. Ou seja, antes do agravamento da situação de Paraisópolis, houve um agravamento nas hospitalizações do entorno, para além da proporcionalidade populacional. Considerando a dinâmica territorial entre essas áreas, esta foi uma das rotas do vírus: do bairro dos condomínios para a favela.

Observando a cidade de forma geral, temos os primeiros picos de hospitalizações na região do Jardim Peri, Mandaqui, Sapopemba, Itaquera, Santa Cecília e Sé. Na zona norte, há uma dinâmica cruzada entre Mandaqui e Jardim Peri. Como apresentei nos mapas do capítulo anterior, as rotas a trabalho saindo da região do Jardim Peri se concentram em duas direções: uma para sul, sentido Lapa/Barra Funda, e outra para sudeste, sentido Santana. A primeira cruza a região do Limão, e a segunda cruza a região do Mandaqui – passando em frente ao hospital com mesmo nome. Portanto, há mais de uma rota em potencial para entrada do vírus na região. Já a dinâmica temporal é de oscilações nos focos de contágio ao longo das quinze-nas. Ou seja, a doença não chega e se instala em um ponto fixo, mas circula entre regiões vizinhas. Da perspectiva da mobilidade, temos duas possibilidades não excludentes de disseminação: múltiplas reentradas do vírus no bairro, via deslocamentos para outras regiões da cidade, e por deslocamentos causados por dinâmicas internas ao bairro, como idas a centros comerciais, visitas pessoais ou mesmo compartilhamento dos ônibus nas rotas de transporte público.

Na região da Santa Cecília, há um pico persistente entre as quinze-nas 6 e 14 – que resultam numa alta concentração acumulada de hospitalizações na região. Esse pico está localizado na região do Largo do Arouche, numa fronteira de expansão do mercado imobili-

liário entre os bairros de Vila Buarque e Higienópolis em direção à Luz e aos Campos Elíseos. A região apresenta um número alto de pessoas em situação de rua, cujo critério para registro de endereço de residência no SIVEP é desconhecido – é provável, como em outras pesquisas e bases de dados, que essa fatia da população não esteja representada. Vimos uma estereotipagem dos espaços da Covid-19 baseada em características habitacionais, mas não temos os dados para medir o impacto da ausência de moradia. O pico de hospitalizações na região aponta que a população de rua da região central está em contato cotidiano com vírus. Como vimos anteriormente, o centro apresenta concentrações muitos deslocamentos a pé e transferências, o que potencializa o risco de contágio por contato na rua, nos terminais de ônibus e nas estações de metrô.

Com atenção voltada às regiões com concentração de hospitalizações média ou baixa, podemos observar surtos de curta duração e sem aparente relação com a vizinhança. Este é o padrão de concentração de hospitalizações na região Leste 1 (abrangendo Penha, Tatuapé, Mooca, Vila Formosa, Cidade Líder), Oeste (Butantã e Raposo Tavares) e a sul da região central (Moema). Esses eventos ilustram a dificuldade de prever o próximo surto em curto prazo. O acompanhamento das concentrações a partir dessa base de dados é limitada pela demora na atualização da base: só descobrimos a existência de um pico localizado meses depois da ocorrência.

Para realizar um último teste sobre as leituras realizadas, selecionei 22 agrupamentos de setores censitários, abrangendo regiões com características tipológicas semelhantes, para observar indicadores de densidade, hospitalização e mortalidade. Os perímetros de áreas encortçadas foram delimitados a partir do cadastro de cortiços da Secretaria Municipal de Habitação, de 2015, e os perímetros de favelas e conjuntos habitacionais também foram delimitados pelos dados oficiais. Os loteamentos populares abrangem áreas densas e não verticalizadas, e os bairros verticalizados de classe média englobam concentrações de condomínios verticais em regiões mais centrais. Os perímetros foram delimitados de forma a diluir os problemas de imprecisão na geocodificação mencionados anteriormente. Para cada região, calculei a população a partir do Censo IBGE 2010 e a área a

partir do desenho das quadras oficiais da cidade. A densidade habitacional foi calculada considerando apenas a área ocupada, excluídos equipamentos públicos, logradouros, praças, parques e lagos. Para calcular os dados de hospitalizações e óbitos, usei a base SIVEP de novembro de 2020. Os dados de quinzenas foram calculados a partir do número da quinzena epidemiológica: a quinzena média representa o período em que dada região atingiu a metade das hospitalizações, e o desvio padrão representa a concentração temporal dos registros. Quanto mais cedo foi o pico de casos na região, menor será o valor da quinzena média. Quanto mais prolongado for o intervalo com concentração de hospitalizações, menor será o desvio padrão.

Vemos regiões com tipologia urbana semelhantes apresentarem diferenças relevantes entre si. No caso das favelas, por exemplo, Paraisópolis teve menos da metade da mortalidade de Heliópolis, ou $\frac{1}{3}$ a menos pelos valores padronizados. As hospitalizações em Paraisópolis se concentram em um período mais curto que bairros de outras tipologias. Algumas regiões dentro do mesmo distrito, como as Cohabs Santa Etelvina e os vizinhos Santa Madalena e Cohab Teotônio Vilela apresentam diferenças nos indicadores de mortalidade e, por outro lado, há indicadores semelhantes entre bairros populares e bairros de classe média. Nas áreas encortçadas do Brás e dos Campos Elíseos encontramos os piores indicadores, mas é necessário cautela na análise. A padronização foi realizada com dados do Censo de 2010, cuja defasagem temporal pode ter contribuído para a elevação desses indicadores. Sabemos que de 2000 a 2010 houve um aumento na população da área central, e o fenômeno pode ter se prolongado pela década seguinte. Esses resultados nos permitem concluir que a tipologia urbana não é capaz de, isoladamente, explicar a presença da Covid-19. Para compreender as dinâmicas de disseminação, precisamos de uma leitura que dê conta de outros aspectos das dinâmicas sociais locais.

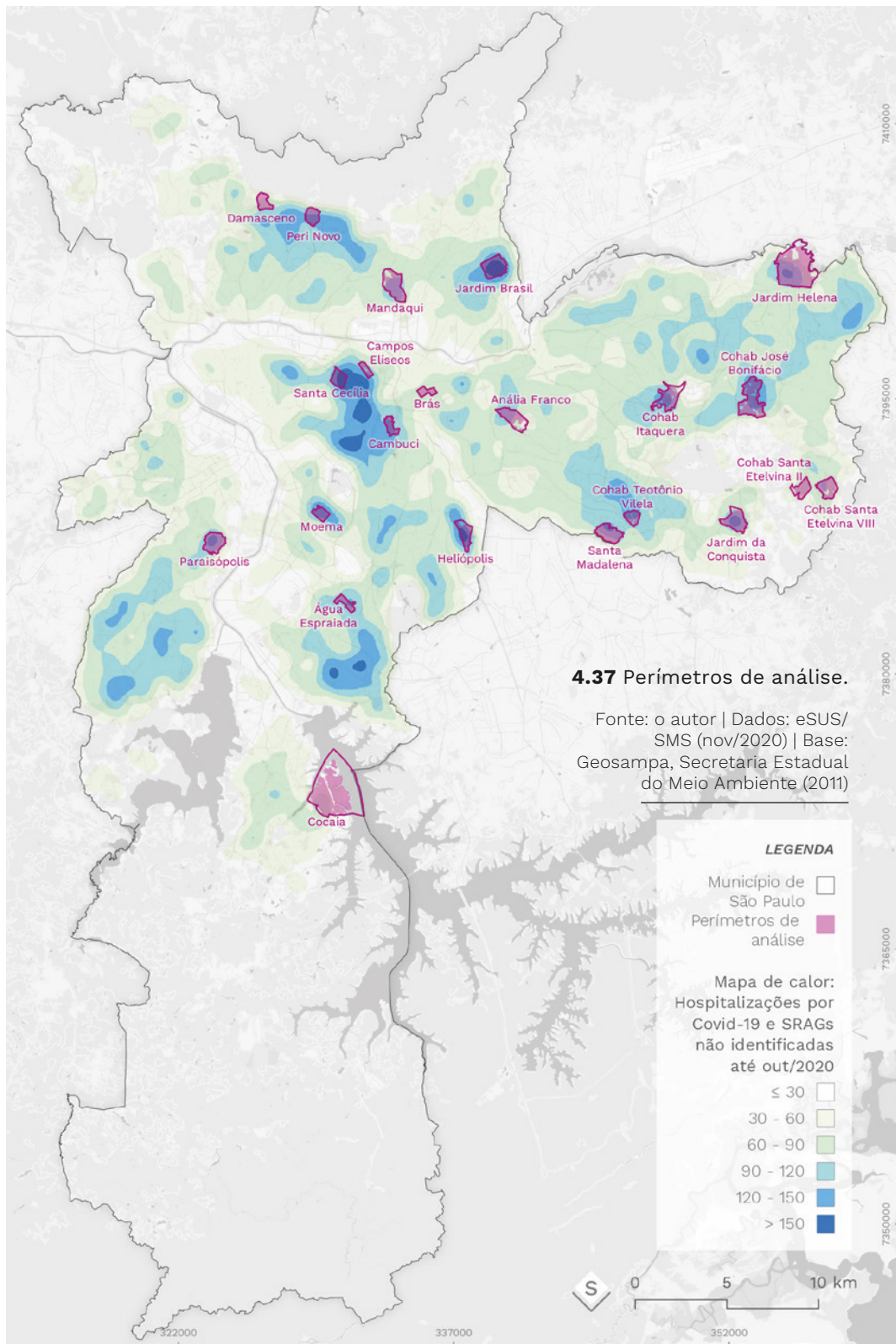


Tabela 4.2 Indicadores de hospitalizações e óbitos por Covid-19 por perímetro de análise

TIPO	PERÍMETRO	DENSIDADE LÍQUIDA (HAB/HA)	GERAL (POR 10 MIL HAB.)		PADRONIZADOº (POR 10 MIL HAB.)		NÚMERO DA QUINZENA	
			HOSPIT.	ÓBITOS	HOSPIT.	ÓBITOS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Área encortçada	Brás	158,1	92,7	96,2	36,6	39,5	12,2	3,9
	Cambuci	401,8	51,2	49,9	11,9	11,0	11,4	3,7
	Campos Elíseos	193,1	124,8	109,8	29,0	30,2	11,0	4,2
Bairros verticalizados de classe média	Anália Franco	208,9	82,6	51,0	16,4	7,8	13,6	5,2
	Mandaqui	235,4	68,5	47,8	15,7	7,7	12,7	4,7
	Moema	568,0	50,6	32,3	11,4	4,6	13,4	5,2
	Santa Cecília	502,6	49,4	28,6	13,2	5,9	12,3	4,8
Conjuntos habitacionais públicos	Cohab Itaquera	462,7	55,6	46,6	12,9	9,7	12,5	4,5
	Cohab José Bonifácio	446,7	56,9	51,9	16,4	14,3	12,4	4,1
	Cohab Santa Etelvina II	546,2	34,0	50,1	7,8	13,8	12,9	4,4
	Cohab Santa Etelvina VIII	531,5	34,0	59,3	10,5	21,4	12,4	4,8
	Cohab Teotônio Vilela	504,1	45,1	103,8	16,4	42,7	11,6	3,3
Favelas	Água Espraiada	422,8	49,0	68,0	15,8	21,8	11,2	3,6
	Heliópolis	534,6	50,2	82,0	16,0	32,5	11,1	3,2
	Paraisópolis	707,0	29,4	64,0	6,4	20,7	10,4	2,9
Loteamentos populares	Cocaia	269,6	29,2	53,9	6,2	14,7	11,5	3,2
	Damasceno	333,3	44,6	57,9	13,8	20,7	10,7	3,2
	Jardim Brasil	342,1	64,3	58,4	19,1	15,8	12,4	3,6
	Jardim da Conquista	447,4	49,6	67,4	14,6	23,3	11,6	3,9
	Jardim Helena	286,4	45,5	57,2	11,7	15,7	12,0	3,8
	Peri Novo	345,4	55,9	84,8	13,0	24,0	11,0	3,3
	Santa Madalena	412,4	38,2	44,1	13,1	15,3	11,9	3,3

Fonte: o autor. | Dados: eSUS/SMS, nov/2020; Censo IBGE 2010.

