

MAPEAMENTO DE COVID-19 E ISOLAMENTO SOCIAL: FERRAMENTAS DE MONITORAMENTO E VIGILÂNCIA EM SAÚDE PÚBLICA

COVID-19 MAPPING AND SOCIAL ISOLATION: MONITORING TOOLS AND SURVEILLANCE IN PUBLIC HEALTH

Patricia Sayuri Silvestre Matsumoto

Instituto Adolfo Lutz IAL/SP - São Paulo

pamatsumot@gmail.com

Marcelo Tenório Crepaldi

Universidade Estadual Paulista FCT/UNESP

terniomarcelo@gmail.com

Paulo Sérgio Avanzi Júnior

Universidade Estadual Paulista FCT/UNESP

avanzijunior@hotmail.com

Matheus Buttler de Oliveira

Universidade Estadual Paulista FCT/UNESP

matheus.buttler@unesp.com

Raisa Maria de Sousa Regala

Universidade Estadual Paulista FCT/UNESP

raisa.msr@gmail.com

Thais Vasco Rosseal

Engenheira Cartógrafa, Universidade Estadual Paulista FCT/UNESP

thvasco@gmail.com

João Pedro Pereira Caetano de Lima

Universidade Estadual Paulista FCT/UNESP

joao.caetano@unesp.br

RESUMO

Contexto: A pandemia de COVID-19 tem demandado esforços dos sistemas de saúde em todo mundo. Uma análise local e geográfica, elaborada por meio de ferramentas de geotecnologias, é capaz de orientar a tomada de decisão e definir áreas prioritárias ao enfrentamento dessa nova doença. Objetivo: O presente estudo faz parte do esforço do Laboratório de Biogeografia e Geografia da Saúde da UNESP de Presidente Prudente para dar suporte à tomada de decisão em situação de emergência em saúde pública. Para isso, tem como objetivo analisar a concentração de casos suspeitos de COVID-19 em Presidente Prudente – SP, Brasil, considerando também as medidas de isolamento social. Metodologia: Os dados são oriundos da Secretaria Municipal de Saúde de Presidente Prudente (de 28/02/2020 a 30/04/2020) e do Estado de São Paulo. Utilizamos uma API de geocodificação do Google Maps e elaboramos os mapeamentos em Sistema de Informação Geográfica. Calculamos a função K de Ripley dos casos de COVID-19, aplicamos o estimador de intensidade de Kernel e cruzamos as áreas de maiores concentrações dos casos com variáveis socioeconômicas do IBGE (menor renda, maior número de idosos e habitantes) para a identificação de áreas vulneráveis. Resultados: Os casos em Presidente Prudente estão aglomerados de 0,4 a 3,4 km. Identificamos cinco áreas de maior intensidade dos casos da doença, tanto em áreas mais centrais como mais distantes, das quais, por vulnerabilidade, as zonas quatro e dois são indicadas como prioritárias para o desenvolvimento de ações de monitoramento e vigilância. Também identificamos baixo índice médio de isolamento social em Presidente Prudente (46%), abaixo dos valores recomendados (>70%) que, por sua vez, estão correlacionados negativamente (-0,52, p-valor<0.05) com os casos de COVID-19 quatro dias após as taxas de isolamento.

Palavras-chave: COVID-19. Mapeamento. Saúde pública. Isolamento social.

Recebido em: 10/05/2020

Aceito para publicação em: 02/06/2020.

ABSTRACT

Background: The COVID-19 pandemic has required efforts from the health systems worldwide. A local and geographical analysis using geo-technologies tools can lead to decision making and define priority areas for coping with this new disease. **Objective:** This study was conducted by the Biogeography and Health Geography Laboratory of Presidente Prudente, São Paulo, Brazil, to support decision making in a public health emergency. It aims to analyze the density of suspected cases of COVID-19 in the city of Presidente Prudente, including social isolation measures. **Methodology:** The data come from Presidente Prudente Municipal Health Secretariat (from 2/28/2020 to 4/30/2020) and the São Paulo State. We used a Google Maps geocoding API and created the mappings in Geographic Information System. We calculated Ripley's K function of COVID-19 cases, applied Kernel density estimator, and crossed the areas of highest cases concentrations with socioeconomic variables from IBGE (lower-income, seniors, and inhabitants) toward vulnerable areas identification. **Results:** Presidente Prudente cases are clustered from 0.4 to 3.4 km. We identified high density in five larger areas, including central areas and distant from downtown. Zones four and two, by the vulnerability, are designated as priorities for monitoring and health surveillance. Additionally, we identified social isolation in Presidente Prudente at a low average level (46%), under the recommended rates (> 70%). COVID-19 cases are negatively correlated with social isolation four days after isolation fees (-0.52, p-value <0.05).

Keywords: COVID-19. Mapping. Public health. Social isolation.

INTRODUÇÃO

A atual pandemia do novo coronavírus tem demandado esforços nunca antes enfrentados pelos sistemas de saúde em todo o mundo. A doença causada pelo vírus SARS-CoV-2 é denominada de COVID-19 (do inglês, coronavírus disease 2019, antes 2019-Ncov). O SARS-CoV-2 é o agente causal da doença respiratória grave, apresentação mais severa da COVID-19 (LAI, et al., 2020).

Os coronavírus recebem este nome em decorrência de sua morfologia que se assemelha a uma coroa. A família do vírus acomete diferentes espécies de animais e nos seres humanos é responsável sumariamente pelos resfriados comuns nos invernos. No entanto, já foram observados surtos com propensões a sérias pandemias por coronavírus mais perigosos, como a SARS em 2002 e a MERS em 2012, causadas respectivamente pelos vírus SARS-CoV-1 e MERS-CoV (VELAN; MEYER, 2020), que são considerados de eficiente transmissibilidade, com potencial de atingir um elevado quantitativo de indivíduos (GUAN et al., 2020).

Os primeiros casos de COVID-19 surgiram em Wuhan na China em dezembro de 2019 (GUAN et al., 2020). Desde então, com uma expansão sem precedentes, já afeta 215 países, regiões e territórios. São mais de 3,6 milhões de casos, cerca de 254 mil óbitos reportados em todo o mundo (WHO, 2020a, atualizado em 07/05/2020).

No Brasil, o vírus foi notificado no final de fevereiro de 2020 (RODRIGUEZ-MORALES et al., 2020) e até o dia 10 de maio foram confirmados cerca de 155 mil casos da doença, com pouco mais de 10,5 mil óbitos registrados e uma letalidade de 6,8%. O estado de São Paulo é um dos mais atingidos pela pandemia, tendo sido registrado até a data cerca de 44,4 mil casos, 3,6 mil óbitos e uma taxa de incidência de 967/1 milhão de habitantes e a mortalidade de 79/1 milhão de habitantes (BRASIL, 2020a). Dessa forma, a COVID-19 atinge grande parcela da sociedade, impactando na capacidade de atendimento do sistema de saúde.

Nesse sentido, de um lado urge a resposta dos sistemas de saúde, utilizando-se de todos os recursos necessários à tomada de decisão, que precisa ser rápida e apoiada em critérios científicos. Do outro lado, é importante que a população siga as recomendações das autoridades em saúde que, neste momento, tem sido orientada especialmente pelo isolamento social, cientificamente recomendado (HELLEWELL et al., 2020).

