



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus Presidente Prudente

JOÃO PEDRO PEREIRA CAETANO DE LIMA

**DIFUSÃO ESPACIAL DA COVID-19 EM PRESIDENTE PRUDENTE E
BOTUCATU – SÃO PAULO.**

Presidente Prudente

2022

JOÃO PEDRO PEREIRA CAETANO DE LIMA

**DIFUSÃO ESPACIAL DA COVID-19 EM PRESIDENTE PRUDENTE E
BOTUCATU – SÃO PAULO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia, junto ao Conselho de Curso de Graduação em Geografia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Câmpus de Presidente Prudente.

Orientador: Prof. Dr. Raul Borges Guimarães

Coorientadora: Prof^ª Dra. Patrícia Sayuri Silvestre Matsumoto

Presidente Prudente

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

L732d

Lima, João Pedro Pereira Caetano de
Difusão Espacial da COVID-19 em Presidente Prudente e
Botucatu - São Paulo / João Pedro Pereira Caetano de Lima. --
Presidente Prudente, 2022
149 p. : il., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente
Orientador: Raul Borges Guimarães
Coorientadora: Patrícia Sayuri Silvestre Matsumoto

1. Geografia da Saúde. 2. Cartografia. 3. COVID-19. 4.
Análise Espacial. 5. Vigilância em Saúde. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DECLARAÇÃO

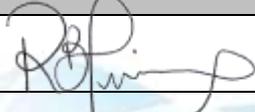
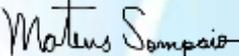
JOÃO PEDRO PEREIRA CAETANO DE LIMA, RG. N.º **46.905.663-0** - **SSP/SP**, cumpriu, sob minha orientação, 180 horas da disciplina de Estágio Supervisionado e Trabalho de Graduação do Curso de Bacharelado em Geografia, desta Faculdade.

Título do Trabalho de Graduação: **"ANÁLISE ESPACIAL DA COVID-19 EM PRESIDENTE PRUDENTE E BOTUCATU - SÃO PAULO"**.

O Trabalho de Graduação foi apresentado, em defesa pública, no dia **26 de março**, às 10h30min, em modo presencial no Anfiteatro II, e sala virtual no Google Meet, através do link: <https://meet.google.com/kpp-uied-jrc>

Após as arguições e defesa do(a) candidato(a), foi atribuído o conceito A, com a nota 10 (dez) com atribuição de menção honrosa.

Presidente Prudente, 26 de março de 2022.

BANCA AVALIADORA	ASSINATURAS
Prof. Dr. Raul Borges Guimarães (orientador)	
Prof. Dr. Rafael de Castro Catão	
Prof. Dr. Mateus de Almeida Prado Sampaio	

DEDICATÓRIA

àquelas e àqueles cuja histórias foram tristemente interrompidas pela COVID-19

Ao meu tio Caetano que também foi uma dessas pessoas

AGRADECIMENTOS

É sem pesar que digo que, com certeza absoluta, esta é a parte mais difícil de se escrever. E digo sem pesares na redundância. Afinal, falar dos nossos sentimentos e escrever com o coração, requer excessos e tampouco as formalidades da língua conseguem suprir. É a mais difícil porque durante todos os anos de minha formação acadêmica, os anos do colégio, sempre fui ensinado a escrever “com a cabeça” – aqui cabem as aspas, pois não acredito que a ciência é feita apenas com a razão, mas também com emoção. Este é meu primeiro agradecimento, a mim, a somatória de todos os meus “eu-s” que me faz sentir orgulho de quem fui, quem sou, e que um dia ainda serei. Sempre, com emoção.

O segundo agradecimento é reservado para minha família, em especial minha mãe, Janete Pereira, que mesmo a 2337,5 quilômetros de distância, me enche de amor como se estivesse dentro de mim. E está. Ao meu pai, João Caetano, uma pessoa que me enche de orgulho pelo que está se tornando, dia após dia, compreendendo que a vida é muito mais do que lhe disseram que fosse, e que sempre foi um grande apoiador desta minha jornada. Ao meu irmão, Lucas Caetano, que desde pequeno cuidava e estava comigo. Obrigado por acreditar em mim em todas as coisas que faço, desde sempre. Sinto muito orgulho em poder dizer que você é meu irmão, professor!

O terceiro agradecimento é o mais difícil, pois como posso ousar dizer tudo o que sinto por você, Carolina Simon, minha companheira de vida, com aproximadamente, e apenas, 600 mil palavras em nosso pequeno idioma. Pequeno porque mesmo com tantas palavras, uma simples troca de olhares, um sorriso e um abraço conseguem dizer as infinitudes que nosso idioma não consegue. Te dedico e agradeço por ser minha apoiadora número um – meus pais que me desculpem! – e por me fazer olhar a vida com mais amor e esperança. Por compreender os meus desejos e lutar por eles junto de mim. Por lutar por nós, nessa maravilhosa loucura que somos, todos os dias. Somente você sabe. Obrigado por me apresentar uma vida regada por flores, cores, Pandora e amores. Sem isso, eu estaria, mas não seria do jeito que é – completo. Obrigado

por me ensinar que a utopia não é um ideal imaginário, e sim a busca por um mundo melhor, um mundo que construímos juntos. Obrigado por me ensinar e lutar comigo contra as iniquidades sociais, o patriarcado, e me ensinar que é possível a mudar o mundo. Também agradeço profissionalmente por me ensinar diariamente a ser um melhor estudante, pesquisador e professor. Agradeço por sonhar comigo os meus sonhos, e por dividirmos nossos sonhos juntos. Um sonho que se sonha junto, realiza-se mais fácil. E por falar em fácil, todas as situações que atravessam a minha vida, você torna mais fácil. Por nós, agradeço as Pombo giras e Exús por nos guardarem. Amo você!

O quarto agradecimento gostaria de reservar para uma pessoa que considero muito especial, um amigo, Raul Guimarães. Te agradeço também enquanto orientador, sei que não deve ser fácil, e se fosse, tenho certeza que você não gostaria. Me espelho em você para ser um melhor profissional a cada dia. Aprendi e ainda aprendo com você que devemos olhar para os problemas que estão postos no mundo, e não colocar problemas nele. Obrigado por me ensinar a fazer Geografia, a raciocinar Geografia! Sei que o trabalho apenas está começando, mas ter você ao meu lado será mais fácil. Obrigado por me ensinar tanto e me ensinar a ser um bom professor.