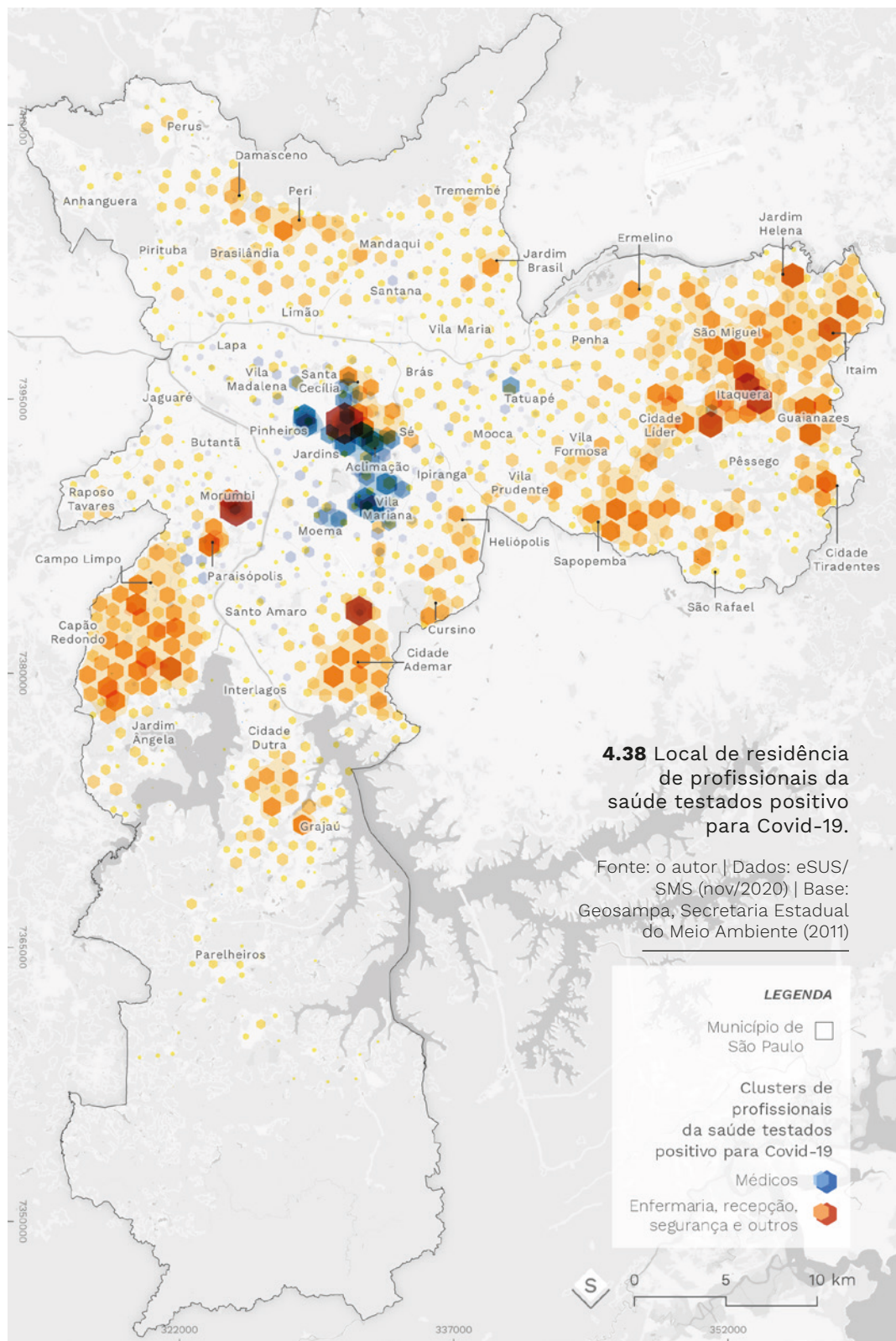
4.3 O PAPEL DO TRABALHO

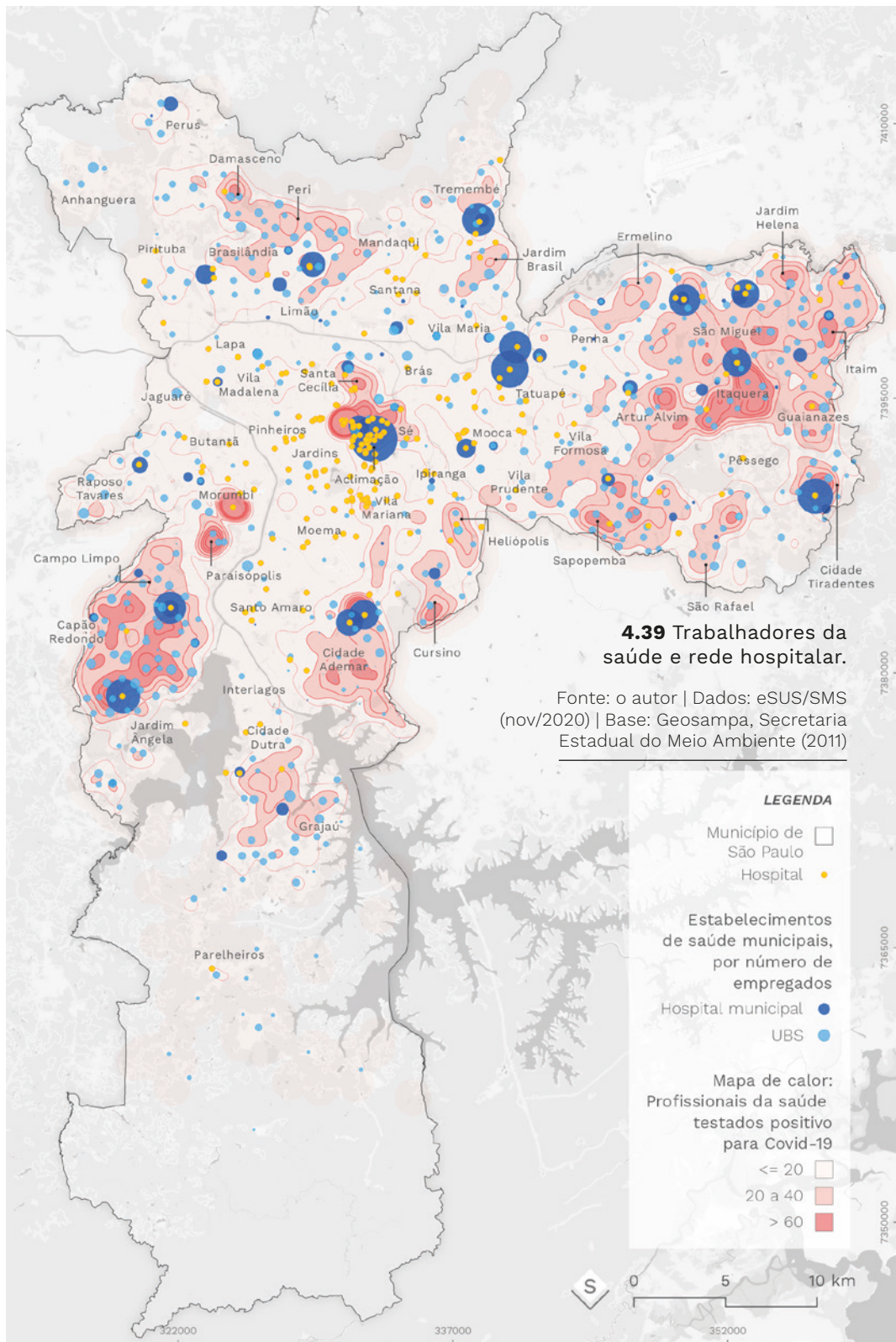
Nossa análise sobre mobilidade nos levou à conclusão de que havia relação entre concentração de casos e necessidade de sair para trabalhar. Isso é mais um indício do papel secundário das características da moradia na disseminação. Mas os dados da Pesquisa OD não são detalhados o suficiente para realizarmos uma leitura qualitativa sobre os grupos profissionais. Isso é parcialmente possível agora, a partir dos registros de profissionais da saúde nos dados de notificações do eSUS. Essa base de dados não tem registros consistentes de outras ocupações, o que inviabiliza uma leitura significativa.

Na base de dados de 24 de novembro, 10,1% de todos os registros classificados como Covid-19 são de profissionais de saúde, somando 24 mil notificações. Este valor deve ser inferior se calculado a partir dos casos totais, pois esse grupo tem mais acesso à testagem, mas o resultado deve continuar acima da prevalência na população geral. A Secretaria Municipal de Saúde registra 90 mil profissionais de saúde no município, segundo reportagem (BORGES et al., 2020), o que representa menos de 1% de seus moradores.

O grupo de profissionais de saúde é bastante heterogêneo, e a diferença nas funções executadas resulta em graus de exposição diferentes à Covid-19. As equipes dos serviços de saúde também incluem trabalhadores de apoio operacional, como segurança, recepção, limpeza e assistência social. Segundo inquérito do Hospital das Clínicas (HC) de setembro de 2020 (MACHADO, 2020), 45% das pessoas desse grupo de apoio foram contaminadas pelo vírus, contra apenas 6% de todos os profissionais atuando nas UTIs. Também somam 45% os trabalhadores do HC infectados entre os que se deslocam usando transporte público.

⁹ Padronização realizada pelo método direto, conforme Lwanga (1999), com estratificação por faixa etária com dados do Censo IBGE 2010. A população-padrão foi obtida pela soma da população dos perímetros de análise. A padronização não representa a taxa de óbitos real, mas permite realizar comparações de ordem de grandeza entre regiões com diferentes composições populacionais.

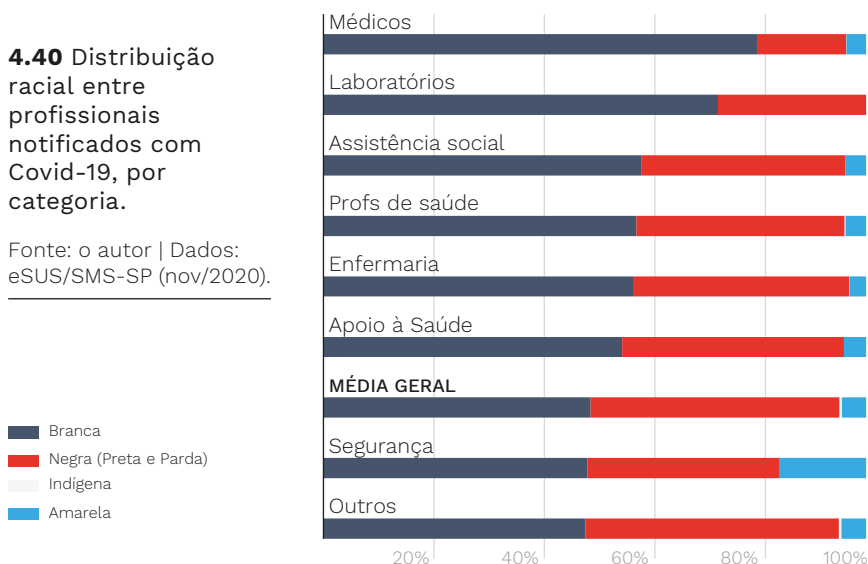




Para construir o mapa a seguir, separamos os profissionais da saúde testados positivo para Covid-19 em dois grupos. O primeiro, em amarelo, inclui profissionais de enfermagem, técnicos da saúde e recepcionistas, conforme registro do código da ocupação. O segundo, em azul, inclui apenas médicos. Os pontos foram distribuídos conforme o setor censitário de residência, e clusterizados com um raio de 500 metros. Temos um padrão territorial que reproduz, na escala do município, a divisão entre os bairros de alta renda brancos do chamado quadrante sudoeste (Pinheiros, Jardins, Vila Mariana) e os bairros de renda média e baixa, com maior proporção de população preta e parda. Os médicos moram mais perto de onde se localizam os hospitais privados, enquanto os outros profissionais de saúde tendem a morar nas mesmas áreas onde vimos maiores tempos de deslocamento até o trabalho. A residência dos outros profissionais de saúde está mais próxima dos equipamentos da rede pública de saúde, e o maior gargalo do deslocamento tende a ser o acesso dos trabalhadores de hospitais privados (em amarelo no mapa 4.38). Como alternativa emergencial, os trabalhadores da saúde dependentes de transporte público deveriam ter acesso a uma alternativa provisória de acomodação próxima ao local de trabalho ou a meios de se locomoção seguindo o isolamento social.

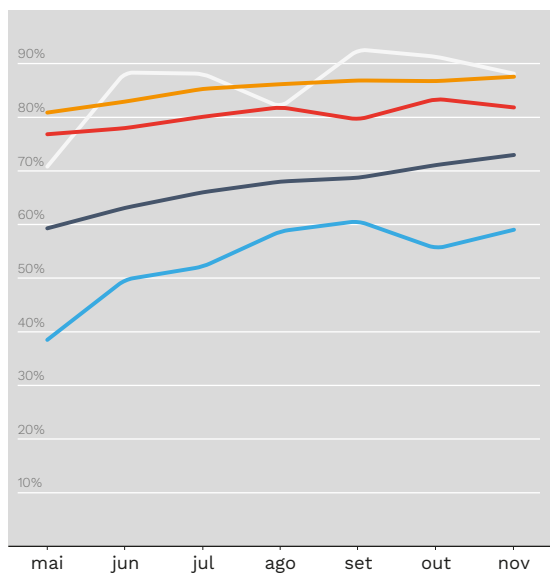
4.40 Distribuição racial entre profissionais notificados com Covid-19, por categoria.

Fonte: o autor | Dados: eSUS/SMS-SP (nov/2020).



A distribuição geográfica da raça também se reflete para dentro das categorias profissionais. No gráfico abaixo, temos a proporção de profissionais notificados para Covid-19 por raça, excluídos os registros sem raça identificada. A proporção de brancos é maior que a média da cidade para quase todas as categorias, mas chega a ser 30,3% a mais entre os médicos, contra 7,7% a mais nas enfermarias. As disparidades raciais e espaciais refletidas na infecção de profissionais da saúde levam à pergunta: o padrão se repete em outros setores?

Estas informações podem ser obtidas a partir de pesquisas em escalas mais abrangentes, como a PNAD Covid do IBGE, com baixo nível de granularidade espacial. Segundo a PNAD Covid de maio de 2020, realizada durante o pico da primeira onda de casos de Covid-19 no país, a maioria da população não havia reorganizado sua rotina em função da pandemia. No município de São Paulo, mais de 60% das pessoas continuaram a trabalhar no mesmo lugar, e o valor chega a 74,5% fora da capital. A leitura da série PNAD Covid Maio-Novembro para toda a RMSP aponta que a mudança de local de trabalho foi maior entre a população empregada branca e amarela. Apesar disso, o retorno aos locais de trabalho nesses grupos seguia uma tendência crescente. Já entre a população preta e parda, a mudança de local



4.41 Porcentagem de empregados que trabalhavam a maior parte do tempo no mesmo local anterior à pandemia, por raça.

Fonte: o autor | Dados: PNAD Covid IBGE.

Tabela 4.3 Mudanças no local de trabalho na pandemia, por categoria profissional

CATEGORIA PROFISSIONAL (PNAD COVID)	LUGAR DE TRABALHO CONTINUOU O MESMO NA MAIOR PARTE DO TEMPO?		PESSOAS TOTAIS	% QUE MUDOU DE LOCAL	% DE NÃO BRANCOS
	SIM	NÃO			
Empregado doméstico, diarista, cozinheiro (em domicílios particulares),	412.332	0	412.332	0,00%	61,45%
Vendedor ambulante (feirante, camelô, comerciante de rua, quiosque)	94.367	0	94.367	0,00%	41,35%
Policial civil	24.758	0	24.758	0,00%	41,47%
Faxineiro, auxiliar de limpeza etc. (em empresa pública ou privada),	232.948	3.184	236.132	1,30%	64,80%
Porteiro, zelador	111.484	1.588	113.072	1,40%	40,87%
Operador de máquinas, montador na indústria;	310.843	5.291	316.134	1,70%	57,64%
Padeiro, açougueiro e doceiro	70.806	1.896	72.701	2,60%	44,82%
Técnico, profissional da saúde de nível médio	178.991	5.124	184.114	2,80%	52,14%
Mecânico de veículos, máquinas industriais etc.	156.585	6.116	162.701	3,80%	52,58%
Balconista, vendedor de loja	383.606	15.374	398.980	3,90%	51,98%
Cozinheiro e garçon (de restaurantes, empresas)	160.353	8.953	169.306	5,30%	59,64%
Entregador de mercadorias (de restaurante, de farmácia, de loja, Uber Eats, IFood, Rappy etc.)	105.440	6.301	111.742	5,60%	47,99%

Fonte: o autor. | Dados: PNAD Covid (nov/2020) – IBGE.

Tabela 4.3 Mudanças no local de trabalho na pandemia, por categoria profissional

CATEGORIA PROFISSIONAL (PNAD COVID)	LUGAR DE TRABALHO CONTINUOU O MESMO NA MAIOR PARTE DO TEMPO?		PESSOAS TOTAIS	% QUE MUDOU DE LOCAL	% DE NÃO BRANCOS
	SIM	NÃO			
Médico, enfermeiro, profissionais de saúde de nível superior	272.762	17.082	289.844	5,90%	26,95%
Auxiliar de produção, de carga e descarga;	266.920	18.109	285.029	6,40%	58,96%
Segurança, vigilante, outro trabalhador dos serviços de proteção	161.002	11.878	172.881	6,90%	51,93%
Comerciante (dono do bar, da loja etc.)	244.346	18.896	263.242	7,20%	47,36%
Motorista de caminhão (caminhoneiro),	84.185	7.329	91.514	8,00%	32,38%
Artesão, costureiro e sapateiro	168.568	15.297	183.865	8,30%	50,42%
Cuidador de crianças, doentes ou idosos	25.997	2.389	28.386	8,40%	49,58%
Auxiliar da agropecuária (colhedor de frutas, boia fria, etc.)	4.148	396	4.544	8,70%	77,60%
Cabeleireiro, manicure e afins	191.699	18.819	210.518	8,90%	55,62%
Secretária, recepcionista	132.343	14.639	146.983	10,00%	35,89%
Pedreiro, servente de pedreiro, pintor, eletricista, marceneiro	504.148	62.252	566.400	11,00%	60,92%
Motoboy,	47.668	6.270	53.938	11,60%	55,85%
Agricultor, criador de animais, pescador, silvicultor e jardineiro	33.379	6.168	39.546	15,60%	54,00%
Motorista (de aplicativo, de taxi, de van, de mototáxi, de ônibus)	198.331	44.395	242.726	18,30%	49,50%

Fonte: o autor. | Dados: PNAD Covid (nov/2020) – IBGE.