Assim, o objetivo deste artigo foi analisar a concentração dos casos suspeitos de COVID-19 em Presidente Prudente – SP, Brasil, bem como analisar o isolamento social relacionado aos casos e as decisões das autoridades políticas, com suporte em procedimentos de geoprocessamento e uso de

ferramentas da cartografia digital. Com essas ferramentas, é possível identificar as áreas mais vulneráveis e as prioridades em relação às medidas adotadas. Assim, a equipe do Laboratório de Biogeografia e Geografia da Saúde da UNESP de Presidente Prudente se propõe a dar suporte à tomada de decisão em situação de emergência em saúde pública.

METODOLOGIA

O recorte empírico deste trabalho é o município de Presidente Prudente – SP, que está localizado a oeste do estado de São Paulo (22° 7' 39" Sul, 51° 23' 8" Oeste), distando aproximadamente 550 km da capital do estado, São Paulo (Figura 1). Presidente Prudente possui população urbana estimada em 224.076 habitantes em 2019 e extensão territorial urbana de cerca de 81 mil km², resultando em densidade demográfica de 2,7 mil hab/km² em área urbana povoada².

O município é um dos mais importantes da região, destacando-se na agricultura e pecuária, indústria e serviços. É considerado a sede da Região Administrativa, constituída por 53 municípios, totalizando, aproximadamente, 838 mil habitantes, sendo que os municípios menores possuem, sem exceção, população muito inferior à de Presidente Prudente (SÃO PAULO, 2011a). Os municípios vizinhos contribuem em menor escala com a economia regional devido ao seu baixo dinamismo econômico, fazendo com que a cidade polo, Presidente Prudente, tenha destacado papel em relação às centralidades na região (SANTOS; SPOSITO, 2008). Essa centralidade teve um reflexo direto na disseminação da COVID-19 na região. Até o início de maio, Presidente Prudente apresentava 400 casos suspeitos, concentrando grande parte dos registrados. Atualmente, há casos confirmados em municípios vizinhos como Álvares Machado (3 casos), Caiabú (1), Martinópolis (3), Piquerobi (2), Pirapozinho (1), Presidente Epitácio (3), Presidente Venceslau (20), Rancharia (3), Regente Feijó (2), Santo Anastácio (2), Tarabai (3) e Teodoro Sampaio (1) (BRASIL.IO, atualizado 08/05/2020).

Desenho do estudo

Os dados principais utilizados nesta pesquisa são da Secretaria de Saúde de Presidente Prudente, ou seja, os casos suspeitos testados para COVID-19 do dia 28/02/2020 até 30/04/2020. Ademais, utilizamos a bases de dados do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2020b) para a discussão sobre o isolamento social.

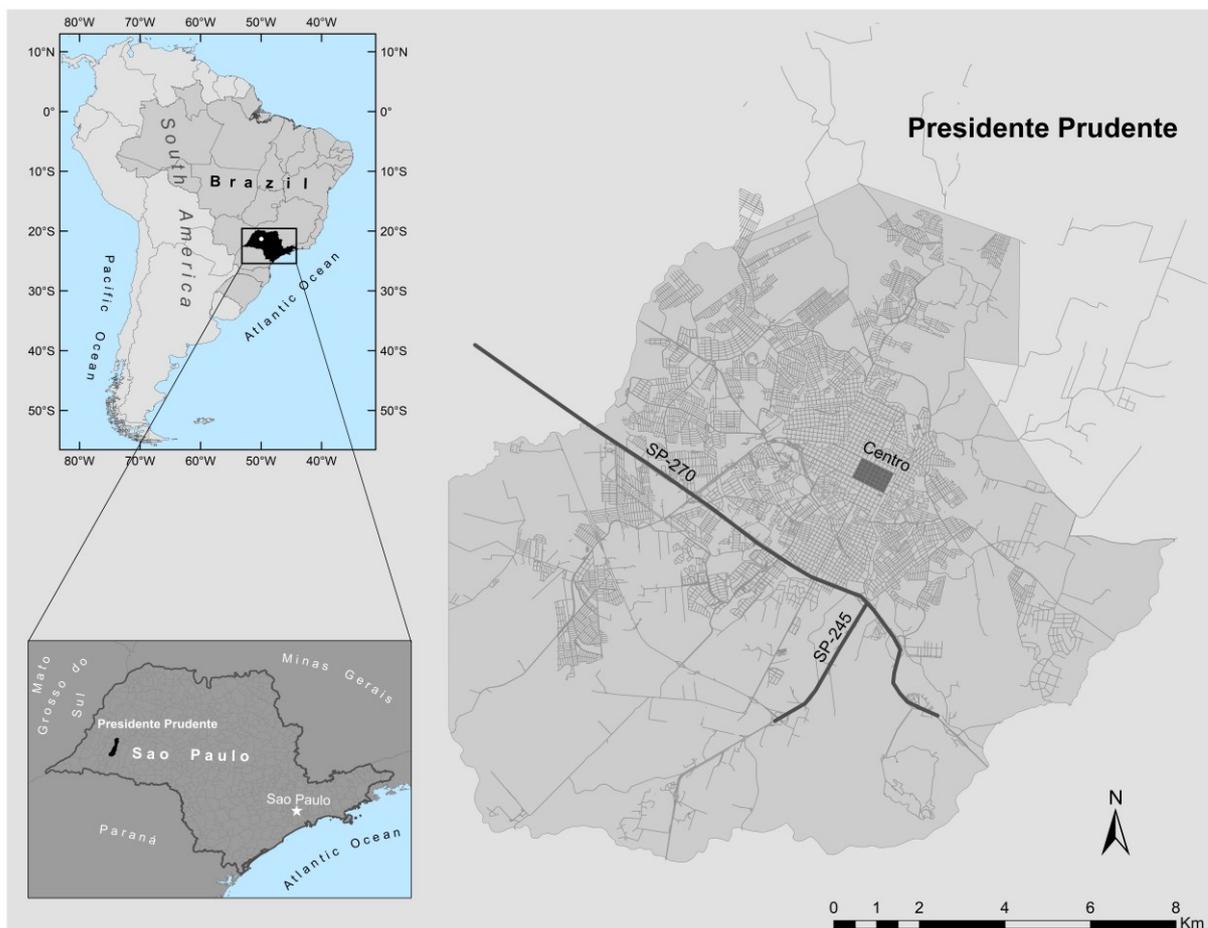
Os dados de COVID-19 foram geocodificados por uma API do GoogleMaps (Geocoding API). Convertemos endereços, por exemplo, nomes de ruas e números do modelo brasileiro, em coordenadas geográficas de latitude e longitude. Então, os dados foram espacialmente referenciados e manipulados no Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10.2.2 (Imagem/ESRI).

Aplicamos o estimador de intensidade de Kernel para estimar a concentração dos casos em Presidente Prudente. O estimador mede a densidade de eventos por unidade de área, a partir de um raio (BAILEY; GATRELL, 1995). Para defini-lo, testamos o padrão dos dados a partir da Função K de Ripley (DIXON, 2014), identificando até quais distâncias houve aglomeração (Figura 2, A). Nesse intervalo, testamos diferentes comprimentos da largura de banda (Figura 2, B) para definir a distância no mapeamento final. Além disso, levamos em consideração o tamanho da malha viária urbana de Presidente Prudente e as características culturais dos habitantes da cidade em relação aos seus deslocamentos diários.