Meu sexto agradecimento gostaria de deixar para duas pessoas especiais, que, por motivos que não consigo compreender, mas agradeço, acreditaram em mim durante toda minha jornada, minhas grandes inspirações Patrícia Matsumoto e Rafael Catão. Patrícia, obrigado por me ensinar tanta coisa, ensinar que faço ciência, acreditar em meu potencial. É um prazer ter você ao meu lado nesta caminhada geográfica revolucionária pela Saúde. Obrigado por ser minha co-orientadora e amiga. Catão, nunca te conheci pessoalmente, mas você sempre se mostrou disposto e muito perto para me ajudar com quaisquer que sejam as coisas. Obrigado por ser um amigo nesta caminhada, por passar horas a fio conversando comigo e me ensinando muito do que hoje sei. Espero vê-lo em breve e tomar todas as cervejas que ficaram em segundo plano por causa desta pandemia. Pandemia esta que, apesar de todos os pesares, me trouxe um amigo que sei que estará comigo para além dela!

O sétimo vai aos meus amigos queridos. Aos que carrego antes de Presidente Prudente, Luccas Meira e Paulo Ricardo, obrigado por mesmo eu passando todos esses anos longe da minha cidade de origem, sempre estiveram a postos para me recebem com todo o amor e carinho como se nunca estivesse longe. Edson Leão, querido manauara, obrigado pelas palavras de afeto sempre que foram necessárias, por acreditar em meu potencial e se orgulhar das minhas conquistas. Aos que fiz durante minha morada em Prudente, William Miyakava, obrigado por ser este grande companheiro, por “pular da ponte junto” em tudo, por dividir todos os momentos desde o primeiro dia comigo, por estar comigo nestes cinco anos que marcam esta jornada, e pelos anos que virão. Fico feliz em poder dizer que você é meu amigo. Aos amigos que atravessaram esta pandemia comigo, Samarane Barros, José Carlos Dantas, Lorena Pereira, Bruno Gonçalves, Raisia Regala, Fernando Freitas, Jean Legroux, Renata Rizzon, Bruna Correa, Matheus Buttler, Laércio Watanabe, obrigado por regarem estes dois anos tão difíceis com muitas risadas, cervejas e esperança de dias melhores!

O oitavo agradecimento vai para o Laboratório de Biogeografia e Geografia da Saúde, grande BioGeoS, o local onde encontrei morada geográfica, que sempre me acolheu e me fez sentir parte. Me ensinou o que é Geografia da Saúde e a trabalhar em equipe.

O nono agradecimento vai para minhas queridas e queridos professores da Unesp. Obrigado por me ensinarem, durante os cinco anos que passei com vocês, como ser um professor, pesquisador e bacharel em Geografia. Aprendo com vocês como ser um melhor professor e melhor aluno. Agradeço também as servidoras e servidores e terceirizadas da Unesp, sempre com grande sorriso no rosto me acolheram na Universidade.

O décimo agradecimento vai para a Bateria Furiosa, uma entidade estudantil que congrega diversos corpos e cores, com muito samba e sorriso no rosto. Um espaço onde encontrei morada em tempos difíceis.

Gostaria de reservar o décimo primeiro para as profissionais incríveis que pude encontrar na Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente e também de Botucatu que puderam fazer deste trabalho, uma realidade.

O décimo segundo gostaria de reservar para a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento da pesquisa de Iniciação Científica que gerou esta monografia de bacharelado.

Meu último agradecimento vai para todas e todos que residem no Estado de São Paulo e contribuem para o funcionamento desta Universidade Pública, Gratuita e de Qualidade. É essa contribuição que me permitiu cursar um curso superior.

Por fim, gostaria de dizer que poderia passar mais algumas páginas agradecendo por todas e todos que se somaram comigo nesta jornada. O ato de agradecer é saber de que ciência não se faz sozinha, é a humildade em reconhecer que necessitamos de outras pessoas para caminhar.

Por cada dia mais uma ciência feita com amor,

Meu sincero obrigado por tudo,

João Pedro Pereira Caetano de Lima.

Agradecimentos/Fundos

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, processo nº 2020/12225-0.

As opiniões e hipóteses compreendidas nesta monografia não refletem necessariamente a visão da agência de fomento, sendo de total responsabilidade do autor.

Agradeço a Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente e Vigilância Epidemiológica de Botucatu pelo fornecimento dos dados utilizados nesta pesquisa.

RESUMO

A presente monografia teve como base o trabalho desenvolvido no projeto de iniciação científica que teve como objetivo comparar a situação epidemiológica da COVID-19 em Presidente e Botucatu, São Paulo, a partir da aplicação de procedimentos técnicos adequados para a análise espacial da ocorrência da doença. Através de análises comparativas entre as duas cidades de porte médio situadas no interior paulista, buscou-se analisar e discutir a difusão espacial e a distribuição espacial dos casos confirmados e óbitos por COVID-19, relacionando-os com variáveis sociodemográficas provenientes do Censo Demográfico de 2010 para os municípios estudados. Ao aprofundar na escala do intraurbano, nos baseamos em técnicas e ferramentas geoespaciais para explicar e correlacionar variáveis chave para a compreensão dos padrões espaciais da doença. Entre as técnicas e ferramentas utilizadas, destaca-se o estimador de Kernel, análises de autocorrelação espacial e análises de pontos quentes. Mediante os resultados obtidos, foi possível observar uma maior concentração de casos confirmados nas bordas das cidades e a concentração de óbitos nas regiões centrais. Além disto, através de uma análise de perfil epidemiológico dos casos e óbitos por COVID-19, foi possível observar que a população mais jovem, não-branca, e de menor renda, expressam um padrão espacial semelhante aos observados da COVID-19 e sua difusão espacial nas cidades estudadas. Na medida que os resultados são expressos durante o trabalho, é possível propor um roteiro metodológico de análise espacial para a COVID-19 nas duas cidades, bem como em outros surtos de doenças em situações semelhantes, servindo de subsídio para as equipes de Vigilância Epidemiológica.

Palavras-chave: Geografia da Saúde; Cartografia; COVID-19; Geotecnologias; Análise Espacial; Vigilância em Saúde

ABSTRACT

The present undergraduate thesis was based on the work developed in the scientific initiation project that aimed to compare the epidemiological situation of COVID-19 in Presidente Prudente and Botucatu, São Paulo, from the application of appropriate technical procedures for the spatial analysis of the occurrence of the disease. Through comparative analyses between the two intermediary cities located in the interior of São Paulo, we sought to analyze and discuss the spatial diffusion and spatial distribution of confirmed cases and deaths by COVID-19, relating them to sociodemographic variables from the 2010 Demographic Census for the studied municipalities. By delving into the intraurban scale, we relied on geospatial techniques and tools to explain and correlate key variables for understanding the spatial patterns of the disease. Among the techniques and tools used, the Kernel estimator, spatial autocorrelation analysis and hot spots analysis stand out. Through the results obtained, it was possible to observe a higher concentration of confirmed cases at the edges of the cities and the concentration of deaths in the central regions. In addition, through an analysis of the epidemiological profile of cases and deaths due to COVID-19, it was possible to observe that the younger, non-white, lower-income population express similar spatial pattern to those observed in COVID-19 and its spatial diffusion in the cities studied. As the results are expressed during the work, it is possible to propose a methodological guide of spatial analysis for COVID-19 in both cities, as well as in other outbreaks of diseases in similar situations, serving as a subsidy for epidemiological surveillance teams.