Tabela 4.3 Mudanças no local de trabalho na pandemia, por categoria profissional

CATEGORIA PROFISSIONAL (PNAD COVID)	LUGAR DE TRABALHO CONTINUOU O MESMO NA MAIOR PARTE DO TEMPO?		PESSOAS TOTAIS	% QUE MUDOU DE LOCAL	% DE NÃO BRANCOS
	SIM	NÃO			
Vendedor a domicílio, representante de vendas, vendedor de catálogo (Avon, Natura etc.)	219.917	62.818	282.735	22,20%	42,04%
Auxiliar de escritório, escriturário	368.191	117.086	485.277	24,10%	38,74%
Outros	640.700	216.175	856.875	25,20%	45,71%
Outro técnico ou profissional de nível médio	412.149	173.460	585.609	29,60%	40,24%
Diretor, gerente, cargo político ou comissionado	370.781	221.295	592.075	37,40%	19,83%
Operador de Telemarketing	96.029	58.461	154.490	37,80%	54,88%
Artista, religioso (padre, pastor etc.)	17.773	12.472	30.245	41,20%	17,42%
Pedagogo, professor de idiomas, música, arte e reforço escolar	34.730	47.888	82.618	58,00%	26,02%
Outra profissão de nível superior (advogado, engenheiro, contador, jornalista etc.)	434.328	615.694	1.050.022	58,60%	24,88%
Professor da educação infantil, de ensino fundamental, médio ou superior,	83.018	209.344	292.362	71,60%	36,21%

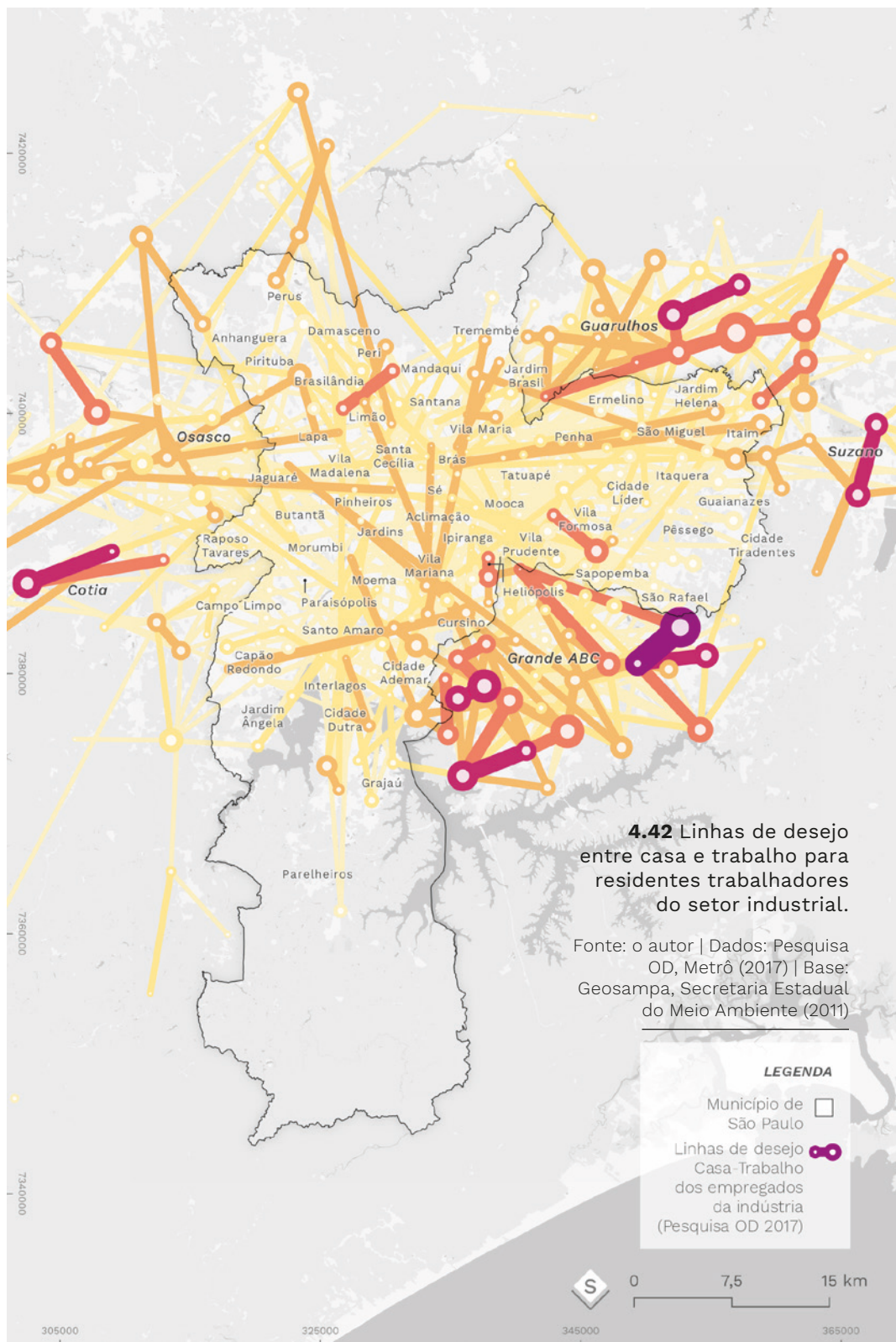
Fonte: o autor. | Dados: PNAD Covid (nov/2020) – IBGE.

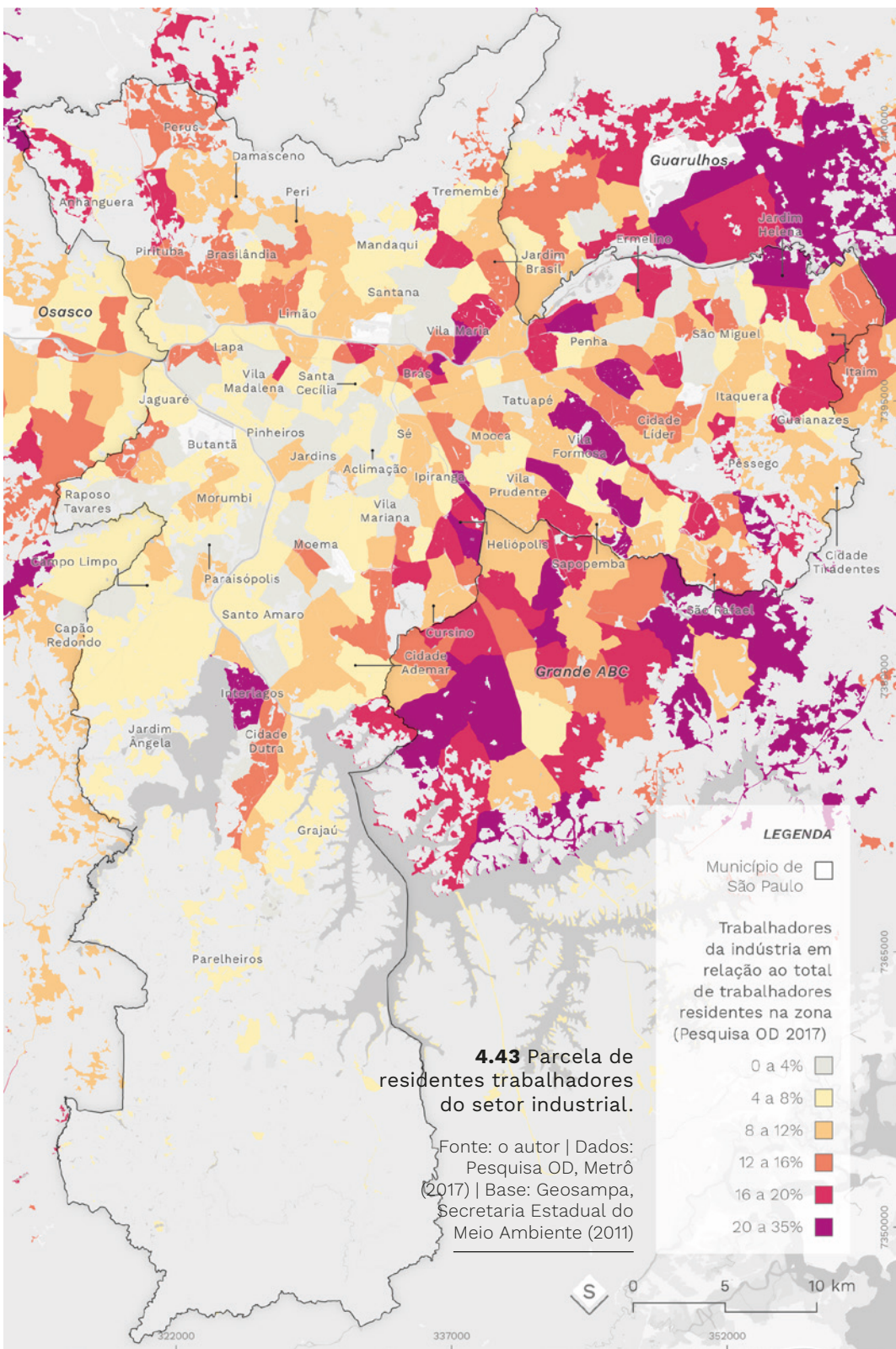
de trabalho nunca ultrapassou 20% de todos os trabalhadores desse grupo, e com isso o impacto do retorno aos locais de trabalho antigos é menos expressivo.

A impossibilidade de migrar para o teletrabalho atinge especialmente as categorias com menor remuneração – e a remuneração menor tem cor. Na tabela a seguir, vemos várias categorias profissionais listadas na PNAD Covid de novembro/2020 para a RMSP. As categorias em que o local de trabalho permaneceu o mesmo na maior parte do tempo são também as menos ocupadas por brancos e com menor remuneração: diaristas, ambulantes, auxiliares de limpeza, policiais, trabalhadores da indústria, porteiros.

Cada uma dessas categorias profissionais está conectada a elementos e características urbanas distintas. Pensemos no agrupamento de diaristas, porteiros e entregadores de delivery, que juntos somam 873 mil trabalhadores da RMSP, segundo estimativa a PNAD. Seus locais de trabalho mais comuns são condomínios residenciais e mansões de média e alta renda, e sua vizinhança. Para os entregadores, a densidade desses lugares é mais atraente, pois há uma maior demanda por entregas. Já os ambulantes darão preferência a áreas comerciais com alto fluxo de pessoas. As formas de contágio no trabalho mudam conforme o tipo de atividade desempenhada e conforme a localização do trabalho, e com isso algumas ações preventivas são mais efetivas que outras para cada grupo e cada lugar. Por extensão, essa colocação também vale para as características de mobilidade de cada grupo.

Como as bases do eSUS e SIVEP não têm registro completo, recorri à Pesquisa OD para trazer um exemplo. A base de dados da OD possui uma variável para setor da economia, de onde extraí apenas os trabalhadores da indústria – representando os mecânicos, montadores e operadores de máquinas listados na tabela anterior. A residência dos trabalhadores industriais tende a se concentrar no lado leste da metrópole, incluindo a Zona Leste do município de São Paulo e, principalmente, o Grande ABC e o leste de Guarulhos (figura 4.43). Essas regiões possuem parques industriais que justificam a presença maior de operários morando na região. Mas há heterogeneidade na distribuição também dentro dessa região. O bairro





de Cidade Tiradentes, por exemplo, tem um percentual de operários menor, compatível com regiões do centro expandido. Paraisópolis e Heliópolis, que tem uma tipologia urbana semelhante, tem um perfil profissional distinto: em Heliópolis, 20,6% dos trabalhadores são da indústria, contra 3,8% de Paraisópolis. Os bairros da Zona Sul a oeste da represa Guarapiranga (Campo Limpo, Jardim Ângela, Capão Redondo) têm um número baixo de operários, se comparados com bairros como Sapopemba e Brasilândia, todos com concentrações de casos de Covid-19.

No mapa 4.42, vemos a distribuição dos vínculos empregatícios entre as zonas de trabalho e de residência dos trabalhadores da indústria. Há movimentações de longa distância difusas atravessando o município de São Paulo, e alguns eixos de deslocamento mais curto e bastante concentrado. Não podemos ignorar as linhas de desejo mais finas, que somadas resultam em uma massa de deslocamento muito superior a esses eixos maiores. Essas concentrações nos mostram apenas que a presença da indústria tem capacidade de afetar a distribuição e ocupação das moradias no seu entorno, conduzindo a uma redução nos tempos de deslocamento para uma parcela relevante dos seus operários.

Para levar essa análise a diante, precisaríamos de registro das ocupações dos pacientes nas fichas de notificação de Covid-19. Com o que temos, podemos concluir que a distribuição heterogênea dos empregos na cidade (inclusive entre bairros da chamada “periferia”) tem potencial para influenciar os picos de concentração de casos e hospitalizações. Os deslocamentos a trabalho durante a pandemia são um dos poucos eventos com risco de disseminação cuja localização e frequência conseguimos apontar com boa precisão: ocorrem todos os dias, nos trechos críticos da rede de transportes. As contingências do risco aqui são claras, em contraste com o que propõem narrativas baseadas na densidade e na precariedade habitacional, ou na divisão centro-periferia. No capítulo 3, apontamos onde estava localizada a necessidade de sair para trabalhar, e agora vimos que há heterogeneidade nas circunstâncias dessa necessidade. Se os picos de hospitalizações no longo prazo correspondem aos bairros onde os moradores têm menos possibilidade de mudar o local de traba-

lho e onde mais se gasta tempo no deslocamento, a heterogeneidade da distribuição dos tipos de emprego nos aponta como estratégias diversificadas e focalizadas podem oferecer respostas mais eficientes no controle e prevenção da disseminação da doença.

Por fim, a diretriz de proteção pelo trabalho dá resposta à desigualdade racial do impacto da pandemia. Como vimos, o trabalho tem divisão racial, e as profissões com mais pretos e pardos são as que menos puderam realocar seus locais de trabalho. No caso dos profissionais de saúde, ainda que a maioria seja branca, a distribuição espacial segue os padrões de segregação por classe e por cor. Qualquer estratégia genérica, sem atenção a processos espaciais e econômicos atravessados pela raça, resulta na reprodução de padrões de segregação estruturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

sempre há alternativa: pensando estratégias para a crise

À luz de todo o trabalho desenvolvido e apresentado até agora, vamos finalmente revisar as ações do Estado no controle da pandemia, com uma perspectiva crítica-propositiva baseada em nossas leituras.