Diante desta metodologia, é preciso salientar a diferença entre fenômeno, dado e técnica. O primeiro leva em consideração características específicas do evento a ser analisado, neste caso, referentes ao SARS-CoV-2, ou aos casos da doença (possibilidade de desenvolver ou não), ainda, às pessoas ou ao poder público. O segundo refere-se ao dado propriamente dito, no caso do mapeamento, uma coordenada, independente de sua referência espacial, não dotada de qualquer característica. Dado e fenômeno devem ser considerados de maneira intrínseca. O terceiro é a técnica, a prática, em que se considera tanto o fenômeno que se está mapeando, quanto o comportamento dos dados. Esse processo não pode ser feito de maneira independente e é esse o problema de se utilizar opções "default" em softwares de mapeamento.

² Dados calculados para 2019 (IBGE, 2020b) a partir da população urbana que representava 97,96% do município em 2010 (Ver < http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/presidente-prudente_sp#demografia>) e a área urbana (81,06 km²) calculada por Sistemas de Informação Geográfica pela geometria do polígono sob as vias povoadas.

Figura 1 - Localização de Presidente Prudente



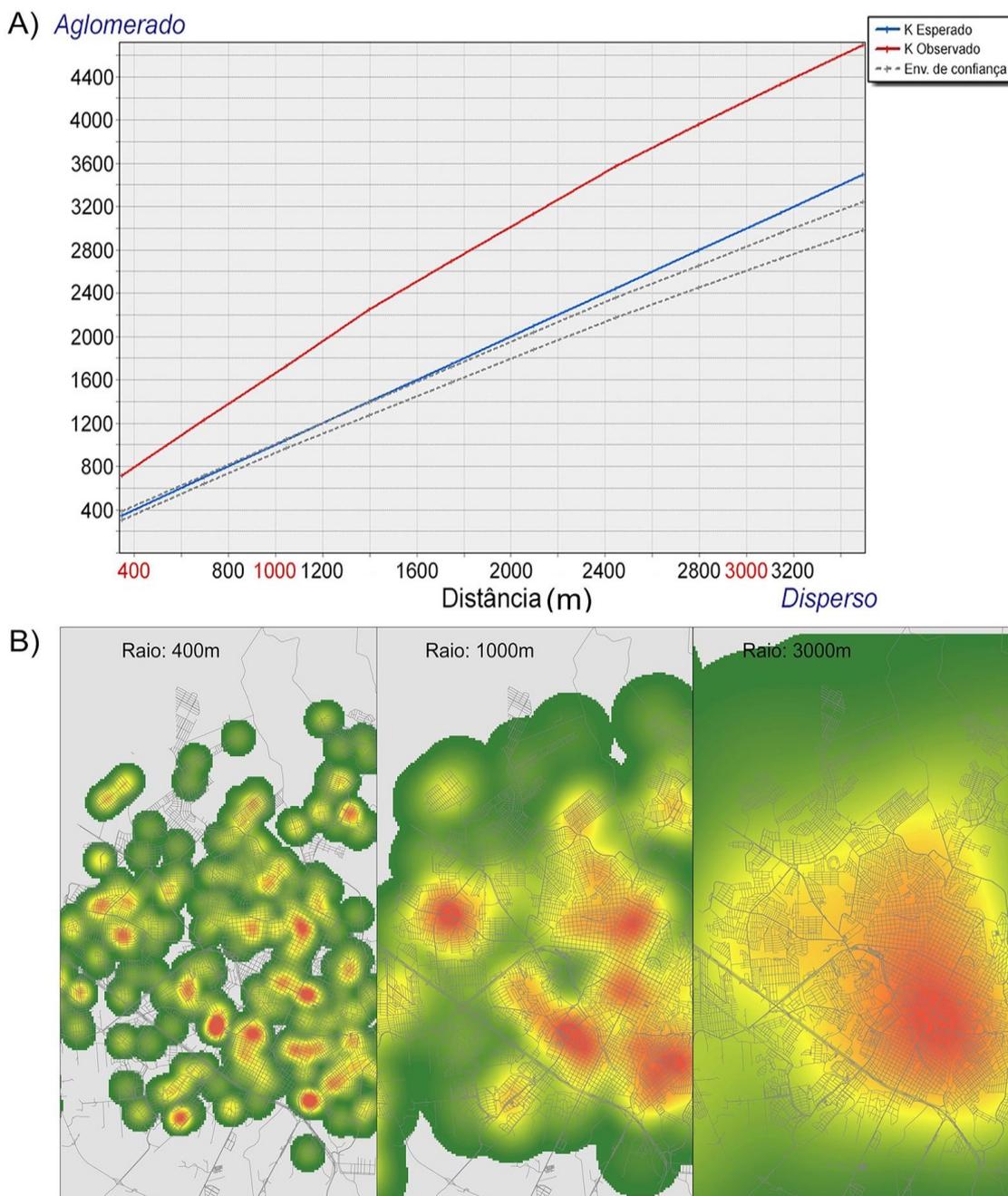
Elaborada pelos autores.

O Kernel é sensível a escolha do raio, logo, em raios grandes a superfície tende a ficar muito amaciada e, de outro modo, raios muito pequenos tendem a deixar a superfície “apontada/espetada” (GATRELL et al., 1996). Ao testarmos o raio de menor distância aglomerada (400m) (Figura 2, B), não foi possível identificar as áreas prioritárias ao planejamento, uma vez que foram muitas. Com raio próximo da maior distância aglomerada (3000m), tampouco se pode definir áreas prioritárias, haja vista que a função amaciou demais, assumindo quase toda a cidade com concentração alta. Assim, o raio de 1 km pareceu o mais adequado ao mapeamento na área urbana estudada. Também discutimos a dinâmica do cidadão prudentino em relação aos deslocamentos (fenômeno). Deslocamento a pé, para o cidadão brasileiro, é uma atividade comum, apesar de pouco estudada (FIGUEIREDO; MAIA, 2009). Dessa maneira, assumimos que haja deslocamentos de até pelo menos 1 km, seja pela caminhada a pé e, principalmente, por meio de outros tipos de transporte, considerando a realidade de uma cidade do interior paulista. Assim, nossos parâmetros e procedimentos podem servir para análise de outras áreas urbanas brasileiras com características semelhantes à Presidente Prudente.

Assim, por meio da análise do fenômeno, inscrito nos dados, traduzido pela implementação da técnica, pudemos elaborar perguntas geoespaciais (FERREIRA, 2013), especialmente, quais são as áreas de maior concentração dos casos da doença e como podemos direcionar esforços da saúde pública para o enfrentamento da COVID-19?

A partir do mapa de Kernel, utilizamos as variáveis do censo brasileiro (IBGE, 2010a) para definir as áreas prioritárias dentro das áreas de concentração alta. Utilizamos as variáveis: i) renda média inferior à 2,5 salários mínimos³; ii) População maior ou igual a 60 anos e; iii) Número de habitantes. Ressaltamos que apesar de a COVID-19 ser uma doença por contágio, não utilizamos a densidade demográfica por setor censitário porque os polígonos periurbanos extrapolam as áreas habitadas, dando uma taxa equivocada em relação ao total do município.