Keywords: Geography of Health; Cartography; COVID-19; Geotechnologies; Spatial Analysis; Health Surveillance

LISTA DE MAPAS

Mapa 01: Área do estudo – Localização de Presidente Prudente e Botucatu, São Paulo.....	4
Mapa 02: Difusão espacial da COVID-19 no Brasil.....	19
Mapa 03: Difusão Espacial da COVID-19 no Estado de São Paulo.....	22
Mapa 04: Difusão Espacial da COVID-19 em Presidente Prudente.....	55
Mapa 05: Difusão Espacial da COVID-19 em Botucatu.....	56
Mapa 06: Concentração de Idosos – Presidente Prudente.....	58
Mapa 07 (A): Concentração de População Preta, Parda e Indígena – Presidente Prudente.....	60
Mapa 07 (B): Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios – Presidente Prudente.....	60
Mapa 08: Concentração de Idosos em Botucatu.....	64
Mapa 09 (A): Concentração de População Preta, Parda e Indígena em Botucatu.....	65
Mapa 09 (B): Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios em Botucatu.....	65
Mapa 10: Casos confirmados de COVID-19 em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	67
Mapa 11: Casos confirmados de COVID-19 em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	68
Mapa 12: Óbitos por COVID-19 em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	69
Mapa 13: Óbitos por COVID-19 em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	70
Mapa 14: Prevalência de COVID-19 em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	71
Mapa 15: Prevalência de COVID-19 em Botucatu 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	72

Mapa 16: Mortalidade por COVID-19 em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	73
Mapa 17: Mortalidade por COVID-19 em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	74
Mapa 17: Letalidade por COVID-19 em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	75
Mapa 18: Letalidade por COVID-19 em Botucatu 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	76
Mapa 19: Mapa coroplético bivariado – Letalidade e Mortalidade por mil habitantes em Presidente Prudente 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.	77
Mapa 20: Mapa coroplético bivariado – Letalidade e Mortalidade por mil habitantes em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.	78
Mapa 21: Perfil etário de Casos Confirmados em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	79
Mapa 22: Perfil etário de Casos Confirmados em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	80
Mapa 23: Perfil etário de Óbitos em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	81
Mapa 24: Perfil etário de Óbitos em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	82
Mapa 25: Perfil etário de Presidente Prudente – Censo Demográfico de 2010.....	83
Mapa 26: Perfil etário de Botucatu – Censo Demográfico de 2010.....	84
Mapa 27: Perfil Raça/Cor de Casos Confirmados em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	88
Mapa 28: Perfil Raça/Cor de Casos Confirmados em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	89
Mapa 29: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	93
Mapa 30: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.....	94

Mapa 31: Perfil Raça/Cor de Presidente Prudente – Censo Demográfico de 2010.	95
Mapa 32: Perfil Raça/Cor de Botucatu – Censo Demográfico de 2010.....	96
Mapa 33: Concentração de Casos Confirmados de COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.....	109
Mapa 34: Concentração de Casos Confirmados de COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.	110
Mapa 35: Concentração de Óbitos por COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Presidente Prudente.....	111
Mapa 36: Concentração de Óbitos por COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Botucatu.....	112
Mapa 37: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para Casos Confirmados de COVID-19 em Presidente Prudente (1000m).	113
Mapa 38: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para Casos Confirmados de COVID-19 em Botucatu (1000m).....	114
Mapa 39: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para os Óbitos por COVID-19 em Presidente Prudente (1000m).	115
Mapa 40: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para os Óbitos por COVID-19 em Botucatu (1000m).	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: 07 de setembro de 1854 – A interdição da bomba d’água em Broad Street, Londres.	10
Figura 02: O mapa da cólera em Londres (adaptado).	10
Figura 03: Releitura do mapa da Cólera de John Snow a partir de técnicas de Geoprocessamento.	11
Figura 04: Intersecções de informações espaciais e escalas de grandeza.	13
Figura 05: Desenho esquemático do SARS-CoV-2.	15
Figura 06: Do alerta à pandemia: um breve histórico.	17
Figura 07: Ficha de Notificação de SG Suspeito de doença pelo CORONAVÍRUS 2019 – COVID-19 (B34.2).	26
Figura 08: Fluxograma para manipulação dos dados do e-SUS.	30
Figura 09: Comparativo dos dados reclassificados e classificação original.	31
Figura 10: Fluxograma da Geocodificação.	33
Figura 11: A mesma variável, diferentes formas de representação: Pontual, Zonal e de Superfície.	36
Figura 12: Estimador de intensidade de distribuição de pontos.	42
Figura 13: Diferentes Raios para o Estimador de Intensidade de Kernel.	43
Figura 14: Fluxograma do Roteiro Metodológico de Análise Espacial para Dados Pontuais.	46
Figura 15: Fluxograma metodológico da análise de perfil epidemiológico de casos confirmados, óbitos e população geral nos municípios estudados.	50
Figura 16: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Casos Confirmados em Presidente Prudente.	101
Figura 17: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Casos Confirmados em Botucatu.	102
Figura 18: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Óbitos em Presidente Prudente.	103
Figura 19: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Óbitos em Botucatu.	104

Figura 20: Autocorrelação Espacial Incremental para Casos Confirmados de COVID-19 em Presidente Prudente.	105
Figura 21: Autocorrelação Espacial Incremental para Casos Confirmados de COVID-19 em Botucatu.	106
Figura 22: Autocorrelação Espacial Incremental para Óbitos de COVID-19 em Presidente Prudente.	107
Figura 23: Autocorrelação Espacial Incremental para Óbitos de COVID-19 em Botucatu.	108

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Casos Confirmados em Presidente Prudente.	86
Gráfico 02: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Casos Confirmados em Botucatu.	86
Gráfico 03: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Presidente Prudente.	91
Gráfico 04: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Botucatu.	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API - *Application Programming Interface*

BIOGEOS - Laboratório de Biogeografia e Geografia da Saúde

COVID-19 - *Coronavirus Disease 2019*

CSR - *Complete Spatial Randomness*

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

EPC - Equipamento de Proteção Coletiva

EPI - Equipamento de Proteção Individual

ESPII - Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional

ESRI - *Environmental Systems Research Institute*

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FCT - Faculdade de Ciências e Tecnologias