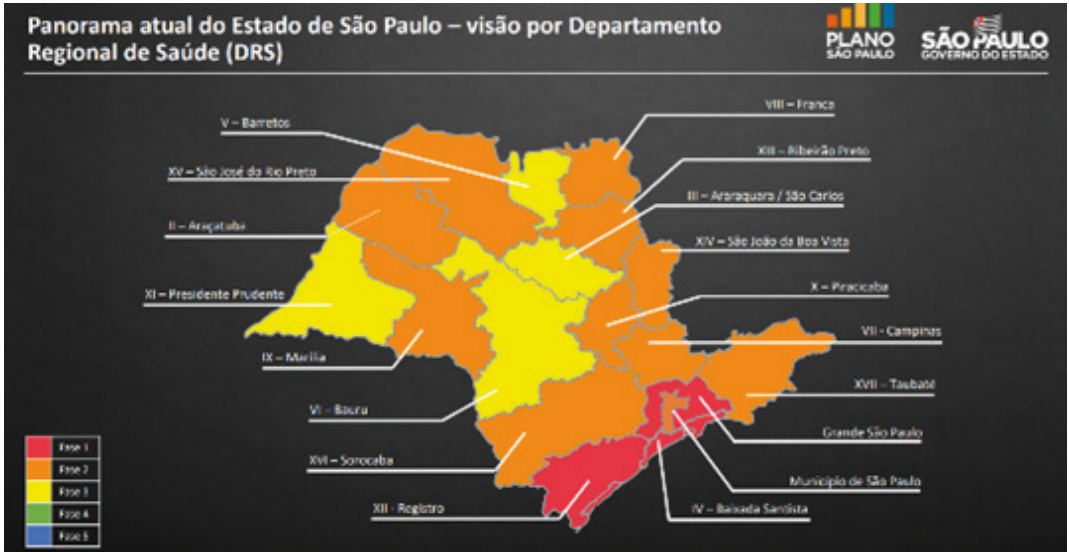
Uma primeira linha de ação, própria da política pública, parte do Poder Executivo em seus três níveis. Não há muito para comentar sobre estratégias territoriais do Governo Federal, já que poucas ações foram organizadas neste nível. Talvez a mais importante seja a aprovação do Auxílio Emergencial, articulada pelo Legislativo, cuja especialização segue os recortes demográficos do atendimento. No município de São Paulo, o benefício somou R\$ 8,9 bilhões entre abril e agosto de 2020, mas é impossível precisar, com os dados disponíveis, quais são os bairros com mais beneficiários. O auxílio conteve a diminuição da renda das famílias, mas a segurança a mais não bastou para interromper os fluxos de deslocamentos a trabalho, como indicam a série de dados da pesquisa PNAD Covid. O auxílio é essencial, mas insuficiente como medida de controle da disseminação.

Algumas determinações federais vieram via legislativo, como a obrigatoriedade do uso de máscaras em vias e transportes públicos, proibição de algumas atividades públicas e delimitação dos serviços essenciais. A primeira regulação a respeito foi sancionada em fevereiro (Lei Federal nº 13.979/2020), mas muitos dispositivos requeriam regulamentação em nível estadual ou municipal. Outra lei, de julho (Lei Federal 14.019/2020) adicionou a previsão de multas pelo descumprimento do uso da máscara caso não houvesse regra de outro ente, e passou a obrigar empregadores a fornecer máscaras como equipamento de trabalho. Em São Paulo, a previsão de punições ao descumprimento da regra havia sido regulamentada já em maio (Decreto Estadual 64.959/2020). A obrigação do uso de máscara foi

a determinação mais universal dentre todas as táticas de controle da pandemia, com impacto no funcionamento de comércios e de vários serviços urbanos, inclusive o transporte público. Porém, a regra tem incidência individual, o que requer uma capacidade de fiscalização inexistente no Estado. A alternativa foi o apelo ao bom-senso, mas mesmo lideranças governamentais agiram para boicotar a adesão à medida. Na prática, a responsabilidade pela fiscalização recaiu sobre alguns profissionais: motoristas de ônibus, por exemplo, que já acumulavam as funções de motorista e cobrador em alguns serviços, agora também deveriam fiscalizar o uso de máscara pelos passageiros. Pequenos comerciantes, por sua vez, devem escolher entre serem permissivos ou perderem clientes – uma escolha nada fácil.

Em nível estadual, tivemos o lançamento do Plano São Paulo no fim de maio, após três meses de quarentena genérica válida para todo o estado (Decreto Estadual 64.881/2020). O plano traz as primeiras diretrizes de delimitação espacial, cujo objetivo na época era flexibilizar as regras estabelecidas na quarentena de forma gradual e regionalizada, como uma “retomada consciente dos setores da economia” até o retorno à normalidade (SÃO PAULO, 2020). Esse retorno ainda não ocorreu, e o plano passou a ser uma ferramenta de gestão continuada da crise. A estratégia consiste na regionalização do estado de São Paulo pela agregação de departamentos regionais de saúde. A ocupação dos leitos de UTI e a taxa de mortalidade do vírus é acompanhada em cada zona, e a partir da evolução desses indicadores se atribui uma fase entre 1 e 5, indo da mais restrita à mais permissiva. O plano contém uma tabela onde se delimitam quais serviços e atividades podem ser realizados em cada fase, e sob quais condições.

Mesmo presente, a questão do espaço é resolvida sob uma perspectiva de divisão administrativa. O plano não contém uma hierarquização das zonas, as classifica como equivalentes em termos de ocupação e de risco – o que não corresponde ao histórico de disseminação. Retornaremos a esse ponto, mas basta mencionar que o primeiro caso do país é notificado no município de São Paulo, justamente onde há maior influxo de viagens internacionais, e demora semanas para chegar ao interior. Se olharmos com detalhe à Região Metropolitana de São Paulo, notamos a instabilidade dessa delimi-



5.1 Zoneamento inicial do plano São Paulo (maio/2020).

Fonte: SÃO PAULO, 2021. Disponível em <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/planosp/>>. Acesso em 11/02/2021..

tação espacial. Nos primeiros mapas, a RMSP aparecia em duas zonas: capital e não-capital. Nos meses seguintes, foi redividida em setores que correspondem às seis sub-regiões metropolitanas. Depois, foi aglutinada em uma única zona e, mais tarde, foi dividida novamente. As mudanças recorrentes provam como o critério de divisão espacial é frágil e como desconsidera dinâmicas territoriais internas à metrópole. Os moradores da região do ABC podem, em dado momento, estar em uma fase mais restrita, mas basta uma caminhada ou uma pequena viagem de carro para encontrar estabelecimentos abertos na capital. Além disso, não se coloca na conta a origem da infecção ao contar a disponibilidade dos leitos de UTI. Na cidade de São Paulo, 1 em cada 5 pessoas internadas reside em outro município, segundo nossas bases do SIVEP – conhecer a hierarquia da rede de tratamento para além

da conceitualização do SUS, incluindo preferências e limitações dos pacientes, é fundamental para uma regionalização adequada.

A tabela de restrições por fase utilizando a escala da zona como base reforça a simplificação territorial e desconsidera a forma extremamente heterogênea com que os moradores de cada região enfrentaram e enfrentam a pandemia, tentando preservar suas vidas e recursos. Como vimos para o caso da indústria, mesmo dentro da RMSP há uma especialização espacial das atividades econômicas. O plano não apresenta restrições para o setor industrial, mas detalha as restrições para vários tipos de comércios e serviços: shoppings, varejo, conveniência, restaurantes, bares, academias, salões de beleza, estabelecimentos culturais etc. O foco está nas dinâmicas de consumo com atendimento presencial, e não em dinâmicas de trabalho e produção. A especificação de restrições regionalizadas para além dessas atividades seria capaz de responder a surtos localizados, sem gerar impactos para além da área mais crítica. Essa regionalização mais precisa deve atender duas escalas: a urbana e a regional. Ações protetivas na indústria afetam mais os bairros do ABC e Zona Leste de São Paulo, uma reorganização no trabalho de porteiros e diaristas tem mais impacto no cotidiano de bairros onde predominam os condomínios residenciais. A implantação dessas medidas pode ser orientada com mapas de clusters ou concentração como os expostos anteriormente. Mas mesmo na escala das zonas empregada no Plano São Paulo, também há heterogeneidade na distribuição do trabalho. Por exemplo: Os serviços são muito mais importantes para a RMSP que para a região do Vale do Paraíba; Presidente Prudente é muito menos afetada pelo transporte de mercadorias que a Baixada Santista. Assim, a adoção de medidas específicas para o perfil de trabalho de cada zona é necessária mesmo sem uma mudança de escala. Para tornar tudo isso possível, é imprescindível ter dados sobre moradia e trabalho com precisão maior que o município – parcialmente disponíveis nas bases de dados do Ministério da Economia, como o RAIS. A melhora do preenchimento da especificação do trabalho nas fichas de notificação da Covid-19 é essencial.

O critério de taxa de ocupação dos leitos de UTI sintetiza a diretriz geral do plano: a intenção é evitar o colapso da rede

hospitalar. Para isso, estabelecem um limiar do aceitável, um teto de quantas mortes e internações são suportáveis para manter o sistema de tratamento funcionando. Se esses indicadores se aproximam do teto, novas restrições buscam controlar o aumento dos contágios – ou seja, o plano opera indiretamente com um limiar de disseminação “aceitável”. Em uma política focada na prevenção, e não na cura, seria necessário lançar mão de leituras territorializadas, com rastreamento e testagem, para identificar e interromper mecanismos locais de disseminação. A escolha da ocupação hospitalar pelos comitês técnicos é compreensível se consideramos o alcance fraco dos testes, com resultados pouco representativos, contra os dados mais robustos da rede hospitalar. Seguimos por um caminho semelhante quando optamos por mapear os dados de hospitalização do SIVEP-Gripe em vez das notificações do eSUS. Mas a escolha pelo limiar do aceitável atinge uns mais que outros, pois a disseminação e a hospitalização não ocorrem de forma homogênea nem espacial nem demograficamente. As concentrações de hospitalizações podem dar uma orientação espacial para organizar testagem em massa em determinadas regiões, contribuindo para melhorar os indicadores de disseminação e sustentar outras medidas, focadas na prevenção e dirigidas especificamente para questões daqueles territórios.

Essa ideia do limiar do aceitável tem primos conceituais, como a “normal”, o “valor esperado” ou “média”, cada um com uma aplicação diferentes. A análise de Loureiro (2020), por exemplo, mostra que idosos de renda mais baixa morrem acima do esperado em São Paulo, ao contrário dos mais ricos. Não é minha intenção realizar uma revisão desses conceitos, muito menos questionar a função da estratificação na epidemiologia, mas apenas deixar um memorando. Qualquer valor determinado estatisticamente está conectado ao universo de informação de onde foi extraído, e não à totalidade da realidade de onde os dados advêm. Bases de dados adquiridas em locais diferentes, ou com recortes cronológicos diferentes, podem alterar as médias e os valores esperados, como é o caso na pandemia. A média de mortes não é a mesma em São Paulo, Wuhan e Lagos, ou mesmo entre a São Paulo de março e a São Paulo de maio de 2020. Portanto, a construção de uma ideia de normalidade/esperan-

ça sobre esses dados é sempre efêmera, e deve ser observada criticamente – tanto na análise estatística quanto em formulação de políticas públicas.

No dia 15 de janeiro, durante a segunda onda, o Governo do Estado realizou uma coletiva de imprensa para anunciar a mudança de fases das zonas, como de costume. Neste momento, a RMSP estava unificada. A ocupação dos leitos nesta zona crescia de forma exponencial em relação às semanas anteriores, como foi ressaltado pelo Secretário Estadual da Saúde. Porém, na data de fechamento do anúncio, a ocupação estava em 69%, 1% abaixo do limiar para reclassificação para uma fase mais restritiva segundo os critérios correntes. Como o crescimento seguia de forma exponencial, estava evidente que esse limite seria ultrapassado muito em breve. A jornalista Adriana Cimino pergunta na coletiva se a equipe não considerou adiantar a reclassificação e implantar desde já as medidas para conter a disseminação. A resposta da Secretária de Desenvolvimento Econômico, Patrícia Ellen, foi que:

A gestão do Plano São Paulo segue regras claras e nós temos responsabilidade como gestores públicos de evitar fazer qualquer tipo de futurologia. Se a gente antecipasse uma reclassificação com indicadores que não são reais nós não estaríamos aplicando as regras do plano. Entretanto, nós fizemos questão de mostrar a velocidade de aceleração desta última semana exatamente pelo seu ponto, Adriana. Porque se se mantiver esse crescimento, a gente vai sim ter que aplicar medidas mais restritivas (...). (SÃO PAULO, 2021; transcrição nossa)

Evidentemente, não é uma questão de seguir indicadores reais ou não, ou de realizar futurologias. O problema está nos indicadores escolhidos como critério – no caso, a taxa absoluta e instantânea da ocupação dos leitos. Se, ao invés disso, o critério de reclassificação fosse o crescimento relativo da ocupação dos leitos, as restrições poderiam ter efeito para prevenção de surtos, e não apenas evitar o colapso da rede hospitalar. E o controle dos surtos significaria diminuição das infecções e das mortes subsequentes. Contudo, as

restrições maiores teriam um custo político elevado ao Governo do Estado, e talvez por isso tenha se optado por um indicador absoluto, mas que esconde por trás dos percentuais de ocupação vulnerabilidades distintas e, portanto, impactos diferentes.

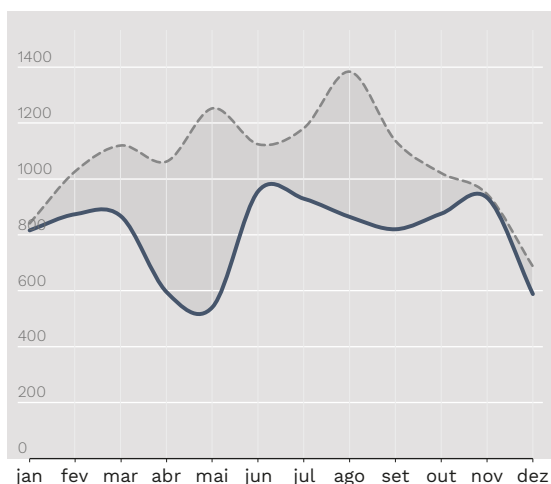
Ainda em nível estadual, durante a pandemia também houve a suspensão em cortes no fornecimento de água, luz e gás desde o fim de março, com duração prorrogada até setembro. A medida tinha como objetivo manter o abastecimento, garantindo a adoção de medidas sanitárias domésticas e a subsistência de algumas atividades essenciais, como os equipamentos de saúde. É uma ação acertada, mas não resolve problemas físicos e estruturais na rede e, portanto, não basta para evitar a falta de água em algumas regiões. Durante a pandemia, jornais relataram falta d'água em vários bairros de São Paulo: Brasilândia, Santana, São Miguel, Vila Matilde, Paraísoópolis, Cidade Tiradentes e, fora da capital, em Santo André (MUNHOZ, 2020; SOARES, 2020). Para essas regiões, um plano emergencial para manutenção do abastecimento seria a mínima ação possível para o curto prazo.