Figura 2 - Função K para os casos suspeitos de COVID-19 e diferentes raios para o estimador de Kernel



Elaborada pelos autores

³ Salário mínimo em 2010 era de 510 reais.

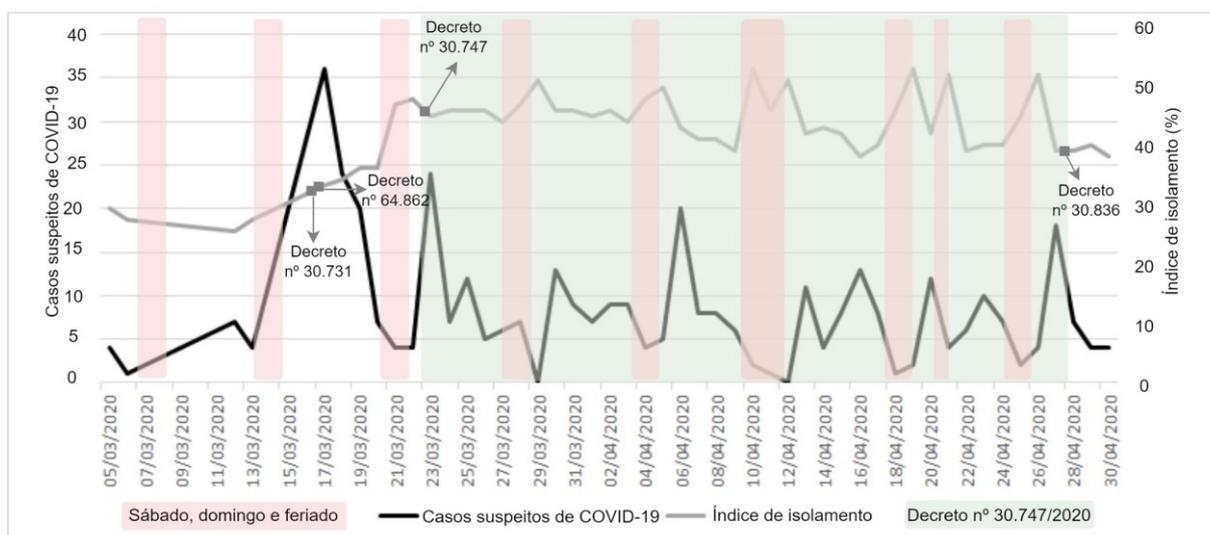
Por fim, elaboramos produtos cartográficos e estatísticos para fundamentar a discussão entre mapeamento e saúde pública. Especificamente para medir a correlação dos dados, utilizamos a correlação de Pearson, considerando os casos suspeitos de COVID-19 e o índice de isolamento social. Adotamos uma média móvel de três dias para suavizar ambos os dados, assim como consideramos um atraso de três, quatro e cinco dias dos casos em relação ao isolamento social, de acordo com a incubação de COVID-19 após exposição (QUN, 2020)(BRASIL, 2020b).

RESULTADOS

Do dia 28 de fevereiro até o dia 30 de abril de 2020 foram registrados 400 casos suspeitos de COVID-19 em Presidente Prudente. A primeira quinzena desde o dia 28 de fevereiro representava 4% do total analisado, aumentando para 39% na segunda e mantendo 28% e 27%, na terceira e quarta, respectivamente.

Nesse período, é importante destacar que uma série de medidas estavam sendo definidas tanto a nível estadual quanto local. No dia 16 de abril o governador do Estado decretou medidas emergenciais para a prevenção contra a COVID-19, a partir do Decreto 64.862 de 13 de março de 2020 (SÃO PAULO, 2020c), e no dia 17 no decreto no 30.731 de 16 de março de 2020, o prefeito de Presidente Prudente publicou medidas de enfrentamento contra o coronavírus (PRESIDENTE PRUDENTE, 2020a). O gráfico 1 demonstra como os casos suspeitos de COVID-19 se relacionam com o isolamento social da população no período de estudo.

Gráfico 1 - Isolamento social e casos suspeitos de COVID-19 em Presidente Prudente



Elaborado pelos autores. Fonte dos dados: Secretaria de Saúde de Presidente Prudente e Governo do Estado de São Paulo

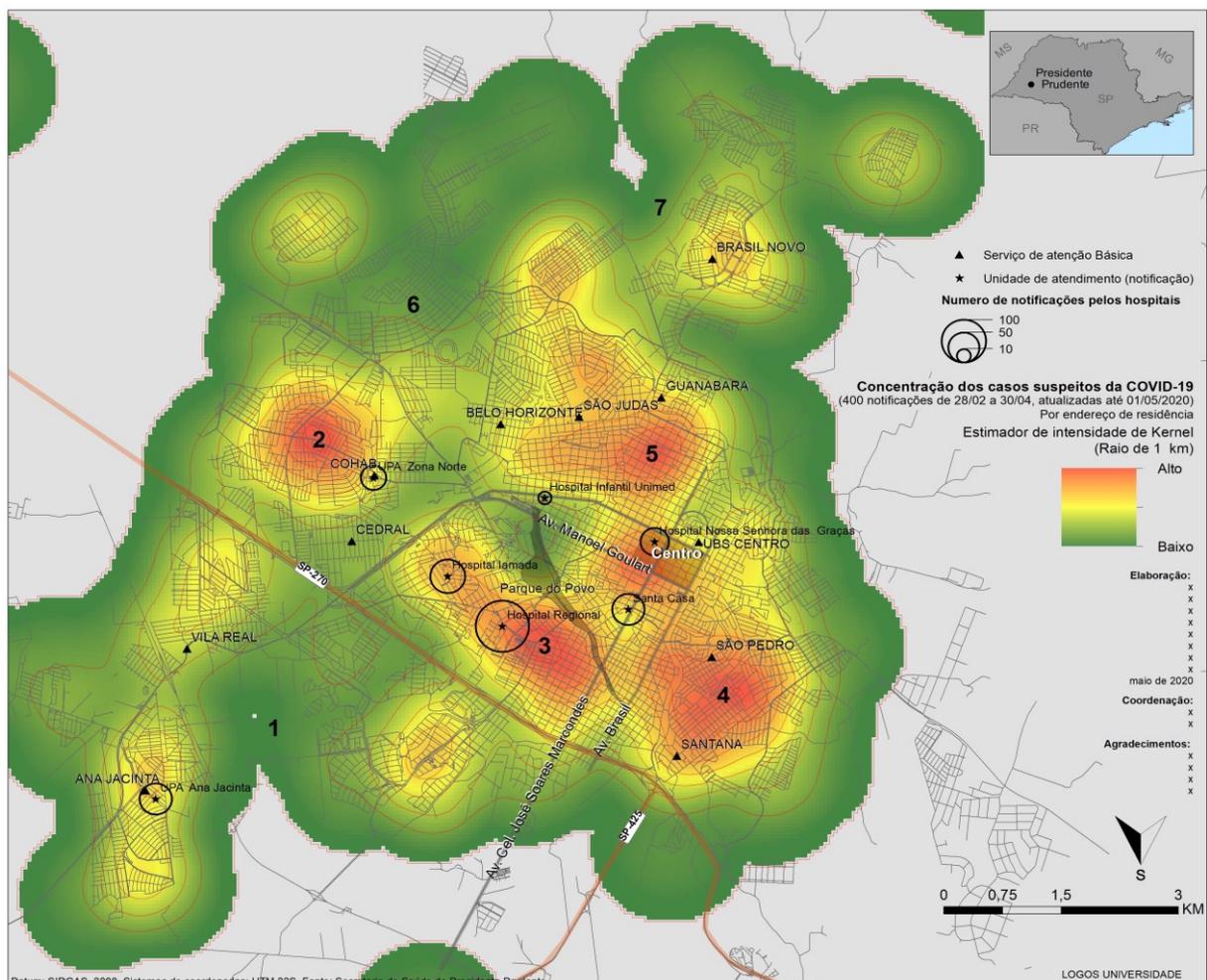
Observa-se taxas de isolamento social menores do que 30% até o dia 15 de março que vão minimamente se elevando até o dia 21, dia anterior a publicação do decreto municipal nº 30.747 de 23 de março de 2020. A partir dessa data, a média de isolamento social foi de 46%, sendo que de 24 a 30 de abril, essa taxa caiu para 43%, tendo sido registrado um total de 263 casos suspeitos de COVID-19 nesse período, ou seja, mais que 50%. A máxima de isolamento registrada foi de 54% nos dias 10 e 19 de abril. Houve abertura do comércio a partir do dia 28 de abril, segundo o decreto nº 30.836 de 24 de abril de 2020 (PRESIDENTE PRUDENTE, 2020c), e após esse período, o índice de isolamento foi de 46%, menor valor registrado desde as medidas de enfrentamento à COVID-19.