FMB - Faculdade de Medicina de Botucatu

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDW - *Inverse Distance Weighted*

MS - Ministério da Saúde

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde

RMSP - Região Metropolitana de São Paulo

SG - Síndrome Gripal

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIVEP-Gripe - Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica da Gripe

SUS - Sistema Único de Saúde

UBS - Unidade Básica de Saúde

UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

UPA - Unidade de Pronto Atendimento

UTI - Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 01: A GEOGRAFIA DA SAÚDE E A PANDEMIA DA COVID-19	7
1.1. A RELAÇÃO ENTRE A CARTOGRAFIA, GEOPROCESSAMENTO E A SAÚDE	9
1.2. A DIFUSÃO ESPACIAL DA COVID-19	14
CAPÍTULO 02: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
2.1. COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS BANCOS DE DADOS	24
2.2. GEOCODIFICAÇÃO DOS DADOS	32
2.3. ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL	34
2.3.1. ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA DE CASOS E ÓBITOS POR COVID-19	36
2.3.2. VIZINHO MAIS PRÓXIMO	37
2.3.3. AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL	38
2.3.4. AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL INCREMENTAL	40
2.3.5. ANÁLISE DE CLUSTER ESPACIAL DE VÁRIAS DISTÂNCIAS (FUNÇÃO K DE RIPLEY)	40
2.3.7. ANÁLISE DE PONTOS QUENTES	44
2.4. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA	46
2.4.1. COEFICIENTE DE PREVALÊNCIA	47
2.4.2. COEFICIENTE DE MORTALIDADE	47
2.4.3. COEFICIENTE DE LETALIDADE	48
2.4.4. PERFIL POPULACIONAL FRENTE À COVID-19	49
2.4.5. PERFIL EPIDEMIOLÓGICO ETÁRIO	49
2.4.6. PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE RAÇA/COR	49
2.4.7. COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA	50
2.4.7.1. OS SÍMBOLOS PROPORCIONAIS	51
2.4.7.2. OS MAPAS COROPLÉTICOS	51

2.4.7.3. OS MAPAS COROPLÉTICOS BIVARIADOS _____	52
2.5. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS _____	52
CAPÍTULO 03: A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COVID-19 EM PRESIDENTE PRUDENTE E BOTUCATU. _____	54
CAPÍTULO 04 - OS PADRÕES ESPACIAIS DE CASOS CONFIRMADOS E ÓBITOS POR COVID-19. _____	98
4.1. CONCENTRAÇÕES E ANÁLISES DE PONTOS QUENTES E PONTOS FRIOS DE CASOS E ÓBITOS POR COVID-19 _____	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	122

INTRODUÇÃO

A presente monografia tem por base os resultados obtidos no projeto de iniciação científica desenvolvido desde fevereiro de 2021 (Processo FAPESP 2020/12225-0) e faz parte do esforço maior do Laboratório de Biogeografia e Geografia da Saúde (BioGeoS) da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual Paulista (FCT/Unesp) para o desenvolvimento de conhecimentos geográficos a serviço da emergência em saúde pública provocada pela pandemia da COVID-19. Por decorrência da pandemia, a temática da COVID-19 transformou-se em um eixo de trabalho que exigiu o estudo e o aprendizado de metodologias de mapeamento para a compreensão dos padrões espaciais do novo Coronavírus (Sars-CoV-2), seja em território paulista ou no Brasil, onde os casos da doença se disseminaram de modo avassalador.

Como resultado desse processo, tive a oportunidade de contribuir com diversas análises, com destaque para a relação entre os municípios que lançaram decretos restritivos e o avanço da COVID-19 no território, o mapeamento dos casos confirmados no município de Presidente Prudente, a análise da situação epidemiológica na região do Vale do Paraíba e no Departamento Regional de Saúde V – Barretos. Essa experiência possibilitou a publicação de artigos científicos (MATSUMOTO et al., 2020; GUIMARÃES, SIMON e LIMA, 2020), notas técnicas (GUIMARÃES et al., 2020a; 2020b) com análises intraurbanas no município de Presidente Prudente e no Departamento Regional de Saúde XI – Presidente Prudente, juntamente com a equipe do RADAR COVID-19¹, produtos cartográficos vinculados em jornais como o G1 - Vale do Paraíba², Portal

¹ Para mais informações sobre as notas técnicas, acessar: <<https://covid19.fct.unesp.br/analise-drs/>>.

² Para acessar as notícias do G1- Vale do Paraíba na íntegra, acesse: <<https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2020/04/19/pesquisadores-rebatem-argumentos-usados-por-felicio-para-justificar-isolamento-seletivo-em-sao-jose.ghtml>> e <<https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2020/05/17/pesquisa-da-unesp-mostra-avanco-dos-casos-de-covid-19-na-regiao-e-alerta-para-disseminacao-em-cidades-menores.ghtml>>.

Prudentino³ e também no Observatório geográfico sobre impactos da COVID-19 da Associação das Geógrafas e dos Geógrafos Brasileiros - AGB Nacional (LIMA, 2020a; 2020b; 2020c).

Esse processo de intensas atividades do BioGeoS no período pandêmico exigiu da equipe uma atenção diária para procedimentos técnicos, consolidação de base de dados e o contato com diversos desafios teóricos e metodológicos que demandaram a ampliação da formação do estudante, os quais pretendemos aprofundar nesta monografia, fruto de um projeto de iniciação científica. Especialmente, com o projeto de iniciação científica, procurei voltar à atenção para as comunidades de maior vulnerabilidade. "Quem são e onde estão esses sujeitos? Como enfrentam o risco de contágio pela COVID-19? Como se distribuem tais comunidades vulneráveis no espaço urbano de cidades fora da área metropolitana? São questões que me fizeram voltar o olhar para entender as dimensões reais da circulação dos casos confirmados pelo espaço urbano, que revelam a profunda desigualdade das condições de saúde que imperam nas cidades brasileiras. Afinal, dentre as dificuldades existentes para enfrentar a pandemia, destacam-se as limitações dos indicadores disponíveis. No caso do Brasil, um dos desafios é compreender a dinâmica da transmissão viral e as características da disseminação da doença nos vários segmentos da população. Ao identificar padrões espaciais em contextos particulares, é possível atuar para minimizar o impacto da doença, particularmente em grupos vulneráveis.