A segunda linha de ação está relacionada ao Poder Judiciário e ao cumprimento de ordens judiciais, associados ou não aos outros dois poderes. Com dados minerados do Banco de Sentenças em Primeira Instância do Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo, observamos como a pandemia impacta as sentenças favoráveis ao despejo – residenciais ou não. Limitando-nos à 1ª Região Administrativa Judicial, que corresponde à quase totalidade da RMSP, vemos o número de sentenças cair durante os meses iniciais da pandemia, atingindo o valor mínimo em maio. Isso está associado à queda da produtividade dos juízes, já que a proporção de sentenças favoráveis permanece a mesma. No segundo semestre, os despejos voltam a subir, apesar de não atingirem o patamar de anos anteriores. As sentenças de despejo apenas confirmam se houve desocupação do imóvel, mas a saída do inquilino pode ocorrer muito antes da sentença, com a emissão da liminar de despejo durante a tramitação do processo. Infelizmente, a estrutura do site do Banco de Sentenças não nos permite resgatar estas datas intermediárias.

A manutenção dos despejos e remoções coletivas e as renegociações para aumento do valor dos aluguéis em decorrência do aumento do índice padrão para reajustes de contrato (o IGP-M), impulsionaram a organização do movimento Despejo Zero, pelo fim dos despejos na pandemia. O assunto entrou na pauta, e em agosto o Senado Federal chegou a proibir o cumprimento de ações de despejo. Porém, a decisão foi reconsiderada em setembro em função de veto presidencial (TAVOLARI, 2020). A série temporal das sentenças favoráveis sugere que a melhor medida para evitar despejos durante a pandemia foi a instituição da quarentena entre os meses de março e maio – reduzindo a atividade dos tribunais drasticamente.

Ao lado dos despejos, estão as imissões e reintegrações de posse – que agrupamos como remoções. O Observatório de Remoções, parte do LabCidade, estima que mais de 1.500 famílias tenham sido atingidas por remoções coletivas entre abril e setembro (MARINO et al., 2020a). O número no segundo trimestre (abril-junho), durante o período mais crítico de casos de Covid-19, superou o do semestre anterior (MARINO et al., 2020b). A manutenção das remoções implica em deixar famílias sem teto durante a crise, impedindo a adoção do isolamento.

Em síntese, o maior impacto da pandemia na habitação não veio de uma mudança de paradigma urbanístico – pelo menos por



5.2 Sentenças favoráveis ao despejo na 1ª região administrativa judicial.

Fonte: o autor |
Dados: e-Saj TJSP |
Base: Geosampa,

— 2020
--- Média 2017-2019

ora –, mas na manutenção do paradigma existente. Vimos como as ações do Poder Executivo para controle da pandemia focaram em vigilância e gestão hospitalar. O aumento nos aluguéis e o fim do auxílio emergencial podem gerar um aumento no número de despejos nos próximos meses, ainda durante a pandemia. Do lado das políticas habitacionais, os principais programas focam na compra financiada de unidades novas e na distribuição de auxílio aluguel. São respostas incapazes de garantir a permanência das pessoas em suas casas em conduções de se proteger durante a crise.

5.1 O MUNICÍPIO COMO ESCALA DE AÇÃO

Idealmente, o Plano São Paulo serviria de referência para que municípios desenvolvessem planos locais mais específicos, mas a tendência foi uma adesão incondicional às determinações do plano estadual. No município de São Paulo, as principais ações da Prefeitura se concentraram nos primeiros meses da pandemia. Até maio, foram abertos três hospitais de campanha na região do centro expandido: Pacaembu, Ibirapuera e Anhembi (a norte da Marginal Tietê), todos em equipamentos municipais. No mesmo período, a frota de ônibus da cidade foi reduzida a 60% do total, com redução maior nas linhas de bairro. A medida vai na contramão do que seria razoável mesmo para o diagnóstico oficial, pois essas linhas atendem principalmente as áreas mais densas da cidade e que, como vimos, servem aos trabalhadores que continuaram se deslocando durante a pandemia. Em 11 de maio, a prefeitura restaurou o rodízio municipal, com restrições maiores: a regra valeria 24 horas, e a proibição da circulação dos veículos alternaria entre placas com final par e ímpar. Essa regra vigorou por uma semana antes de ser abandonada. O pico de usuários nos ônibus municipais em maio ocorre justamente durante esse intervalo, possivelmente causado pela migração de usuários de carro. A Prefeitura negou a existência desse efeito, e o próprio prefeito argumentou durante um debate eleitoral que não havia correlação entre uso de transporte público e disseminação. Contudo, não há

inquérito sorológico ou qualquer pesquisa que apresente resultados sólidos desta correlação.

Na semana seguinte, a prefeitura realizou uma alteração de calendário, adiantando feriados do segundo semestre e concentrando-os em uma sequência de dias úteis. Dessa vez, o número de passageiros transportados nos ônibus municipais atingiu o menor valor de todo o mês. Mas a medida tinha prazo de validade, já que os feriados não eram infinitos, e uma semana depois, em 1º de junho, foi iniciada a reabertura seguindo a agenda instaurada pelo Plano São Paulo. A prefeitura conta com um setor interno à Secretaria Municipal de Saúde responsável pelo georreferenciamento dos dados de contaminação, onde inclusive foram produzidos os mapas distritais que já discutimos, mas não está clara qual é a utilização prática dos dados espaciais na delimitação de políticas públicas. Desde o início do Plano São Paulo, o foco dos órgãos municipais tem sido na gestão dos equipamentos de saúde e na fiscalização das regras sanitárias. Na linha de ação emergencial, o último hospital de campanha foi fechado em 30 de setembro.

Dentre os níveis administrativos, a prefeitura é o mais próximo da escala das leituras realizadas neste trabalho. Com o vácuo da ação municipal, há poucas críticas a se fazer. Por outro lado, há espaço para estruturar propostas a partir das nossas conclusões e observações:

1) ESTRUTURAÇÃO DA ATENÇÃO PRIMÁRIA

Em nível estadual e municipal, as principais ações foram direcionadas ou norteadas pela rede hospitalar e sua capacidade de atendimento. Porém, há uma escala de atuação anterior no sistema de saúde, focada no acompanhamento e prevenção: a atenção primária, organizada sob o programa Saúde da Família. As equipes de agentes comunitários de saúde do programa são vinculadas a Unidades Básicas de Saúde (UBSs), e atuam na área de abrangência dessas unidades. No capítulo 2, utilizamos bases de dados construídas por equipes de atenção primária no “mapa de Barcelona”. Como cada equipe estabelece sua própria estratégia limitadas pela infraestrutura disponível, esse acompanhamento não está disponível para toda

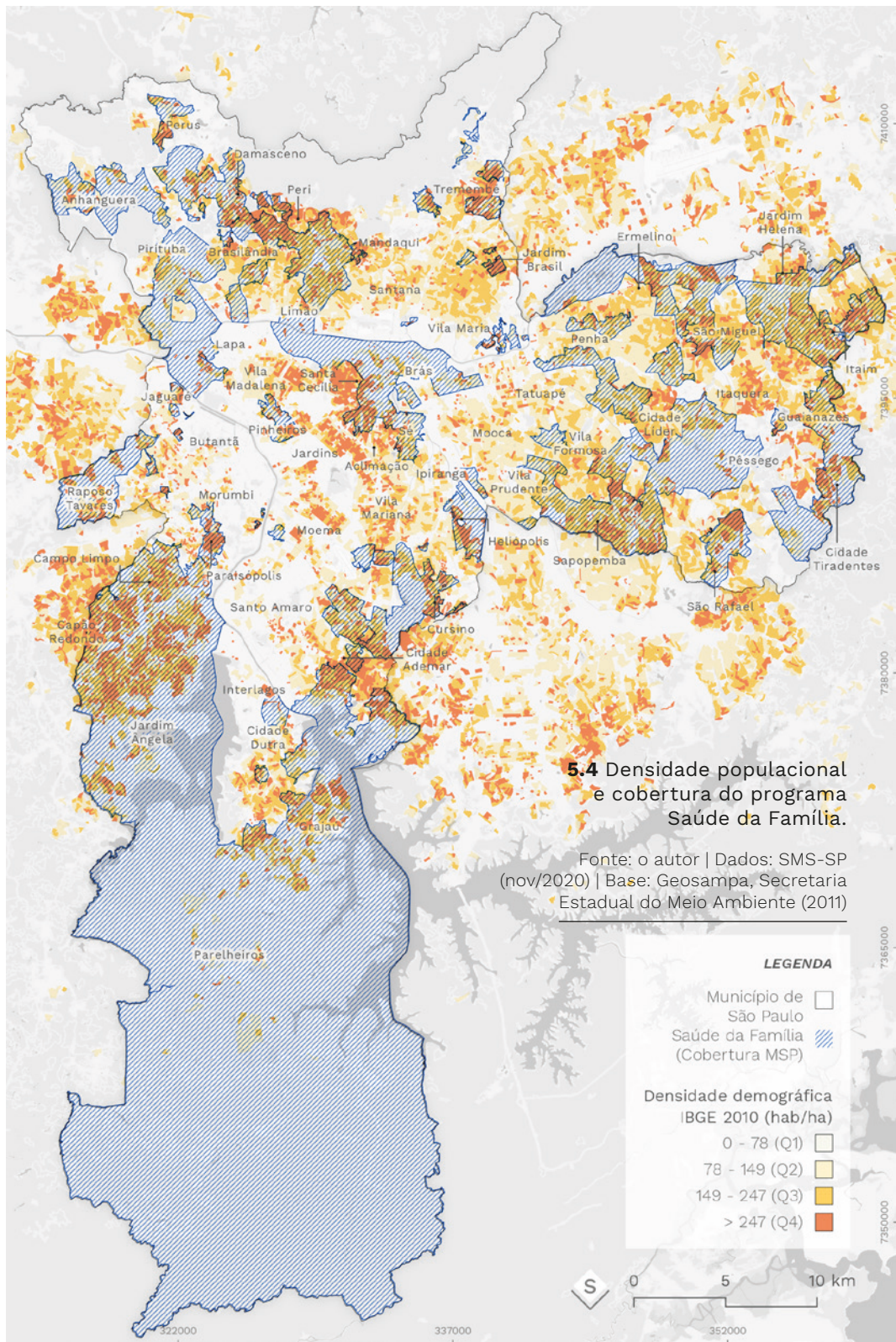
a cidade homogeneamente. Assim, uma primeira providência para melhorar a disponibilidade de informações em escala grande seria dotar todas as equipes com conhecimentos, infraestrutura e metodologia padronizados para acompanhamento de surtos.

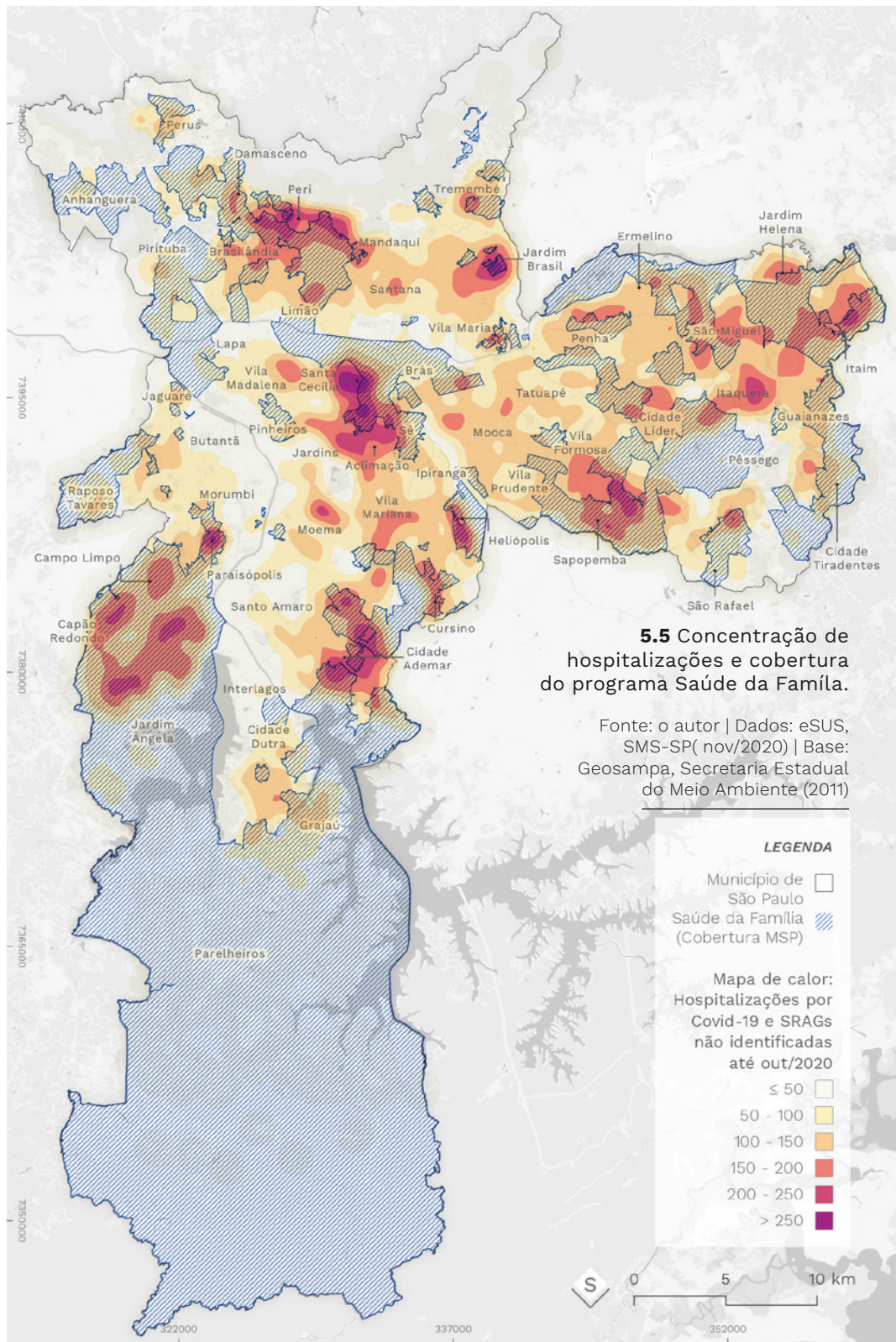
A cobertura da atenção primária é restrita a algumas UBSs do município de São Paulo. Conforme o último mapeamento realizado pela SMS, de novembro de 2020, boa parte da cobertura geométrica dá conta de regiões com baixa densidade populacional, como Pari, Gleba do Pêssego, Brás ou Lapa. As visitas nessas regiões, quando sob responsabilidade de uma mesma equipe, tendem a ser ou mais demoradas, ou não dão conta de toda a área de atendimento com boa frequência. A ampliação da abrangência e redesenho fino dos

**5.3 No Jardim
Campinas, agentes
de saúde passam
nas ruas com
megafone para
anunciar medidas
de prevenção
contra a Covid-19.**

Fonte: CAVALCANTI et al., 2020. Disponível em < <https://www.saopaulo.sp.gov.br/planosp/>>. Acesso em 11/02/2021..







perímetros de acompanhamento poderia aumentar o alcance do programa de forma emergencial. Nos mapas a seguir, vemos algumas áreas de alta concentração de hospitalizações com cobertura parcial, como o Jardim Brasil e Santa Cecília, ou mesmo inexistente, como Itaquera. Os mapas de concentração podem servir de ferramenta para distribuir o apoio às equipes em escala municipal, e podem também orientar estratégias internas dos agentes em cada bairro. Para além do acompanhamento dos casos, várias autoras apontam outras funções possíveis para a atenção primária durante a pandemia: busca ativa de casos, combate a fake news e à estigmatização da doença, teleatendimento, dentre outros (MEDINA et al., 2020; CAVALCANTI et al., 2020).