Ainda de acordo com o Gráfico 1, com pequeno atraso para os casos suspeitos, identifica-se uma relação de aumento e diminuição das taxas de isolamento social paralelamente ao aumento e diminuição da notificação dos casos. Assim, para comprovar a relação entre isolamento e casos de COVID-19, testamos a correlação de Pearson. Encontramos correlação negativa de moderada a média (-0,46, -0,52, -0,51, todas com p -valor <0.05) entre as taxas de isolamento social e os casos de COVID-19 após três, quatro e cinco dias ao isolamento social, respectivamente. Outro ponto a ser observado é o destaque para pequenos aumentos de isolamento nos finais de semana.

Em relação ao mapeamento proposto, observamos diferentes concentrações de casos de COVID-19 em Presidente Prudente (Figura 3). Há quatro áreas de maior intensidade: as zonas dois, três, quatro e cinco e, com intensidade pouco menor, mas ainda alta, a área próxima ao centro. Destaca-se também as concentrações médias nas zonas um, seis e sete. As unidades de atendimento, representadas por número absoluto de notificações, apresentam o Hospital Regional com a maior frequência, seguido dos Hospitais Iamada, Santa Casa e Nossa Senhora das Graças.

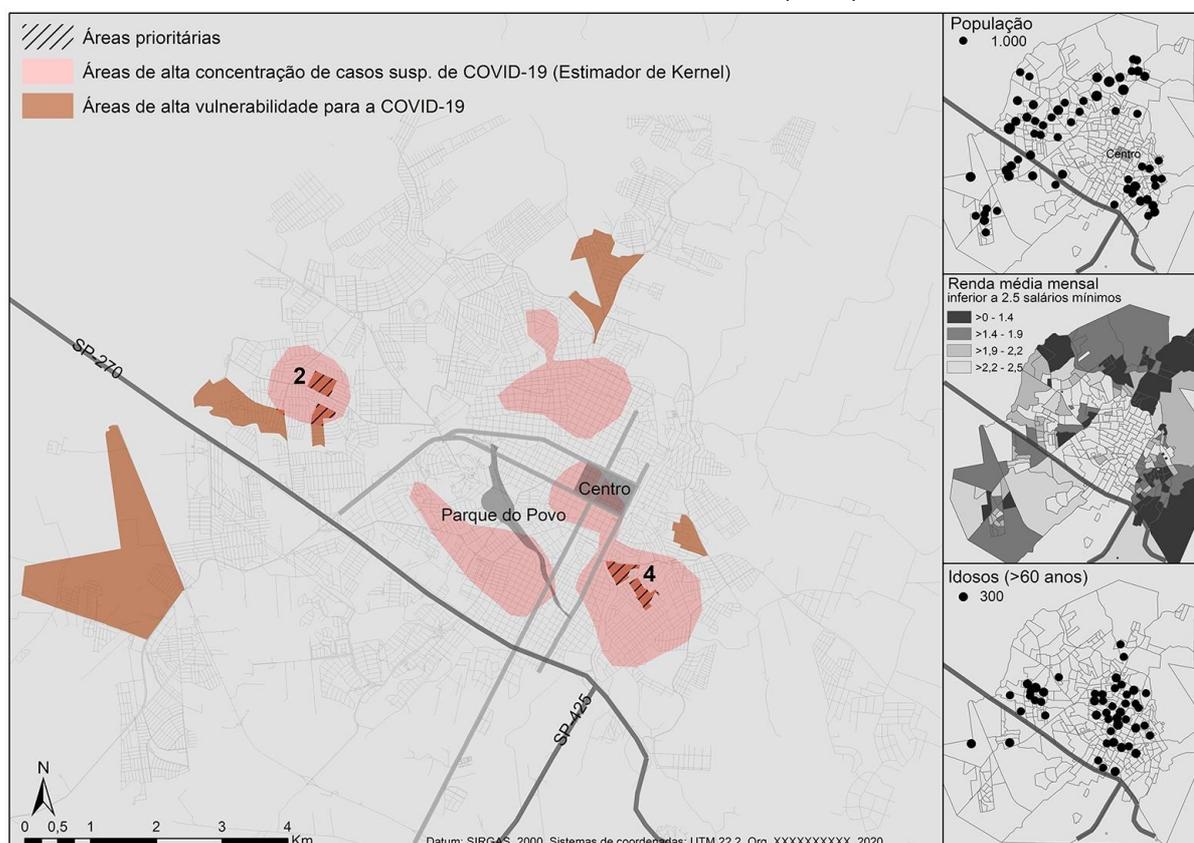
A Figura 4 aponta para duas áreas em ordem de prioridade: zona quatro e dois, uma vez que as áreas de vulnerabilidade ao COVID-19 se sobrepõe às áreas de maiores densidades para casos da doença.

Figura 3: Densidade de casos suspeitos de COVID-19 em Presidente Prudente (2020).



Elaborada pelos autores

Figura 4 - Áreas com maior vulnerabilidade e concentração alta de casos suspeitos de COVID-19 em Presidente Prudente (2020)



Elaborada pelos autores

DISCUSSÃO

O governo brasileiro tem demonstrado dificuldade em gerir as informações de casos de COVID-19, incorrendo nas subnotificações (DAGNINO et al 2020), não possuindo dados exatos do número de casos confirmados, suspeitos ou os em observação (BASSO, 2020). No Brasil, diferentes testes têm sido utilizados, os de detecção da sequência viral por reação em cadeia da polimerase com transcriptase reversa (RT-PCR) e os imunológicos (BRASIL, 2020b). A dificuldade e demora do fluxo da informação entre a coleta, testagem e diagnóstico, e sua comunicação, dificultam uma análise do panorama geral da situação dos casos confirmados. Adicionalmente, há as pessoas assintomáticas e os casos leves, ambos que não estão sendo testados. Portanto, sabemos que os casos suspeitos podem vir a ser confirmados ou descartados, porém estes parecem ser os mais adequados para se planejar as tomadas de decisões.