Para isso, sabemos que os processos necessitam ser ágeis e oportunos, visto que emergências em saúde pública não respeitam ou aguardam os prazos que as universidades e instituições necessitam para adequar e adquirir as competências necessárias, exigindo ações de vigilância articuladas em todos os níveis de atenção em saúde. Assim, a análise de prevalência e óbitos de COVID-19 em diferentes áreas, associada às informações de vulnerabilidade podem permitir a compreensão da distribuição espacial dos riscos de adoecer e morrer

³ Para acessar as notícias do Portal Prudentino na íntegra, acesse: <<https://www.portalprudentino.com.br/noticia/noticias/presidente-prudente-noticias/estudo-mapeia-bairros-com-notificacoes-e-casos-do-coronavirus->> e <<https://www.portalprudentino.com.br/noticia/noticias/presidente-prudente-noticias/prudente-tem-cinco-areas-com-maior-concentracao-de-casos-de-covid>>

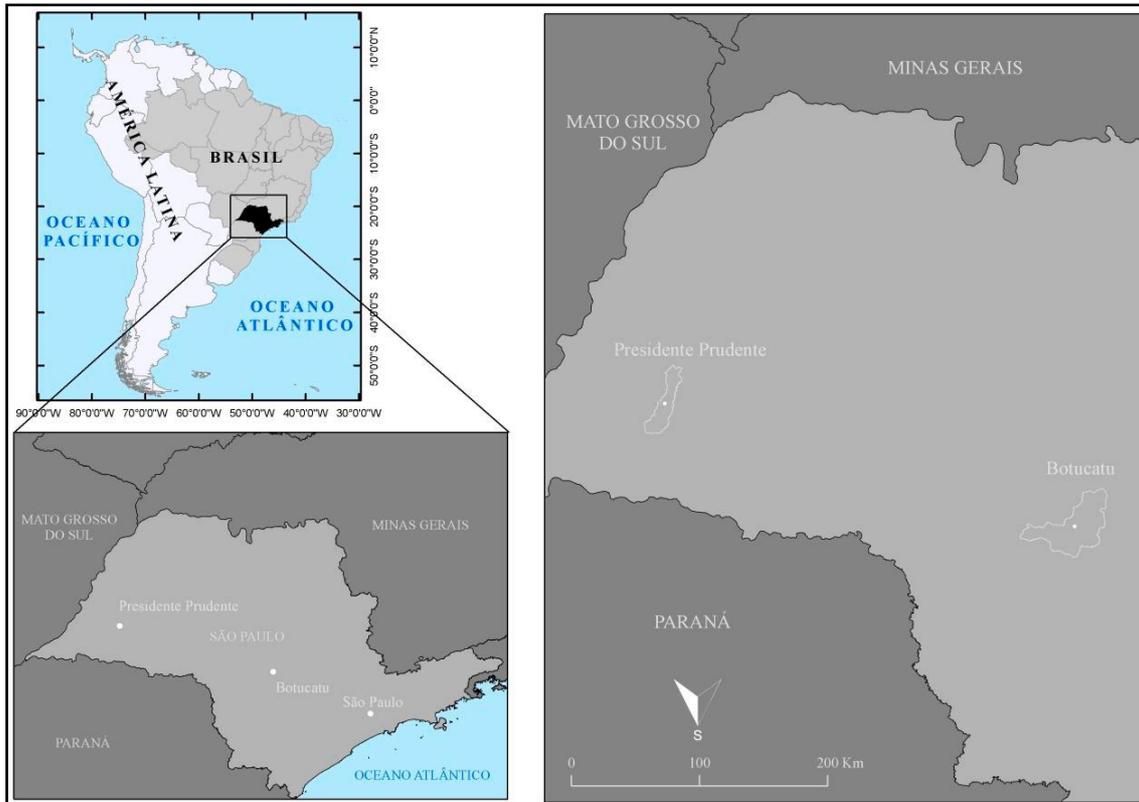
por COVID-19 de forma mais ágil para o enfrentamento dos problemas gerados em cada lugar.

Nesse sentido, a resposta das universidades e instituições frente às necessidades locais precisa ser imediata, tanto no acompanhamento dos casos e óbitos, das demandas de vigilância em saúde, de apoio ao diagnóstico, quanto com informações que possam resultar em maior envolvimento da população, especialmente as comunidades em situação de maior vulnerabilidade em saúde, ambiental e social (VSAS). Para isso, há necessidade de identificar as comunidades em situações de maior vulnerabilidade, assim como as variáveis sociodemográficas, ambientais, e de acesso aos serviços mais relevantes, para que tais conhecimentos possam transformar-se em possíveis instrumentos de direcionamento de políticas públicas intersetoriais.

O resultado apresentado aqui é um passo significativo nesta direção. A monografia tem como foco o estudo de duas cidades distantes da área metropolitana de São Paulo, mas que cumpriram um papel significativo na disseminação da doença no interior paulista. Presidente Prudente possui 221.938 habitantes e é considerado o centro regional da DRS-XI. Por sua vez, Botucatu possui 142.092 habitantes⁴ e é considerada a segunda cidade mais importante da DRS-VI.

⁴ Os dados referentes a população dos municípios foram coletados pelo Sistema Seade de Projeções Populacionais da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo (SEADE) para o ano de 2021.

Mapa 01: Área do estudo – Localização de Presidente Prudente e Botucatu, São Paulo.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2018. Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Este estudo em escala local permitiu avançarmos em debates que vêm sendo construídos sobre a disseminação espacial e das estruturas elementares da COVID-19 no Estado de São Paulo e no país, compreendendo e propondo diferentes olhares sobre a doença a partir do raciocínio geográfico. Compreende-se que, a partir deste raciocínio próprio da Geografia – pautado no uso dos conceitos geográficos, há a necessidade de elaborar perguntas espaciais (MATSUMOTO, 2019) para embasar esta análise geográfica crítica, aprofundando as chaves de leitura da COVID-19 (GUIMARÃES et al., 2020a) na escala local, vestindo as lentes críticas da Geografia da Saúde (GUIMARÃES, 2015).

Na medida que permite comparações entre duas cidades paulistas, com base nos resultados deste estudo, será possível propor procedimentos técnicos para análise espacial de ondas secundárias de circulação de SARS-CoV-2 nessas duas cidades ou mesmo em outras epidemias, surtos de doenças em situações

semelhantes. Assim, os resultados poderão contribuir para que as equipes de vigilância epidemiológica dos municípios estudados identifiquem áreas prioritárias para direcionar recursos de prevenção, isolamento, quarentena, testagem e diagnóstico precoce de quadros graves da doença. Assim, o trabalho teve como objetivo *comparar a situação epidemiológica da COVID-19 em Presidente Prudente e Botucatu a partir da aplicação de procedimentos técnicos adequados para a análise espacial intraurbana*, estabelecendo-se o fluxo de informações e o desenho metodológico adequado para a análise célere da distribuição da doença nestas duas cidades.