2) ESTRATÉGIA QUANTI-QUALITATIVA PARA A REDE DE TRANSPORTES

Para muitos dos trabalhadores essenciais e para categorias impossibilitadas de migrar para o teletrabalho, o transporte público continua sendo a única alternativa viável para chegar ao trabalho. Evitar a disseminação dentro dos ônibus e terminais é uma medida essencial, mas não exclui a adoção de estratégias territoriais. Vimos no monitoramento das linhas de ônibus como a estratégia de reorganização da rede durante a crise foi lastreada em critérios quantitativos de oferta e demanda, com priorização das linhas mais carregadas e redução maior da oferta em linhas de atendimento local. Também vimos que o perfil dos trabalhadores residentes em cada bairro é variado, e por conta disso, uma medida aparente simétrica, baseada em indicadores puramente quantitativos, pode levar a resultados assimétricos.

Em uma abordagem qualitativa, os usuários do sistema devem deixar de ser observados como um grupo homogêneo. Linhas que atendem mais trabalhadores da rede de saúde ou mais idosos devem receber uma atenção a mais, com distribuição de máscaras, maior frequência de viagens, maior isolamento nos veículos e aumento da frota. Medidas como essas também podem ser aplicadas em linhas com atendimento em áreas de concentração de casos, para diminuir as chances de disseminação e alertar indiretamente os moradores da

região sobre o aumento do risco no bairro. Já a fiscalização do uso da máscara não deve ser delegada ao motorista, especialmente nessas linhas com atendimento a grupos críticos.

A adoção de parâmetros qualitativos não requer violar a privacidade dos passageiros com o uso de dados do sistema de bilhetagem eletrônica. Existem dados e métodos anonimizados com granularidade espacial suficiente, como a Pesquisa OD, os dados da RAIS e mesmo o roteamento que relatei no capítulo 3. Essas informações não excluem a utilidade dos dados quantitativos, aos quais se associam as estratégias tratadas pelo boletim da Rede de Pesquisa Solidária.

3) AÇÕES DIRECIONADAS À SEGURANÇA HABITACIONAL

Vimos como a tipologia habitacional vinha sido vinculada a uma maior ou menor presença geográfica da Covid-19. Porém, o uso do tipo como proxy leva a leituras grosseiras sobre a disseminação espacial, especialmente quando tratamos de regiões com ocupação muito heterogênea. Para traçar uma política em habitação, é preciso conhecer em detalhes as diferenças territoriais nas condições de moradia, muitas vezes invisíveis se olharmos apenas a configuração da sua ocupação. Uma política habitacional para a pandemia – e para o pós-pandemia, como apontam Rolnik e Chueca (2020) – deve se atentar a outras formas de morar além da propriedade. Em muitos dos bairros onde identificamos focos de hospitalizações por Covid-19, como Santa Cecília, Campos Elíseos ou Brás, há uma grande parcela da população morando por aluguel. Para permitir que essas pessoas possam realizar isolamento, é necessário assegurar a permanência nos imóveis e a manutenção do preço do aluguel dentro das condições financeiras das famílias.

Identificamos um foco persistente de hospitalizações na região próxima ao centro histórico de São Paulo. Nessa região também está a maior parte da população de rua do município e, portanto, esse grupo está em risco constante de contaminação. Apesar disso, não há informações específicas sobre o impacto da pandemia nesse recorte. Além do acompanhamento constante, uma política emergencial de alojamento em imóveis vagos e quartos de hotel pode contribuir para

a segurança das pessoas. Essa seria também uma oportunidade para estruturar políticas públicas de médio e longo prazo, com foco tanto em habitação quanto na saúde da população de rua. A Prefeitura de São Paulo buscou, de forma passiva, hotéis dispostos a oferecer quartos para idosos moradores de rua. Foram publicados três editais até junho de 2020, mas nenhum deles levou a contratações (PAULA, 2020). Tanto no caso dos alugueis quanto no auxílio à população de rua, assegurar a moradia requer ação ativa do poder público, focado nas suas formas de acesso e sua distribuição geográfica.

4) CONSTRUIR SOBERANIA TECNOLÓGICA

As empresas privadas concentram a infraestrutura (física e jurídica) para coletar informações e controlar o acesso. Nas últimas décadas, um grande volume de dados sobre a população foi capturado sob a titularidade de grandes grupos de tecnologia, como a Google, e mesmo pequenas start-ups de dados, como a In Loco. Além disso, com a migração da computação para a nuvem, os dados e capacidade de processamento passaram a ser centralizados e vendidos como serviço (XaaS). A dependência dessas soluções aumentou com a migração de várias funções, inclusive da administração pública, para o teletrabalho. O cenário é crítico para serviços essenciais, pois devem permanecer ativos independente da saúde financeira dessas empresas de tecnologia e de seus interesses empresariais.

A Prefeitura de São Paulo conta com uma empresa de gerência de dados, a PRODAM, responsável pela infraestrutura informacional da administração. Algumas ações recentes da empresa vão no sentido da autonomia tecnológica do município. Depois da divulgação do nosso mapa interativo dos CEPs recebemos um e-mail da empresa com um relato sobre o desenvolvimento de um host de geocodificação municipal para substituir o uso de serviços da Google. Porém, ações como a centralização de informações da atenção primária necessitam de formas de hospedagem própria e sob controle público, desenhado para garantir a privacidade e a segurança dos dados. Já a ampliação do uso de ferramentas digitais em equipes locais pode gerar custos impeditivos com licenciamento

de software. A migração definitiva para ferramentas livres, como o QGIS, evita gastos e problemas relacionados à propriedade intelectual, facilitam o compartilhamento dos dados gerados pelo poder público e ainda podem colaborar com a comunidade de desenvolvedores. Todas essas medidas estão ao alcance técnico e financeiro da Prefeitura de São Paulo.

5) ESTRUTURAÇÃO DA PRIVACIDADE E DO ACESSO À INFORMAÇÃO

Nossa experiência na busca por uma base de dados nos mostrou como o acesso à informação se dá de forma pouco transparente, emperrado por quatro condicionantes. Primeiro, há uma limitação de caráter político demonstrada na pouca disponibilidade e na morosidade do acesso. No caso do Governo do Estado, ainda continuamos aguardando o acesso às bases de dados, passados vários meses desde a solicitação. Segundo, há uma limitação técnica, já que as equipes de tratamento de dados são restritas e as bases de dados possuem inconsistências. Esse é um motivo possível para a não atualização dos dados do SIM pela Secretaria Municipal de Saúde. Terceiro, existe uma insegurança jurídica sobre a proteção de privacidade que pode, ao mesmo tempo, justificar a abertura e o fechamento das bases de dados. É o caso da retirada dos CEPs na base de dados do Governo Federal. E quarto, há uma limitação processual: mesmo quando há disponibilização dos dados, eles são oferecidos de forma diferente a cada solicitação, e variam conforme o solicitante.

Quando o acesso à informação ocorre, esses entraves criam um ambiente de insegurança à divulgação científica. Mesmo quando os dados são fornecidos por via regulamentada, como é o caso da LAI, há um temor de retaliações em solicitações futuras se não fizermos uma divulgação discreta, quando os dados questionam políticas públicas em andamento. Uma solução possível seria explicitar as condições da cessão dos dados. Quando a cessão ocorre sob a LAI, o uso deve ser incondicional, e deve resultar sempre nas mesmas respostas a despeito de quem ou quando se realiza o pedido. Se não há intenção de promover ampla circulação da informação, por restrições de proteção à privacidade, o processo de compartilhamento com

instituições de pesquisa deve ser estruturado de outra forma, evitando a falta de isonomia entre os usuários dos dados, tanto do lado do poder público quanto dos pesquisadores. A LGPD deixa uma brecha para regulamentação desse processo, pois trata do acesso para fins de pesquisa apenas por órgãos de pesquisa da administração pública ou pessoa jurídica sem fins lucrativos que tenham em seu estatuto social a premissa de desenvolvimento de pesquisas. Não está claro em que categoria se encaixam grupos de pesquisa associados a universidades (públicas ou privadas), como é o caso do LabCidade.

O compartilhamento de informações com instituições de pesquisa tem propósitos óbvios, de desenvolvimento científico e avaliação de políticas públicas. O que observamos na escala estadual foi uma facilitação do diálogo com empresas de dados, convidadas a participar das reuniões do comitê de gestão da crise. Com a captura da estatística pelo setor privado de grandes dados, a tendência é que essas empresas ganhem cada vez mais poder para incidir sobre políticas públicas, e as instituições de pesquisa tenham cada vez menos capacidade para produzir dados e análises de qualidade e para intervir no debate com contribuições a políticas públicas.

5.2 PRÓXIMOS PASSOS

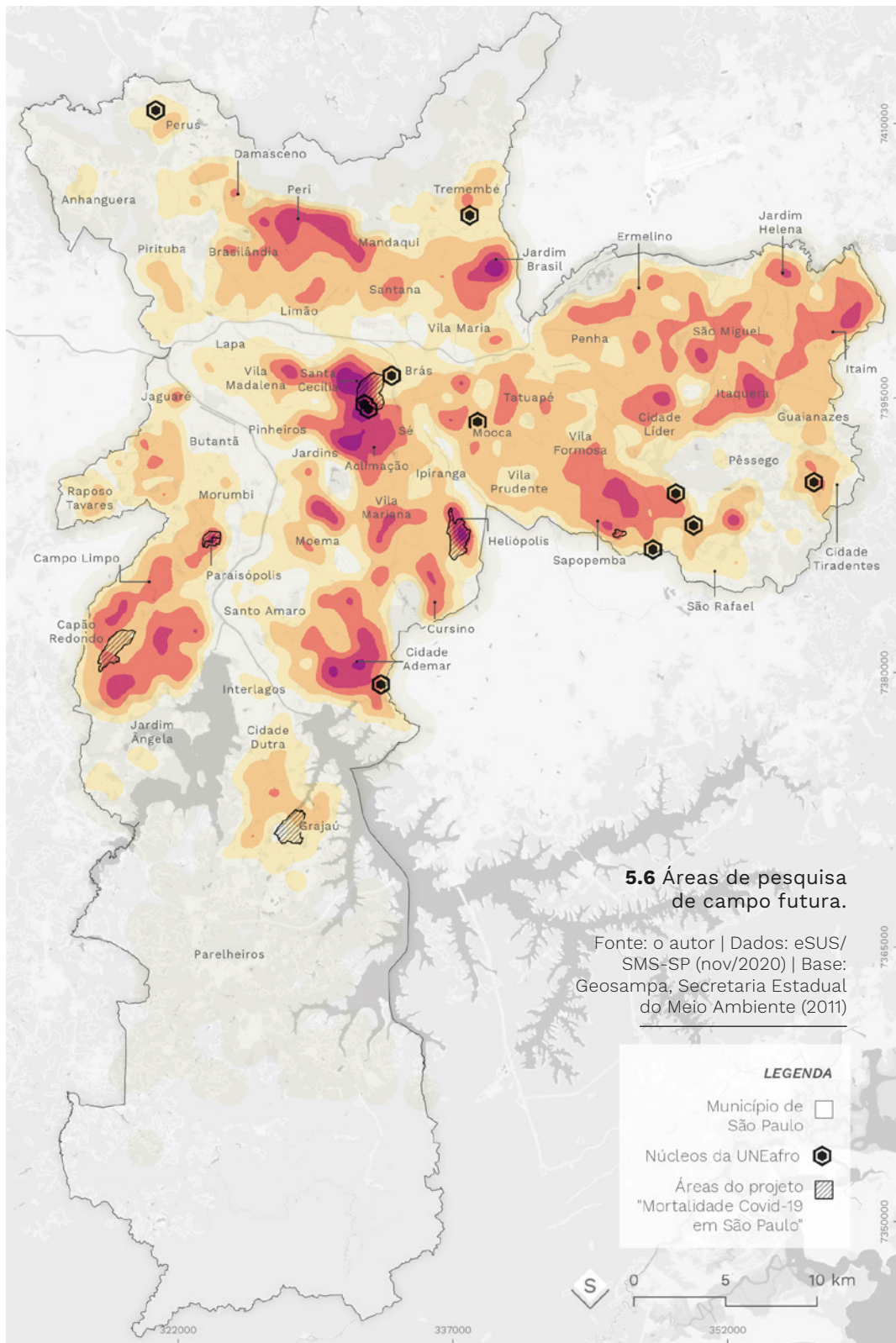
Ao trocarmos a escala dos distritos por uma resolução espacial maior, produzimos leituras sobre a pandemia com potencial crítico contra estereótipos territoriais. Vimos como, numa escala mais próxima, o binômio centro-periferia não é suficiente para explicar diferenças espaciais na presença da Covid-19. Mas com o tempo, se tornava claro que nossas hipóteses nos levariam a mudar de escala mais uma vez, para mais próximo da escala dos trajetos individuais, da organização cotidiana da vida e da moradia em bairros mais afetados pela pandemia.

Esse já era o nosso desejo em abril de 2020. Apresentamos um projeto de pesquisa ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), vinculado a um chamamento de pesquisas para “Enfrentamento da Covid-19 e suas consequências”. Nossa

proposta era analisar pares de bairros com tipologia urbana semelhante (duas favelas, dois conjuntos habitacionais, dois loteamentos recentes, duas regiões encortiçadas etc.), mas afetados de forma diferente pela pandemia. Faríamos uma pesquisa com acompanhamento local, identificando formas de morar diferentes, organizações locais e estratégias de agentes comunitários de saúde. Embora aprovados, não fomos priorizados na alocação dos recursos, que não alcançaram todos os projetos aprovados. Nos meses seguintes, seguimos com a aproximação de escala possível com os dados disponíveis. O resultado desse trabalho, apresentado até aqui, nos deu a oportunidade de dialogar e aprender com pesquisadores de diversas outras áreas e, com isso, a possibilidade de realizar nossa aproximação de escala foi se materializando por vias inesperadas.

Em meados de outubro, entramos em contato com as equipes do professor Paulo Lotufo, da Faculdade de Medicina da USP, e da professora Ligia Barrozo, do departamento de Geografia da FFLCH (USP). Na época, apresentamos parte do nosso trabalho em um episódio de videocast do professor Paulo (LOTUFO, 2020). A nossa adesão à equipe do projeto “Mortalidade Covid-19 em São Paulo” viabilizou a inclusão em questionário de algumas das hipóteses de pesquisa sobre as determinantes urbanísticas da disseminação da Covid-19. A aplicação em campo deve ocorrer nos próximos meses, em bairros selecionados a partir do nosso trabalho e de resultados da pesquisa coordenada pela professora Ligia. O projeto interdisciplinar pretende produzir leituras cruzadas da pandemia, a partir de um trabalho que mistura instrumentais e questões presentes em disciplinas diferentes: epidemiologia, antropologia, sociologia, medicina e urbanismo, observando a partir de leituras em múltiplas escalas.

Além disso, também estabelecemos um vínculo de cooperação com a UNEafro, colocando a produção técnica apresentada neste TFG à disposição do movimento e seus núcleos. Estes têm realizado registros sobre pessoas atingidas pela Covid-19 nas suas vizinhanças, contando com a atuação das equipes de agentes comunitários de saúde. A aproximação nos permitirá aplicar nossas observações sobre escalas de análise no registro do trabalho das equipes em campo. Como resultado, esperamos aprofundar a compreensão do



vínculo entre indicadores sociais da diferença e Covid-19 para além dos apontamentos realizados aqui, e incorporar a experiência vivida pelos sujeitos nos territórios que habitam.