Foi estimado que haja no Brasil mais de 90% de subnotificação no número de casos confirmados (COVID-19 BRASIL-USP, 2020). A subnotificação deve ser observada em decorrência da variação da taxa de mortalidade. A Coreia do Sul é um exemplo para entendê-la, já que o país possui um dos maiores indicadores de testes de COVID-19 per capita do mundo, aproximando-se mais da realidade. A mortalidade do vírus neste país varia em torno de 2,36%, enquanto no Brasil essa taxa variou em torno de 6,86% em abril. Em virtude do baixo número de testes no Brasil - 1,5 mil testes por milhão de habitantes contra mais de 12 mil por milhão da Coreia do Sul - os confirmados tendem a ser muito inferiores à realidade (OKE; HENEGHAN, 2020). De fato, estima-se que apenas 8% dos casos confirmados de COVID-19 são computados (ALONSO et al., 2020). Esta subnotificação dificulta a ação dos pesquisadores e autoridades públicas, pois os números reais e estimados ajudam a

compreender a seriedade da situação e auxiliar a gestão pública de saúde a reconhecer as áreas de maior vulnerabilidade.

Dessa forma, os dados trabalhados neste artigo são os casos suspeitos de COVID-19 no município de Presidente Prudente, provindos da Secretaria Municipal de Saúde, ou seja, quem os notifica. Apesar de nem todos os casos suspeitos terem sido confirmados para o SARS-CoV-2, a nível local, estes parecem sensíveis para interpretar os padrões espaciais da doença, tendo em vista o problema da subnotificação, tanto para a resposta dos exames já realizados, como para a falta de testes disponíveis.

Não encontramos na literatura trabalhos a nível local que se utilizem de mapeamentos de casos de COVID-19 ou seus rebatimentos. É certo que, nos próximos dias, uma série deles serão publicados. Contudo, trabalhos que se utilizam de metodologias de mapeamento na escala regional têm sido frequentes (FORTALEZA et al., 2020) (SANTOS; ZEILHOFER; MURARO, 2020), (ARAB-MAZAR et al., 2020), (PEDROSA; ALBUQUERQUE, 2020). Especialmente utilizando-se do estimador de Kernel para análise de COVID-19 (HAN et al., 2020), é possível se direcionar as atenções para os locais que indicam maiores concentrações do fenômeno investigado. Estes resultados são importantes recursos para a resposta que o poder público pode dar em relação a regiões ou municípios, ou mesmo países de fronteiras. Adicionalmente, uma série de mapeamentos online têm sido alimentados diariamente em plataformas digitais como <<http://hub.arcgis.com/pages/covid-19>>. As ferramentas de geotecnologias, associadas à grande quantidade de dados, Big Data, são, dessa forma, imprescindíveis para se apoiar a tomada de decisão nos dias atuais (KAMEL BOULOS; GERAGHTY, 2020) (ZHOU et al., 2020).

Utilizando as ferramentas de geotecnologias, encontramos cinco áreas de maior densidade dos casos de COVID-19 em Presidente Prudente (Figura 3), ou seja, nas zonas dois, três, quatro e cinco, atingindo grande parte da extensão territorial da área urbana. O padrão de concentração alta está distribuído tanto em bairros mais centrais, como nos mais distantes. A concentração refere-se aos endereços de residência. No entanto, pela quantidade de notificações e tipo de hospitais, permite-se traçar um perfil da distribuição de COVID-19 em Presidente Prudente espacialmente. Quase metade dos casos foram registrados no Hospital Regional que, somados às notificações de Pronto Atendimento, são serviços de saúde pública. Porém, pouco menos que a metade das notificações advêm de Hospitais particulares, como o Nossa Senhora das Graças, lamada ou a Santa Casa, sendo este último de economia mista. O período temporal deste trabalho mapeia os dados em um momento em que há leitos disponíveis para todos. Porém, questiona-se se, com os níveis de isolamento tão baixos, diante do aumento do número de casos, os hospitais públicos (100% SUS) terão capacidade para atender a demanda pelo atendimento dos casos mais graves. Por enquanto, quase metade das notificações são oriundas de hospitais particulares ou mistos, mas e se chegarmos a limites preditos pela ciência (e experiências de alguns países) de possível colapso do sistema de saúde? Em Presidente Prudente, apenas o Hospital Regional é público e é gerido por uma organização social, além de atender não somente o município, mas municípios da região.

Diante disso, identificamos, dentre as áreas de maior concentração de casos suspeitos de COVID-19, aquelas que são mais vulneráveis do ponto de vista de menor renda, maior número de pessoas idosas e maior número de habitantes. Este trabalho direciona esforços para níveis de prioridade. Os mapeamentos são um alerta e, antes de ser publicado, um esboço destes foi apresentado para as autoridades municipais. O que fazer com a informação nele contida depende tanto das decisões políticas, como também da resposta da população em atender e colaborar com as medidas de enfrentamento da COVID-19.

Uma das decisões mais importantes que os chefes do executivo de municípios e Estados vêm enfrentando é equacionar as medidas de saúde frente à economia. No cenário pandêmico, medidas de enfrentamento tiveram que ser tomadas, tais como as emergenciais, no município e no estado (PRESIDENTE PRUDENTE, 2020a e SÃO PAULO, 2020c), de fechamento de serviços não essenciais (PRESIDENTE PRUDENTE, 2020b e SÃO PAULO, 2020d) e a obrigatoriedade no uso de máscaras (PRESIDENTE PRUDENTE, 2020c e SÃO PAULO, 2020e).

Essas medidas visam, entre outros objetivos, principalmente a diminuição da curva de pessoas infectadas através do isolamento social, cientificamente comprovado em surtos epidêmicos (HELLEWELL et al. 2020). No entanto, o que se verifica é uma baixa adesão da população de Presidente Prudente, que tem registrado uma média de 46% de isolamento social, com oscilação média de 45% entre os finais de semana e de 41% durante a semana, muito abaixo do considerado ideal (>70%) para se controlar a doença em R_0 de 2,5. Em um cenário em que o R_0 fosse de 1,5, ainda assim o isolamento recomendado seria de aproximadamente 50% (HELLEWELL et al., 2020), mínima quase nunca atingida pelo município (sete vezes de 28/02 a 30/04/2020). O R_0 do Brasil foi considerado de 2,8 (THE LANCET, 2020). Adicionalmente, ressalta-se que Presidente Prudente tem registrado taxas de isolamento social abaixo da média do estado, que é de 50% (SÃO PAULO, 2020b). Nosso estudo evidencia a relação entre o isolamento social e os casos da doença. Encontramos correlação negativa média a partir do terceiro dia de isolamento social, porém a maior correlação foi após 4 dias. Em outras palavras, os casos tendem a diminuir com o isolamento social ou, de outro modo, os casos aumentam conforme a diminuição do isolamento social.