Com três meses desde o primeiro registro clínico de um caso confirmado da doença na China, a COVID-19 foi considerada uma doença de proporções pandêmicas, ou seja, estava espalhada em todos os continentes do planeta Terra (WHO, 2020). Uma importante característica desta pandemia é o fato dela ser a primeira do mundo globalizado, sendo assim, o papel da Geografia esteve sempre nítido: buscar respostas e propor ações de planejamento territorial para a mitigação dos danos causados pela pandemia, articulando atores sociais, sociedade acadêmica e civil.

Para isto, esta monografia foi dividida em quatro capítulos. Sucintamente, são eles:

O capítulo um, "*A Geografia da Saúde e a Pandemia da COVID-19*" traz uma análise sobre estudos da Geografia da Saúde com o Geoprocessamento e a Cartografia, bem como uma breve história entre as disciplinas – de estudos clássicos e atuais. Também será abordada a Difusão Espacial da COVID-19 no Brasil e no Estado de São Paulo, apontando para a necessidade de estudos em escala local.

No capítulo dois, "*Procedimentos Metodológicos*", estão elencados os desenhos metodológicos optados para a realização desta investigação espacial exploratória através do Geoprocessamento e Cartografia Temática. Com enfoque para a Comunicação Cartográfica, este capítulo traz um sumário de metodologias essenciais para a compreensão da COVID-19 nos municípios estudados para dados pontuais, de área e de superfície.

O capítulo três, *“A Distribuição Espacial da COVID-19 em Presidente Prudente e Botucatu”*, analisa os resultados provenientes dos procedimentos metodológicos, formulando hipóteses sobre os desvelares da COVID-19 nos dois municípios. Aqui encontram-se diversos mapas temáticos acerca da COVID-19 e os perfis epidemiológicos dos casos e óbitos pela doença e da população geral com base no Censo Demográfico de 2010;

No capítulo quatro, *“Os Padrões Espaciais de Casos Confirmados e Óbitos por COVID-19”*, avançamos nas análises descritivas espaciais, com maior robustez em ferramentas geoespaciais, aprofundando a compreensão dos padrões espaciais da COVID-19 nos municípios. Aqui encontra-se diversas aplicações das ferramentas descritas no capítulo dois, apoiadas em ferramentas de autocorrelação espacial, autocorrelação espacial incremental, análises de pontos quentes, estimador de intensidade, entre outros.

Desejo uma ótima leitura para todas e todos!

CAPÍTULO 01: A GEOGRAFIA DA SAÚDE E A PANDEMIA DA COVID-19

A Geografia da Saúde busca compreender os fenômenos expressos no mundo através de lentes críticas, é “uma Geografia que tem o lugar de cada um como ponto de partida para olhar o mundo” (GUIMARÃES, 2015, p. 42) e que visa compreender e propor ações que possam “alicerçar as condições pelas quais a vida se tornaria não apenas mais longa, mas também mais digna de viver” (SANTOS, 2003, p. 310). Contudo, a relação da Geografia para com a Saúde fomenta um campo de saber em constante adequação. A Geografia da Saúde é um campo de estudos que, no Brasil, teve como marco o I Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, realizado em 2003 na cidade de Presidente Prudente- SP. A partir deste evento, firma-se esta abordagem Geográfica crítica contrapondo, principalmente, os pressupostos da Geografia Médica. Para Flávia de Oliveira Santos (2010), a Geografia Médica “é o resultado da ligação da medicina com estudos geográficos, estudo do ambiente, do habitat da população no surgimento das doenças” (p. 43). Já Samuel Pessoa (1978) define a Geografia Médica como:

“o estudo da distribuição e da prevalência de doenças na superfície da terra, bem como de todas as modificações que nelas possam advir por influência dos mais variados fatores geográficos e humanos” (PESSOA, 1978, p. 01, grifo do autor).

Todavia, a relação entre enfermos e do espaço geográfico é muito mais antiga. Esta relação é proveniente de Hipócrates – considerado pai da medicina e da Geografia Médica - que ,em aproximadamente em 480 a.C., ressaltava a importância da relação entre o ambiente e a saúde dos seres humanos com sua obra intitulada “Dos ares, das águas e dos lugares” - sendo essa relação entre o ambiente e a saúde a chave do pensar geográfico para as questões da doença (GUIMARÃES, PICKENHAYN e LIMA, 2014).

Rojas (1998) argumenta que devido à intensa fragmentação histórica da Geografia, várias foram as direções percorridas pelas diferentes Geografias, que de uma forma ou de outra, acabavam por tratar do tema do bem-estar, no

entanto, a Geografia Humana, da População, Urbana, Rural, Histórica, Social, Política e Cultural imbricavam-se em uma emaranhada trama juntamente com os novos ramos que estavam surgindo nas últimas décadas como a Geografia do Comportamento, do Gênero, da Percepção, Humanística e Ambiental. Assim, inicialmente sugerida como uma nova organização da Geografia Humana (década de 1970), a Geografia do Bem-estar propunha um enfoque integrador que cessasse as fronteiras desnecessariamente incrementadas entre as disciplinas geográficas que abordavam o tema do bem-estar humano (SMITH, 1980 apud ROJAS, 1998, p. 702).

Fruto dessa a integração entre campos do saber e com as contribuições da Geografia Crítica (ROJAS e BARCELLOS, 2003), a Geografia da Saúde é então um resultado e um resultante desta interdisciplinaridade, com uma aproximação muito forte com os epidemiologistas, os quais também partilham da importância do tempo em suas análises e se utilizam da distribuição dos fenômenos sobre a superfície da Terra para obterem resultados mais sólidos a respeito do processo de adoecer-morrer.

Desta forma, ao estudar os pressupostos da Geografia e de suas interfaces com a Epidemiologia, temos a oportunidade de discutir procedimentos metodológicos e tratamento de dados, trazendo novas reflexões e muitas contribuições para o entendimento das condições de saúde e doença numa perspectiva coletiva. Afinal, a "A Geografia acompanhou a tendência que pouco a pouco deslocou o conceito de doença para o de saúde, compreendida como um estado de bem-estar completo, físico, mental e social e não simplesmente marcado pela presença da enfermidade" (GUIMARÃES, 2015, p. 32).