O conjunto deste trabalho mostra como as potencialidades e limites das tecnologias cartográficas estão intimamente ligadas aos contextos sociais e políticos onde estão inseridos. O impacto público dos mapas que apresentei, a partir de postagens do LabCidade e de participação em eventos externos, é resultado do processo de escolha de simbolização e da forma de tratamento dos dados, que são parte do nosso esforço em construir narrativas cartográficas sobre processos urbanos. Nos nossos mapeamentos sobre a pandemia de Covid-19, produzimos leituras que questionassem ao limite alguns estereótipos construídos por narrativas segregacionistas e essencialistas sobre as dinâmicas da cidade. Dentro desse esforço, as formas de divulgação do conhecimento potencializam o alcance do debate. A rede de compartilhamento de discussões e de tecnologias que compusemos junto a profissionais de várias áreas do conhecimento, e em diálogo com os sujeitos que habitam os territórios, foi essencial para o desenvolvimento das nossas leituras cartográficas sobre a pandemia.

referências

ABRAMS, R. Arno Peters: Radical Map, Remarkable Man. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=FXh3CuD8ycQ>>. Acesso em: 10/2/2020.

ACSELRAD, H.; GUEDES, A. D.; MAIA, L. J. **Cartografias Sociais, lutas por terra e lutas por território**: um guia de leitura. 10 ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

AGÊNCIA ESTADO. Na periferia, famílias adoecem juntas por contágio da covid-19. R7, 14. jun. 2020. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/sao-paulo/na-periferia-familias-adoecem-juntas-por-contagio-da-covid-19-14062020>>. Acesso em: 9/2/2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Resolução no 419**, de 2 de maio de 2017. Brasil, 2017.

AMARAL, A. J. DO; ANDREOLLA, A. H. Drogas, urbanismo militar e gentrificação: o caso da “Cracolândia” paulistana. **Revista Direito e Práxis**, v. 11, n. 4, p. 2162–2187, 2020. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<https://orcid.org/0000-0003-0874-0583>>. Acesso em: 9/2/2021.

APOLLO MAPPING. IKONOS Satellite Imagery (80-cm). Disponível em: <<https://apollomapping.com/ikonos-satellite-imagery>>. Acesso em: 9/2/2021.

AUTODESK. DXF Reference. Disponível em: <https://images.autodesk.com/adsk/files/autocad_2012_pdf_dxf-reference_enu.pdf>. Acesso em: 10/2/2021.

_____. Autodesk - Legal Notices & Trademarks - Guidelines for Use. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/company/legal-notices-trademarks/trademarks/guidelines-for-use#section12>>. Acesso em: 10/2/2021.

_____. O que é DWG? | Informações sobre visualizadores de DWG e formatos de arquivo. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/dwg>>. Acesso em: 10/2/2020.

BARBOSA, E.; NADER, R.; SPILA, E. Entrevista I - CESAD FAUUSP. (P. H. R. Mendonça, Org.), 2019. São Paulo.

BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM. System. . China: BeiDou Navigation Satellite System. Disponível em: <<http://en.beidou.gov.cn/SYSTEMS/System/>>.

BERMUDI, P. M. M.; LORENZ, C.; AGUIAR, B. S. DE; et al. **Spatiotemporal dynamic of COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil**: shifting the high risk from the best to the worst socio-economic conditions. São Paulo, 2020.

BORGES, B.; RODRIGUES, R. Cerca de 26% dos profissionais da saúde municipal de SP já tiveram Covid-19. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/>>

noticia/2020/08/14/cerca-de-26percent-dos-profissionais-da-saude-municipal-de-sp-ja-tiveram-covid-19.ghml>. Acesso em: 11/2/2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. Aerolevanteamento. Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br/aerolevanteamento>>. Acesso em: 10/3/2020.

_____. Caderno de Instrução de Geoinformação. Disponível em: <http://www.geoportal.cb.mil.br/portal/imagens/PDF/CI_GeoInfo_20190110_EB8oCI72001.pdf>. Acesso em: 23/12/2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. Arquitetura e Urbanismo (Projeto do Curso). São Paulo, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Padrões de interoperabilidade de Governo Eletrônico - ePING. Disponível em: <<http://eping.governoeletronico.gov.br/>>. Acesso em: 20/3/2020.

BYARUHANGA, C. Ebola outbreak: What Uganda can teach West Africa . BBC News, 12. ago. 2014. Kampala. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/world-africa-28743595>>. Acesso em: 9/2/2021.

CAMPBELL, M. What tuberculosis did for modernism: The influence of a curative environment on modernist design and architecture. Disponível em: </pmc/articles/PMC1251640/>. Acesso em: 9/2/2021.

CAVALCANTI, F. G.; ALMEIDA, I. M. Atenção primária em saúde nos territórios populares é essencial no combate ao coronavírus. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/atencao-primaria-em-saude-nos-territorios-populares-e-essencial-no-combate-ao-coronavirus/>>. Acesso em: 12/2/2021.

CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES. Doris the Space Surveyor serving the ITRF. Disponível em: <<https://presse.cnes.fr/en/doris-space-surveyor-serving-itrfr>>. Acesso em: 13/2/2021.

CHURCHWELL, K.; ELKIND, M. S.; BENJAMIN, R. M.; et al. Call to Action: Structural Racism as a Fundamental Driver of Health Disparities. **Circulation**, v. 142, p. 454–468, 2020. Disponível em: <<http://ahajournals.org>>. Acesso em: 9/2/2021.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (METRÔ). **Pesquisa Origem-Destino 2017**. São Paulo, 2019.

CONSTANT II, E. W. The Social Locus of Technological Practice: Community, System, or Organization? In: W. E. Bijker; T. P. Hughes; T. J. Pinch (Orgs.); **The Social construction of technological systems new directions in the sociology and history of technology**. p.223–242, 1989. Massachusetts: MIT Press.

CORDEIRO, A. R. **Localização geográfica através de aparelho celular**, 2009. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

CRAMPTON, J. W. Reflections on Arno Peters (1916-2002). **Cartographic Journal**, v. 40, n. 1, p. 55-56, 2003.

CUNHA, E. M. P.; ERBA, D. A. **Manual de apoio - CTM: Diretrizes para criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

DA SILVA, M. G. C. F. Some considerations about Pereira Passos urban reform. **Urbe**, v. 11, 2019. Editora CHAMPAGNAT. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180179>>. Acesso em: 9/2/2021.

DANTAS, C. Pretos têm 62% mais chance de morrer por Covid-19 em São Paulo do que brancos. **GI**, 28. abr. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/04/28/pretos-tem-62percent-mais-chance-de-morrer-por-covid-19-em-sao-paulo-do-que-brancos.ghtml>>. Acesso em: 9/2/2021.

DAVIDO, B.; LANSAMAN, T.; BESSIS, S.; et al. Hydroxychloroquine plus azithromycin: a potential interest in reducing in-hospital morbidity due to COVID-19 pneumonia (HI-ZY-COVID)? **medRxiv**, 2020. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2020.05.05.20088757>>. Acesso em: 9/2/2021.

DE SOUZA, W. M.; BUSS, L. F.; CANDIDO, D. DA S.; et al. Epidemiological and clinical characteristics of the COVID-19 epidemic in Brazil. **Nature Human Behaviour**, v. 4, n. 8, p. 856-865, 2020. Springer US. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0928-4>>. Acesso em: 9/2/2021.

DEPARTMENT OF SPACE. Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) : NavIC. Disponível em: <<https://www.isro.gov.in/irns-programme>>. Acesso em: 30/1/2020.

DOUGHERTY, C. Overcrowded Housing Invites Covid-19, Even in Silicon Valley. **The New York Times**, 1. ago. 2020. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2020/08/01/business/economy/housing-overcrowding-coronavirus.html>>. Acesso em: 9/2/2021.

DUNBAR, B. Global Positioning System History. Disponível em: <https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/GPS_History.html>. Acesso em: 30/1/2020.

DYM, J.; OFFEN, K. **Mapping Latin America a cartographic reader**. Chicago e Londres: The University of Chicago Press, 2011.

ELM, U.; JOY, N.; HOUSE, G.; SCHLOMI, M. Cyllage City COVID-19 Outbreak Linked to Zubat Consumption. **American Journal of Biomedical Science & Research**, v. 8, n. 2, p. 140-142, 2020.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S/A (EMPLASA). Produtos Cartográficos: Fotografia Aérea Digital. Disponível em: <<https://emplasa.sp.gov.br/ProdutosCartograficos/Produto/fotografia-aerea-digital>>. Acesso em: 5/12/2020.

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE INC. (ESRI). Topics in GIS and CAD. Disponível em: <<https://www.esri.com/en-us/arcgis/gis-cad>>. Acesso em: 30/1/2020.

_____. ESRI Shapefile Technical Description. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: 30/1/2020.

_____. History of GIS | Early History and the Future of GIS - Esri. Disponível em: <<https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/history-of-gis>>. Acesso em: 13/2/2021.

EUROPEAN GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS AGENCY. What is Galileo? Disponível em: <<https://www.gsc-europa.eu/galileo/what-is-galileo>>. Acesso em: 13/2/2021.

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE. Curso de Arquitetura e Urbanismo - Programa da disciplina Topografia II: Geoprocessamento. Disponível em: <<https://www.mackenzie.br/graduacao/sao-paulo-higienopolis/arquitetura-e-urbanismo/matriz-curricular/>>. Acesso em: 15/12/2019.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Satellite Navigation - GPS - How It Works. Disponível em: <https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/gps/howitworks/>. Acesso em: 30/1/2020.

FIGUEIREDO, P. Bairros com maior número de mortes por coronavírus em SP concentram favelas e conjuntos habitacionais. *Gi*, 4. maio 2020. Disponível em: <<https://gi.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/05/04/bairros-com-maior-numero-de-mortes-por-coronavirus-em-sp-concentram-favelas-e-conjuntos-habitacionais.ghtml>>. Acesso em: 9/2/2021.

FIOCRUZ. Conta aí, mestre: a Revolta da Vacina e jornais de época. Disponível em: <<http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/noticias/13-educacao/1002-conta-ai-mestre-o-ano-de-1904-a-revolta-da-vacina-e-jornais-de-epoca>>. Acesso em: 9/2/2021.

FONTES, L. C. A. DE A. Fundamentos da Aerofotogrametria aplicada à Topografia. Disponível em: <<http://www.topografia.ufba.br/nocoas-de-aerofotogrametria.pdf>>. Acesso em: 10/3/2020.

FONTES, R. Motoristas de ônibus ameaçaram fazer paralisação em São Paulo. *Agora - Folha de São Paulo*, 10. maio 2020. Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2020/05/motoristas-de-onibus-ameacaram-fazer-paralisacao-em-sao-paulo.shtml>>. Acesso em: 9/2/2021.

GIANNOTTI, M.; BITTENCOURT, T.; LOGIODICE, P. **Nota Técnica No. 10: Mudanças no transporte coletivo de grandes cidades aumentaram o risco de contágio dos grupos mais vulneráveis.** São Paulo, 2020.

GOMES, J. G.; PEDRASSOLI, J. C. **Levantamento de Características de Moradias em Favelas com o Uso de Drone**: um Experimento na Comunidade do Alto das Pombas, Salvador/BA. III Seminário Nacional sobre Urbanização de Favelas - URBFAVELAS, mar. 2018. Salvador. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Julio_Pedrassoli/publication/331134777_LEVANTAMENTO_DE_CARACTERISTICAS_DE_MORADIAS_EM_FAVELAS_COM_O_USO_DE_DRONE_UM_EXPERIMENTO_NA_COMUNIDADE_DO_ALTO_DAS_POMBAS_SALVADORBA/links/5c6703254585156b57ffe8bc/LEVANTAMENTO-DE>. Acesso em: 30/01/2020.

GOOGLE. Termos de Serviço adicionais do Google Maps/Google Earth. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR_br/help/terms_maps/>. Acesso em: 9/2/2021.

_____. Transit - Google Developers. Disponível em: <<https://developers.google.com/transit?hl=pt-br>>. Acesso em: 10/2/2021.

GRAGNANI, J. Por que o coronavírus mata mais as pessoas negras e pobres no Brasil e no mundo. BBC News, 12. jul. 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-53338421>>. Acesso em: 9/2/2021.

GUIMARÃES, R. B.; CATÃO, R. DE C.; MARTINUCI, O. DA S.; PUGLIESI, E. A.; MATSUMOTO, P. S. S. O raciocínio geográfico e as chaves de leitura da Covid-19 no território brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 99, p. 119–140, 2020.

HARVEY, D. Globalization and the “Spatial Fix”. **Geographische Revue: Zeitschrift für Literatur und Diskussion**, v. 3, n. 2, p. 23–30, 2001. Disponível em: <https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/2251/file/gr2_01_Ess02.pdf>. Acesso em: 10/2/2021.

INCOGNIA. Biometria Comportamental por Localização. Disponível em: <<https://www.incognia.com/pt/?source=inloco>>. Acesso em: 9/2/2021.

INFORMATION AND ANALYSIS CENTER FOR POSITIONING, NAVIGATION AND TIMING (IAI). GLONASS history. Disponível em: <<https://www.glonass-iac.ru/en/guide/index.php>>. Acesso em: 13/2/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual do Recenseador. Rio de Janeiro: Ministério da Economia, 2019.

_____. Resolução da Presidência n. 1. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf>. Acesso em: 10/12/2019.

_____. Resolução do Presidente n. 1. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_25fev2005.pdf>. Acesso em: 10/12/2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Geração de Imagem - Catálogo de Imagens. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 9/2/2021.

KON, F. Software livre e propriedade intelectual aspectos jurídicos, licenças e modelos de negócio. (N. Lago, P. Meirelles, V. Sabino, C. Congresso da Sociedade Brasileira de, & I. Jornadas de Atualização, Orgs.). Anais, 2012. Curitiba: Curitiba SBC.

LACOSTE, Y.; FRANÇA, M. C. **A geografia: isso serve**, em primeiro lugar para fazer a guerra. 100 ed. Campinas: Campinas Papirus, 2005.

LEY, A.; HANSCH, R.; HELWICH, O. Automatic Building Extraction from Aerial Photogrammetry. (J. G. D. Li B. Yang, H. Wu, R. Lindenbergh, J. Boehm, M. Rutzinger, W. Yao, M. Weinmann, Y. Zhang, R. Hänsch, M. Shahbazi, N. Haala, M. Rothermel, L. Wu, Z. Gui, X. Cheng, H. Wu, S. Li, Z. Kang, K. Khoshelham, M. Peter, L. Díaz-Vilariño, T. Balz, B. Osmanoglu, Org.). **ISPRS Geospatial Week 2017**, v. IV-2/W4, 2017. Wuhan: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing - ISPRS. Disponível em: <<https://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/IV-2-W4/243/2017/isprs-annals-IV-2-W4-243-2017.pdf>>. Acesso em: 8/3/2020.

LOTUFO, P. A.; DE CASTRO, M.; HECKSHER, M.; et al. **infovid #20 - A pandemia pela COVID-19 atingiu intensamente a cidade de São Paulo**. YouTube, 2020.