Contudo, se é certo que o isolamento diminui as curvas de contaminação por parte da população, o refúgio dentro de nossos lares baseia-se na premissa de que toda população possui um local de moradia fixa e que ainda pode usufruir das mínimas condições de subsistência caso seja necessário um isolamento por uma determinada escala temporal (PIRES, 2020). Nesse contexto, o coronavírus torna-se seletivo ao encontrar condições mais propícias para propagação, mas é de extrema importância destacar que o aumento da dispersão da doença não está somente relacionado à baixa adesão ao isolamento social, mas também à intenção ou intuito da pessoa e suas condições sociais. As situações são distintas: há quem possa realizar o isolamento social e não acredite na dispersão do vírus, e há aqueles que acreditam e querem aderir aos protocolos e às medidas profiláticas, mas não podem devido ao estado de vulnerabilidade social em que se encontram, pelas desigualdades arraigadas em nosso país. Isto posto, faz-se necessário mencionar que, além das distintas realidades socioespaciais brasileiras, cuja parcela significativa da população padece, certas vezes as pessoas são influenciadas pelo presidente da república, indo na contramão em relação à maioria dos países do mundo no que tange às recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2020b). As ações do presidente legitimam aglomerações, além de ir contra líderes estaduais que defendem o isolamento social, podendo, assim, contribuir com os baixos índices de isolamento. Sendo assim, o presidente foi apontado como o pior líder global a lidar com a pandemia (THE WASHINGTON POST, 2020) e como “talvez a maior ameaça à resposta ao COVID-19 para o Brasil” (THE LANCET, 2020). Portanto, necessitamos de uma consistência entre as lideranças federais, estaduais e municipais para que possamos organizar e sistematizar as ações em relação a pandemia.

A tomada de decisão precisa estar pautada em evidências científicas que possam respaldar medidas mais restritivas, ou minimizá-las em um cenário que visa o controle da doença. As ferramentas de geotecnologias, apoiadas em análises geográficas, têm se demonstrado eficientes para planejar ações de saúde no mapeamento de doenças, bem como para auxílio direto no que diz respeito à tomada de decisões por parte de órgãos públicos. Como mencionamos, a disseminação de casos de COVID-19 não se dá de forma homogênea. Primeiro atinge áreas de grande centralidade urbana como metrópoles, se difundindo então para regiões mais interioranas (FORTALEZA et al, 2020) (PEDROSA; ALBUQUERQUE, 2020), atingindo áreas com menor infraestrutura em relação a saneamento básico, com pessoas de baixa renda e ainda com grandes agrupamentos habitacionais, características essas que conjecturam uma grande vulnerabilidade social, que colaboram significativamente com a transmissão do SARS-CoV-2 (MACEDO; ORNELLAS; BOMFIM, 2020). A área urbana de Presidente Prudente parece ter esses mesmos padrões. Vimos que as maiores concentrações, atualmente, se dão tanto em áreas mais centrais como em áreas mais vulneráveis (Figura 3 e 4). Por isso, as técnicas aqui empregadas permitirão apoiar a decisão sobre as medidas que podem ser realizadas em cada uma das áreas. Ainda, salienta-se que de acordo com a centralidade que Presidente Prudente exerce em seus municípios vizinhos, as decisões do poder público em consonância com a população prudentina, refletem-se em toda a região.

Finalmente, não poderíamos deixar de mencionar que este trabalho limita-se pelo uso dos dados do censo brasileiro (IBGE, 2010a), em que as variáveis são de 2010. Além de uma janela temporal grande, não foi considerado a mortalidade das pessoas. Futuros trabalhos podem implementar outras

variáveis, por exemplo, por gênero e raça, para citar algumas. Apesar disso, acreditamos que o nosso trabalho possa contribuir para a discussão dos padrões espaciais de COVID-19, proporcionar a reflexão sobre o uso de ferramentas de mapeamento como suporte para a tomada de decisão em situações de emergência em Saúde Pública como é o caso da pandemia de COVID-19.

CONCLUSÕES

Utilizando ferramentas do geoprocessamento e cartografia digital para a aplicação de conhecimentos geográficos na saúde pública, identificamos cinco áreas de alta concentração de casos suspeitos de COVID-19 em Presidente Prudente-SP, Brasil, das quais também destacamos as mais vulneráveis, de acordo com renda, número de idosos e habitantes. Assim, dois pontos devem ser considerados: de um lado, os tomadores de decisões precisam planejar-se e agir para conter o avanço da doença, bem como minimizar seus impactos na população; do outro, a população, por sua vez, necessita confiar nas ações orientadas pelo poder público.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, W. J.; et al. Covid-19 em contexto: comparação com a mortalidade mensal por causas respiratórias nos estados brasileiros. **Interamerican Journal of medicine and Health**, v. 3, abr 2020. <https://doi.org/10.31005/iajmh.v3i0.93>.
- ARAB-MAZAR, Z.; et. al. Mapping the incidence of the COVID-19 hotspot in Iran – Implications for Travellers Dear. **Travel Medicine and Infectious Disease**, n. mar, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101630>
- BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. Interactive Spatial Data Analysis. Longman Scientific & Technical. Essex. New York.1995.
- BASSO, M. 2020. **Subnotificação Dificulta Combate à Covid-19 No Brasil**. Made for minds 27 de mar 2020. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/subnotificação-dificulta-combate-à-covid-19-no-brasil/a-52919120>>. Acesso em: 06 de maio de 2020.
- BRASIL. Ministério da saúde. **CORONAVÍRUS Brasil**. Disponível em <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em 5 de maio de 2020a
- BRASIL - **Acurácia Dos Testes Diagnósticos Registrados Para a COVID-19**. Ministério Da Saúde. 2020b.
- BRASIL.OI. **COVID-19: Boletins informativos e casos do coronavírus por município por dia**. Disponível em: < <https://brasil.io/dataset/covid19/caso/>>. Acesso em: 09 de mar de 2020.
- COVID-19 BRASIL-USP. **Análise Subnotificação. Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto**. 08 de maio de 2020. Disponível em: <<https://ciis.fmrp.usp.br/covid19/analise-subnotificacao/>>. Acesso em: 08 mai 2020.
- DAGNINO, R. et al. 2020. Monitoramento do Coronavírus (Covid- 19) nos municípios no Rio Grande do Sul, Brasil. **SocArXiv**, 28 de mar 2020. Disponível em: <<https://osf.io/preprints/socarxiv/3uqn5/>> . Acesso em: 08 mai 2020. <https://doi.org/10.31235/osf.io/3uqn5>
- DIXON, P. M. **Ripley's K Function Theoretical K (t) Function**. Statistics, n december, p. 1–16, 2014.
- FERREIRA, M. C. Um modelo para formulação de perguntas geoespaciais em SIG, baseado na matriz geográfica de Berry (1964). **Revista de Geografia da USP**, v. 26, p. 252-269, 2013. <<https://doi.org/10.7154/RDG.2013.0026.0013>> Acesso em: 06 mai 2020. <https://doi.org/10.7154/RDG.2013.0026.0013>
- FIGUEIRÊDO, C. F; MAIA, M. L. A. 2009. Para Onde e Por Quais Razões Se Deslocam Os Pedestres? Uma Pesquisa Realizada Em Recife. **Antp. Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, v. 32. p7-23, 2009.