Nestes últimos anos, Kearns e Moon (2002) nos mostram que as/os denominadas/os "Geógrafas/os Médicas/os" – àquelas e àqueles que seguem esta corrente teórica - têm começado a focar não somente na distribuição característica da doença e dos serviços de saúde-doença como outrora, mas também em mais complexas noções de lugar, pois como nos ensina Guimarães (2015) o lugar é o ponto de partida, então cabe a geógrafa e geógrafo o olhar para a relação do sujeito com o ambiente para além da doença, e como nos

lembra Flávia de Oliveira Santos (2010) “não tem como isolar o enfermo do seu ambiente, pois o ambiente pode ser a causa, mas também a cura” (p. 47). Logo, “não seria papel da Geografia compreender os processos de adoecer e morrer de um grupo social, desde que não fosse possível demonstrar a determinação socioespacial de tais processos” (GUIMARAES, 2019, p. 122). Afinal, a “Geografia acompanhou a tendência que pouco a pouco deslocou o conceito de doença para o de saúde, compreendida como um estado de bem-estar completo, físico, mental e social e não simplesmente marcado pela presença da enfermidade” (GUIMARÃES, 2015, p. 32).

Tendo isso em vista, o contexto em que este trabalho está inserido, e que se propõe em ajudar a contribuir, é atravessado pela pandemia em todas suas vertentes, compreendendo os problemas expressos no mundo real.

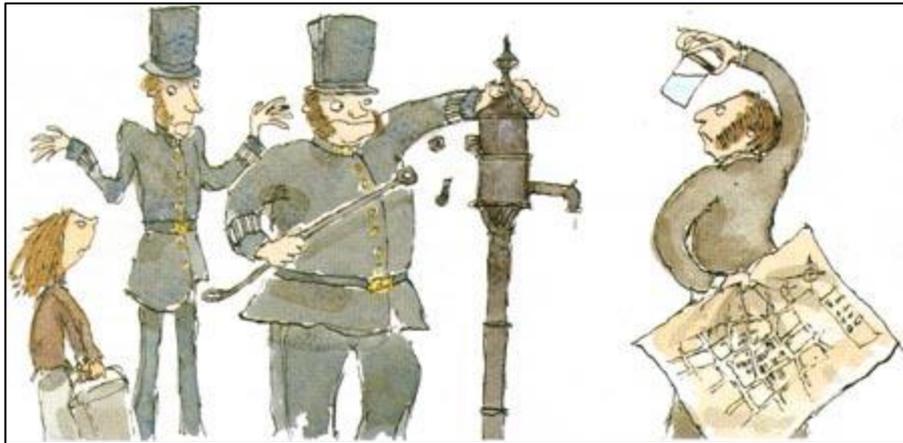
1.1. A RELAÇÃO ENTRE A CARTOGRAFIA, GEOPROCESSAMENTO E A SAÚDE

Diversos são os métodos e metodologias utilizados pelas/os pesquisadoras/es da Geografia da Saúde para compreender seus objetos de pesquisa. Afinal, a Geografia da Saúde nunca buscou fragmentar-se dentro da Geografia, mas buscar forte interlocução com as demais áreas dentro da ciência Geográfica e correlatas. Para compreender a COVID-19 não foi diferente, novas metodologias foram sendo adaptadas e somadas com conhecimentos prévios que remontem séculos atrás.

Se Hipócrates é considerado o pai da Geografia Médica e da Medicina, John Snow, médico inglês (1813-1858) é considerado o pai da epidemiologia moderna. Em seu magnífico trabalho acerca do surto de Cólera em Londres, ele utilizou-se da análise espacial de dados pontuais – óbitos por cólera e bombas de distribuição d’água – para visualizar os padrões espaciais e propor ações. A sobreposição dos mapas utilizados por Snow permitiu a identificação e a correlação dos óbitos por cólera com uma bomba d’água contaminada na *Broad*

*Street*⁵. Essa investigação levou a interdição desta bomba e também contribuiu para relacionar a cólera com a pobreza (BARCELLOS, BUZAI, HANDSCHUMACHER, 2018). Este caso foi de grande repercussão na época, gerando diversas charges e quadinhos para contar sua história.

Figura 01: 07 de setembro de 1854 – A interdição da bomba d'água em *Broad Street*, Londres.



Fonte: TUTHILL, 2003.

Figura 02: O mapa da cólera em Londres (adaptado).

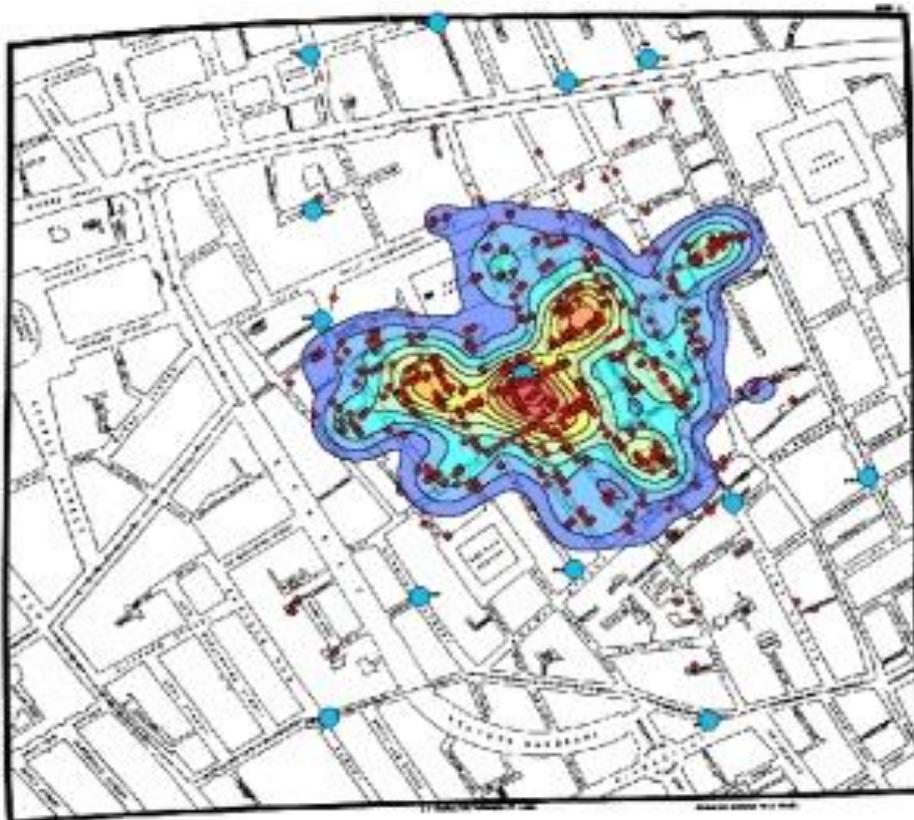


Fonte: SNOW, 1855, apud BARCELLOS, BUZAI, HANDSCHUMACHER, 2018.

⁵ Essa bomba d'água existe até hoje em Broad Street, Londres e foi preservada para contar essa história.