LOUREIRO, B. População mais pobre morre mais por Coronavírus em São Paulo. Disponível em: <<https://medium.com/medidasp/popula%C3%A7%C3%A3o-mais-pobre-morre-mais-por-coronavirus-em-s%C3%A3o-paulo-443c3f20c986>>. Acesso em: 11/2/2021.

LWANGA, S. K.; TYE, C.-Y.; AYENI, O. **Teaching health statistics: lesson and seminars outlines**. Geneva: Organização Mundial da Saúde, 1999.

MACHADO, L. Funcionários das áreas de segurança e limpeza do HC de SP foram sete vezes mais infectados do que médicos de UTI de Covid. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/09/04/funcionarios-das-areas-de-seguranca-e-limpeza-do-hc-de-sp-foram-7-vezes-mais-infectados-do-que-medicos-de-uti-de-covid>>. Acesso em: 11/2/2021.

MARINO, A.; BARBOSA, B. R.; UNGARETTI, D. G.; et al. Remoções forçadas persistem na pandemia enquanto resistências se articulam #DESPEJOZERO. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/remocoes-forcadas-persistem-na-pandemia-enquanto-resistencias-se-articulam-despejozero/>>. Acesso em: 11/2/2021.

MARINO, A.; BARBOSA, B. R.; UNGARETTI, D. G.; et al. Remoções aumentam durante a pandemia na Grande São Paulo. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/remocoes-aumentam-durante-a-pandemia-despejozero/>>. Acesso em: 12/2/2021.

MARINO, A.; ROLNIK, R.; KLINTOWITZ, D.; et al. Simplificação da leitura do comportamento da epidemia no território dificulta seu enfrentamento - LabCidade. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/simplificacao-da-leitura-do-comportamento-da-epidemia-no-territorio-dificulta-seu-enfrentamento/>>. Acesso em: 10/7/2020.

MAXAR TECHNOLOGIES. About Maxar. Disponível em: <<https://www.maxar.com/about>>. Acesso em: 9/2/2021.

MEDINA, M. G.; MAGALHÃES DE MENDONÇA, M. H.; AQUINO, R. Atenção primária à saúde em tempos de COVID-19: o que fazer? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 36, 2020.

MELO, M. L. DE. Primeira vítima do RJ era doméstica e pegou coronavírus da patroa no Leblon. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2020/03/19/primeira-vitima-do-rj-era-domestica-e-pegou-coronavirus-da-patroa.htm>>. Acesso em: 9/2/2021.

MENDONÇA, P. H. R. Alagamentos, deslizamentos e zonas inteiras ilhadas: o modelo de urbanização por asfalto precisa ser revisto. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/alagamentos-deslizamentos-e-zonas-inteiras-ilhadas-o-modelo-de-urbanizacao-por-asfalto-precisa-ser-revisto/>>. Acesso em: 16/3/2020.

MOROZOV, E.; BRIA, F. **A cidade inteligente**: Tecnologias Urbanas e Democracia. 10 ed. São Paulo: Ubu Editora, 2019.

MORRIS, J. A. **Dr. Peters' Brave New World**. 1973. Londres: The Guardian.

MOTTA, M. P. DA. Topologia dos backbones de internet no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 1, p. 21–35, 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://cetic.br/>>. Acesso em: 9/2/2021.

MOURA, J. Pico de Covid-19 nas classes altas já passou; o desafio é que o Brasil tem muita favela, diz presidente da XP. Folha de São Paulo, 5. maio 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/05/brasil-esta-indo-bem-no-controle-do-coronavirus-e-pico-nas-classes-altas-ja-passou-diz-presidente-da-xp.shtml>>. Acesso em: 9/2/2021.

MUNHOZ, F. Bairro da zona leste de SP sofre com falta d'água há quatro dias. Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2020/12/bairro-da-zona-leste-de-sp-sofre-com-falta-dagua-ha-quatro-dias.shtml>>. Acesso em: 11/2/2021.

NATIONAL COORDINATION OFFICE FOR SPACE-BASED POSITIONING, NAVIGATION AND TIMING. GPS: The Global Positioning System. Disponível em: <<http://www.gps.gov/>>. Acesso em: 30/1/2020.

NEUMANN, A. Quantum GIS (QGIS) Quantumgis (QGIS). **GIS-Business**, n. 4, p. 52–57, 2012.

OPENTRIPLANNER PROJECT. Open Trip Planner. Disponível em: <<http://docs.opentripplanner.org/en/latest/>>. Acesso em: 1/6/2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **United Nations treaties and principles on Outer Space**. 20 ed. Nova York: Organização das Nações Unidas, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Contact tracing in the context of COVID-19**. 2020.

_____. WHO's Data Tool improves Ebola Surveillance, Contact Tracing and Decision Making in Uganda | WHO | Regional Office for Africa. Disponível em: <<https://www.afro.who.int/news/whos-data-tool-improves-ebola-surveillance-contact-tracing-and-decision-making-uganda>>. Acesso em: 9/2/2021.

_____. **Early surveillance in countries with no reported cases of Ebola virus disease.** 2014.

_____. **Contact tracing during an outbreak of Ebola virus disease.** OMS, 2014. República Democrática do Congo: OMS.

_____. Introduction to Ebola disease: Managing infectious hazards, 2018. OMS. Disponível em: <<https://www.who.int/csr/resources/publications/presentation.pdf?ua=1&ua=1>>. Acesso em: 9/2/2021.

_____. Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>>. Acesso em: 10/2/2021.

PAULO, P. P. Após 3 editais, projeto da Prefeitura de SP para oferecer vagas em hotéis a sem-teto idosos não sai do papel. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/07/03/apos-3-editais-projeto-da-prefeitura-de-sp-para-oferecer-vagas-em-hoteis-a-sem-teto-idosos-nao-sai-do-papel>>. Acesso em: 13/2/2021.

PEREIRA, V. Incognia é estratégia de donos da Inloco para “novo mundo”. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/noticias/incognia-in-loco-novo-mundo/>>. Acesso em: 9/2/2021.

PERIFERIA EM MOVIMENTO. Covid-19 em São Paulo: A raça como fator de risco. Disponível em: <<http://periferiaemmovimento.com.br/covidraca/>>. Acesso em: 9/2/2021.

PINHONI, M. Bairros de SP com maioria da população negra apresentam mais mortes por Covid-19, aponta pesquisa. G1, 24. jun. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/06/24/bairros-de-sp-com-maioria-da-populacao-negra-apresentam-mais-mortes-por-covid-19-aponta-pesquisa>>. Acesso em: 9/2/2021.

PORTAL R7. Isolamento é mais respeitado na periferia de São Paulo, diz estudo. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/sao-paulo/isolamento-e-mais-respeitado-na-periferia-de-sao-paulo-diz-estudo-03042020>>. Acesso em: 5/4/2020.

PROJ CONTRIBUTORS. **PROJ coordinate transformation software library.** Open Source Geospatial Foundation, 2019. Disponível em: <<https://proj.org/>>. Acesso em: 2/11/2019.

QGIS. Sustaining members and Donors. [s.l.], 2019. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/sustaining_members.html>. Acesso em: 19/11/2019. QGIS.

_____. Documentation for QGIS 3.4. [s.l.], 2009. Disponível em: <<https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/>>. Acesso em: 19/11/2019.

RATSAMEETHAMMAWONG, P.; KULTHON KASEMSAN, M. L. Mobile Phone Location Tracking by the Combination of GPS, Wi-Fi and Cell Location Technology. **IBIMA Publishing**, v. 2010, 2010. Disponível em: <<http://www.ibimapublishing.com/journals/CIBIMA/cibima.html>>. Acesso em: 9/2/2021.

REIS, G. Coletivo de empresas e organizações mapeia dados da Covid-19 e garante doações. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/empreendedor-social/2020/08/coletivo-de-empresas-e-organizacoes-mapeia-dados-da-covid-19-e-garante-doacoes/>>. Acesso em: 11/2/2021.

RESENDE, D. Drones são usados por moradores da Tijuca para denunciar aumento de nova favela. *Jornal O Globo*, mar. 2018. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/drones-sao-usados-por-moradores-da-tijuca-para-denunciar-aumento-de-nova-favela-23128887>>. Acesso em: 1/2/2020.

ROLNIK, R.; CHUECA, E. G. **Towards a post-pandemic housing policy for cities**. Barcelona, 2020.

ROLNIK, R.; MARINO, A.; MENDONÇA, P.; PEIXOTO, P.; BRITO, G. Disseminação espacial de internações por COVID em bairros de São Paulo - LabCidade. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/disseminacao-espacial-de-internacoes-por-covid-em-bairros-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 8/12/2020.

ROLNIK, R. Transporte seguro na pandemia: o que a prefeitura não está garantindo. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/transporte-seguro-na-pandemia-o-que-a-prefeitura-nao-esta-garantindo/>>. Acesso em: 10/2/2021.

RONCOLATO, M. Esta mudança no Google Maps deixa o mundo menos distorcido. *Nexo*, 2018. São Paulo: Nexa Jornal. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/08/14/Esta-mudanca-no-Google-Maps-deixa-o-mundo-menos-distorcido>>. Acesso em: 12/11/2019.

ROSENTHAL, B. M. Density Is New York City's Big 'Enemy' in the Coronavirus Fight. *The New York Times*, 23. mar. 2020. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2020/03/23/nyregion/coronavirus-nyc-crowds-density.html>>. Acesso em: 9/2/2021.

SÃO PAULO. 2002-0.176.520-5 - Contratação de serviços técnicos especializados de mapeamento digital da cidade de São Paulo. *Diário Oficial da Cidade de São Paulo*, n. 48 (95), p. 88, 23. maio 2003. São Paulo, Brasil: Imprensa Oficial. Disponível em: <<http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/NavegaEdicao.aspx?ClipId=-4VAD88GSHTJS5cF8E88NSEFOJR7>>. Acesso em: 8/3/2020.

_____. São Paulo inova e é a primeira cidade da América Sul a disponibilizar imagens feitas a laser de seu território. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/noticias/sao-paulo-inova-e-e-a-primeira-cidade-da-america-sul-a-disponibilizar-imagens-feitas-a-laser-de-seu-territorio/>>. Acesso em: 5/1/2020.

_____. Ata de Julgamento Concorrência SF/CEL No 01/2015, Processo no 2012- 0.270.708-0. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, n. 61 (23), p. 86, 5. fev. 2016. São Paulo, Brasil: Imprensa Oficial. Disponível em: <<http://www.docidadesp.impressaooficial.com.br/RenderizadorPDF.aspx?ClipID=31I68AOGC74BoeEoKB-J8S6RDVP1>>. Acesso em: 8/3/2020.

_____. SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES. Editais de Licitação - Delegação, por Concessão, da Prestação e Exploração do Serviço de Transporte Coletivo Público de Passageiros, na Cidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/edital/index.php?p=247319>>. Acesso em: 9/2/2021.

SÃO PAULO. GOVERNO DO ESTADO. Coletiva de Imprensa: Anúncio do Governo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_MTw-BMGihc&ab_channel=GovernodoEstadodeSãoPaulo>. Acesso em: 11/2/2021.

_____. Plano São Paulo. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/planosp/>>. Acesso em: 11/2/2021.

SIMÕES, E. Coronavírus: Mortes de pretos e pardos crescem mais que de brancos durante pandemia, mostram dados de cartórios. UOL/Reuters, 13. jul. 2020. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2020/07/13/mortes-de-pretos-e-pardos-crescem-mais-que-de-brancos-durante-pandemia-mostram-dados-de-cartorios.htm>>. Acesso em: 9/2/2021.

SMAILI, S.; MINHOTO, M. A.; ARANTES, P. F.; JR., W. R. DOS S. Projeto Político-Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <https://www.unifesp.br/campus/zonaleste/images/campus_zona_leste/documentos/Projeto_Pedagogico/PPP_Cursos/PPPs_Cursos/PPC_ArquiteturaUrbanismo_AprovadoCG_Versao_102016.pdf>. Acesso em: 13/2/2021.

SNOW, J. **On the mode of communication of cholera**. 20 ed. Londres: John Churchill, 1855.

SOARES, R. Periferia da capital paulista sofre com a falta d'água durante pandemia. Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2020/03/periferia-da-capital-sofre-com-a-falta-dagua-durante-pandemia.shtml>>. Acesso em: 11/2/2021.

SONTAG, S. *Illness as a metaphor*. 10 ed. Nova York: Farrar, Stratus and Giroux, 1978.

SOUZA, C. Covid-19 na periferia de SP expõe faceta da desigualdade, dizem médicos. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2020/04/26/covid-19-na-periferia-expoe-a-faceta-da-desigualdade-dizem-especialistas.htm>>. Acesso em: 9/2/2021.

SP1 E G1 SP. Periferia das Zonas Norte e Sul de SP lideram ranking de bairros com mais mortes por Covid-19. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/06/10/periferia-das-zonas-norte-e-sul-de-sp-lideram-ranking-de-bairros-com-mais-mortes-por-covid-19>>. Acesso em: 9/2/2021.

SUI, D. Z. Legal and ethical issues of using geospatial technologies in society. In: T. L. Nyerger; H. Couclelis; R. McMaster (Orgs.); **The SAGE Handbook of GIS and Society**. p.634–660, 2011. Londres: SAGE Publications Ltd. SUI, D. Z. Will ubicomp make GIS invisible? *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 29, n. 4, p. 361–367, 2005.

TAJRA, A. Bairros de SP com mais pretos e pardos têm mais mortes por Covid-19. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2020/06/24/bairros-com-mais-negros-concentram-maior-numero-de-mortes-pela-covid-19.htm>>. Acesso em: 9/2/2021.

TAVOLARI, B. Senado retrocede no projeto de lei que regula aluguéis e despejos na pandemia. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/senado-retrocede-no-projeto-de-lei-que-regula-alugueis-e-despejos-na-pandemia/>>. Acesso em: 12/2/2021.

TELECO. Tutoriais Telefonia Celular - ERB: O que é? Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialerb/pagina_1.asp>. Acesso em: 9/2/2021.

THE OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION - OSGEO. OSGeo|About. , 2019. Disponível em: <<https://www.osgeo.org/about/>>. Acesso em: 19/11/2019.

UNICEF. mTrac - UNICEF Uganda. , 2017. Disponível em: <<https://www.unicef.org/uganda/what-we-do/mtrac>>. Acesso em: 9/2/2021.

VILLAÇA, F. J. M. **São Paulo: segregação urbana e desigualdade**. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 37–58, 2011.

WALL, T. Cramped living conditions may be accelerating UK spread of coronavirus. *The Guardian*, 12. abr. 2020. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/world/2020/apr/12/virus-hitting-hardest-modern-equivalent-victorian-slums>>. Acesso em: 9/2/2021.

YOU, H.; WU, X.; GUO, X. Distribution of covid-19 morbidity rate in association with social and economic factors in Wuhan, china: Implications for urban development. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 10, 2020. MDPI AG. Disponível em: <[/pmc/articles/PMC7277377/](https://pmc/articles/PMC7277377/)>. Acesso em: 9/2/2021.

Tipografia

Work Sans, Cormorant Garamont, Roboto Mono (Google Fonts).

Papel

Pólen bold 90 g/m²