FORTALEZA, C. M. B.; GUIMARÃES, R. B.; CATÃO, R. C et al. Elementary spatial structures and dispersion of COVID-19: health geography directing responses to public health emergency in São Paulo State, Brazil. **Medrxiv**. p. 1–10, abr 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.04.26.20080895>

GATRELL, A. C.; et al. Spatial Point Pattern Analysis and Its Application in Geographical Epidemiology. **The Royal Geographical Society**. Vol. 21, nº 1, pp. 256-274, 1996. <https://doi.org/10.2307/622936>.

GUAN, W. J., et al.; for the China Medical Treatment Expert Group for COVID-19. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. **The New England Journal of Medicine**, v. 382, p. 1708 – 1720. abr 2020. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>.

HAN, X. et al. Using social media to mine and analyze public opinion related to COVID-19 in China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17(8), 2788; <https://doi.org/10.3390/ijerph17082788>

HELLEWELL, J.; et al. Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. **The lancet Global Health**, v. 8, n.4, p. 488 – 496, abr 2020. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30074-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30074-7)

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **CIDADES**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 7 de mai de 2020b.

KAMEL BOULOS, M. N.; GERAGHTY, E. M. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: How 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. *International Journal of Health Geographics*, v. 19, n. 1, p. 1–12, 2020.

LAI, C. C.; SHIH, T. P.; KO, W. C.; TANG, H. J.; HSUEH, P. R. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 55, n 3, mar 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105924>

MACEDO, Y. M; ORNELLAS, J. L; BONFIM, H. F. Covid-19 nas favelas e periferias brasileiras. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*. vol. 2, n. 4, Boa Vista, 2020. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3748842>

OKE, J.; HENEGHAN, C. Global Covid-19 Case Fatality Rates. Oxford COVID-19 Evidence Service. 17 de mar de 2020. Disponível em: <<https://www.cebm.net/covid-19/global-covid-19-case-fatality-rates/>>. Acesso em: 06 mai 2020.

PEDROSA, N. L., AIBUQUERQUE, N. L. S. Análise Espacial dos Casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*. abr 2020. Disponível em: <<http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/analise-espacial-dos-casos-de-covid19-e-leitos-de-terapia-intensiva-no-estado-do-ceara-brasil/17556?id=17556>>. Acesso em: 06 de mai de 2020.

PIRES, R.R.C. Os efeitos sobre grupos sociais e territórios vulnerabilizados das medidas de enfrentamento à crise sanitária da COVID-19: propostas para o aperfeiçoamento da ação pública. *IPEA*. n 33, p.1-18, abr 2020.

PRESIDENTE PRUDENTE. Decreto nº 30.731, de 16 de março de 2020. Dispõe sobre a adoção de medidas de enfrentamento da pandemia decorrente do novo coronavírus, para os serviços especificados, e dá outras providências. [S. I.], 2020. Disponível em: <http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=53500>. Acesso em: 5 mai 2020a.

PRESIDENTE PRUDENTE. Decreto nº 30.747, de 23 de março de 2020. Dispõe sobre a adoção de medidas de enfrentamento da pandemia decorrente do novo coronavírus, para os serviços

especificados, e dá outras providências. 2020. Disponível em: <http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=53537>. Acesso em: 5 mai 2020b.

PRESIDENTE PRUDENTE. Decreto nº 30.836, de 24 de abril de 2020. Dispõe sobre estender a medida de quarentena para enfrentamento da pandemia decorrente do coronavírus, estabelecer normas para o funcionamento do comércio e dos prestadores de serviços e dá outras providências. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=53686>. Acesso em: 6 mai 2020c.

QUN, L.; et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia. *The New England journal of medicine*, v. 382, n.13, p. 1199-1207, março 2020. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>.

RODRIGUEZ-MORALES, A. J.; et al. COVID-19 in Latin America: The Implications of the First Confirmed Case in Brazil. *Travel Medicine and Infectious Disease*. no. xxxx, 1477-8939, abr 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101613>.

SANTOS, E. C.; SPOSITO, E. C. A dinâmica recente do setor industrial e de seu mercado de trabalho formal da região administrativa de presidente prudente – SP. *Geografia em Atos*, n. 8, v.1. UNESP, Presidente Prudente, 2008. <https://doi.org/10.35416/geoatos.v1i8.240>.

SANTOS, E. S. DOS; ZEILHOFER, P.; MURARO, A. P. Análise de demanda adicional de leitos hospitalares gerais, UTI e equipamentos de ventilação assistida em Mato Grosso em função da pandemia de COVID-19: impactos regionais. *Nota Técnica*. 2020. Publicado pela Universidade Federal do Mato Grosso. Disponível em <http://www.geografiaufmt.com.br/docs/covid/Nota_Tecnica_Analise_de_demanda_adicional_de_leitos_hospitalares_gerais_UTIs_e_equipamentos_de_ventilacao_mecanica_em_MT_em_funcao_da_pandemia_de_COVID19_impactos_regionais.pdf>. Acesso em 07 mai 2020.

SÃO PAULO. Região administrativa de Presidente Prudente. Secretaria do Emprego e Relações do trabalho, 2011, p. 1-24a.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Fonte: Sistema de Monitoramento Inteligente. Disponível em <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/coronavirus/isolamento/>>. Acesso em 05 de mai de 2020b.

SÃO PAULO. Decreto nº 64.862, de 13 de março de 2020. Dispõe sobre a adoção, no âmbito da Administração Pública direta e indireta, de medidas temporárias e emergenciais de prevenção de contágio pelo COVID-19 (Novo Coronavírus), bem como sobre recomendações no setor privado estadual. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2020/decreto-64862-13.03.2020.html>>. Acesso em: 5 mai 2020c.

SÃO PAULO. Decreto nº 64.879, de 20 de março de 2020. Reconhece o estado de calamidade pública, decorrente da pandemia do COVID-19, que atinge o Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/index.htm>. Acesso em: 6 mai 2020d.

SÃO PAULO. Decreto nº 64.959, de 4 de maio de 2020. Dispõe sobre o uso geral e obrigatório de máscaras de proteção facial no contexto da pandemia da COVID-19 e dá medidas correlatas. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/index.htm>. Acesso em: 6 mai 2020e.

THE LANCET. COVID-19 in Brazil : “So What?”. *The Lancet*. vol 39, p. 1461, mai 2020. Acesso em: 07 de mai 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31095-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31095-3).

THE WASHINGTON POST. Leaders risk lives by minimizing the coronavirus. Bolsonaro is the worst. 14 de abr 2020. Disponível em: < https://www.washingtonpost.com/opinions/global-opinions/jair-bolsonaro-risks-lives-by-minimizing-the-coronavirus-pandemic/2020/04/13/6356a9be-7da6-11ea-9040-68981f488eed_story.html>. Acesso em: 07 de mai 2020.

VELAVAN, T. P.; MEYER, C. G. The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine and International Health*, v. 25, n. 23, p. 278 – 280, mar 2020. <https://doi.org/10.1111/tmi.13383>.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. COVID-19. Disponível em <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>>. Acesso em: 5 de mai de 2020a.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. COVID-19. Disponível em <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>>. Acesso em: 7 de mai de 2020.

ZHOU, C. et al. COVID-19: Challenges to GIS with Big Data. *Geography and Sustainability*, v. 1, n. 1, p. 77–87, 2020b. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.03.005>