Independentemente de sua formação como médico, Snow foi sábio em se apropriar de ferramentas da cartografia para complementar os seus estudos e gerar visualização espacial do fenômeno da Cólera. No tempo presente, diversas/os pesquisadoras/es atualizaram esse mapa a partir das tecnologias digitais – as geotecnologias, corroborando com a tese de Snow e fazendo este paralelo para os dias atuais.

Figura 03: Releitura do mapa da Cólera de John Snow a partir de técnicas de Geoprocessamento.



Fonte: RAGU, 2014.

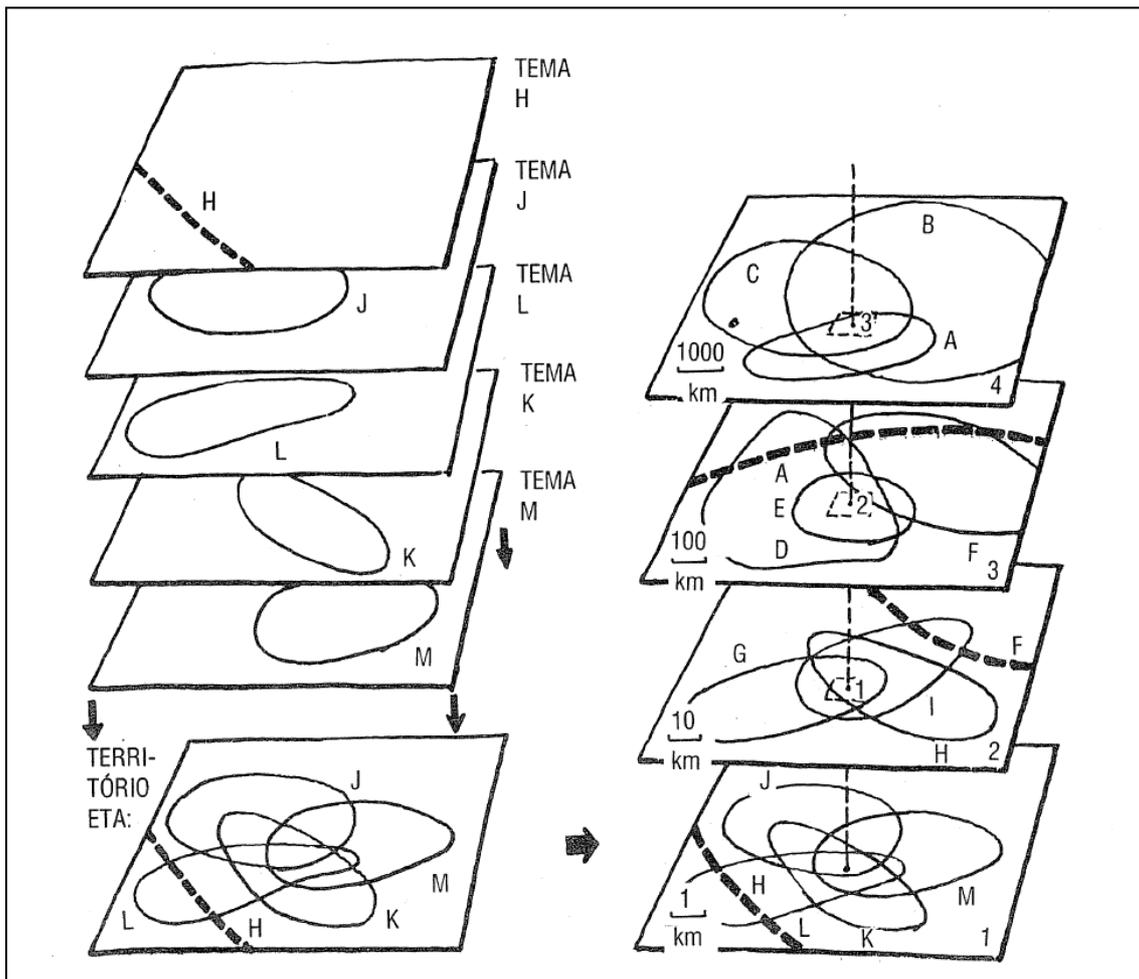
As Geotecnologias podem ser entendidas como novas tecnologias de hardwares e softwares ligadas à ciência geográfica que, por sua vez, são utilizadas no Geoprocessamento. O Geoprocessamento é o nó maior que “denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira

crecente as áreas de Cartografia” (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001, p. 01). Utilizando-se de software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), os procedimentos técnicos de geoprocessamento permitem o gerenciamento de banco de dados geográficos para o sensoriamento remoto, mapeamento digital e análise espacial.

Como ponto de partida para compreender o uso das tecnologias informacionais para análise espacial através da cartografia, é importante lembrar que dentro dos SIGs ocorre o que Ferreira (2003) nos atenta sobre a transformação da paisagem real em paisagem digital, e ao fazê-lo, são geradas abstrações⁶. Portanto utilizar-se dos Sistemas de Informações Geográficas para analisar um fenômeno espacialmente é ter a ciência que os mapas mentem, afinal o “software não é capaz de identificar as características dos dados apresentados. Entende-se como números e não como casos de uma doença específica que apresenta determinado comportamento” (MATSUMOTO, CATÃO, GUIMARÃES, 2017, p. 224).

Estes softwares são ferramentas poderosas quando aplicados à estudos de eventos de Saúde, pois permitem mapear, avaliar e planejar ações de saúde e atuar na vigilância de saúde (SANTOS, BARCELLOS, 2006), possibilitando a sobreposição de informações espaciais (camadas, *layers*) que nos auxilia, através da intersecção das escalas de grandeza na realização de consultas espaciais precisas que economizam recursos humanos, demandando da geógrafa/o que os manipula, grande responsabilidade para com as informações cartografadas.

⁶ À exemplo o uso de incorretas projeções cartográficas, possibilitando erros topológicos entre as camadas vetoriais utilizadas

Figura 04: Intersecções de informações espaciais e escalas de grandeza.

Fonte: MARTINELLI, 1991, p. 36

A utilização destas tecnologias digitais de mapeamento permite a identificação e classificação de padrões espaciais que nos fornecem pistas para formulação de perguntas em SIG FERREIRA, 2013) que contribuem para compreender as condicionantes e modos de espacialização das doenças e são amparados no raciocínio geográfico. Esta poderosa ferramenta pode ser evidenciada ao comparar o mapa original de John Snow (formato analógico) e este em formato digital.

Gatrell e Bailey (1996) nos ensinam que ao pensarmos em Análise Espacial não é apenas a utilização das técnicas "duras" como as que são amparadas em cálculos estatísticos (regressões, modelos lineares, entre outros), mas também é necessário compreender como a doença se comporta no espaço através do

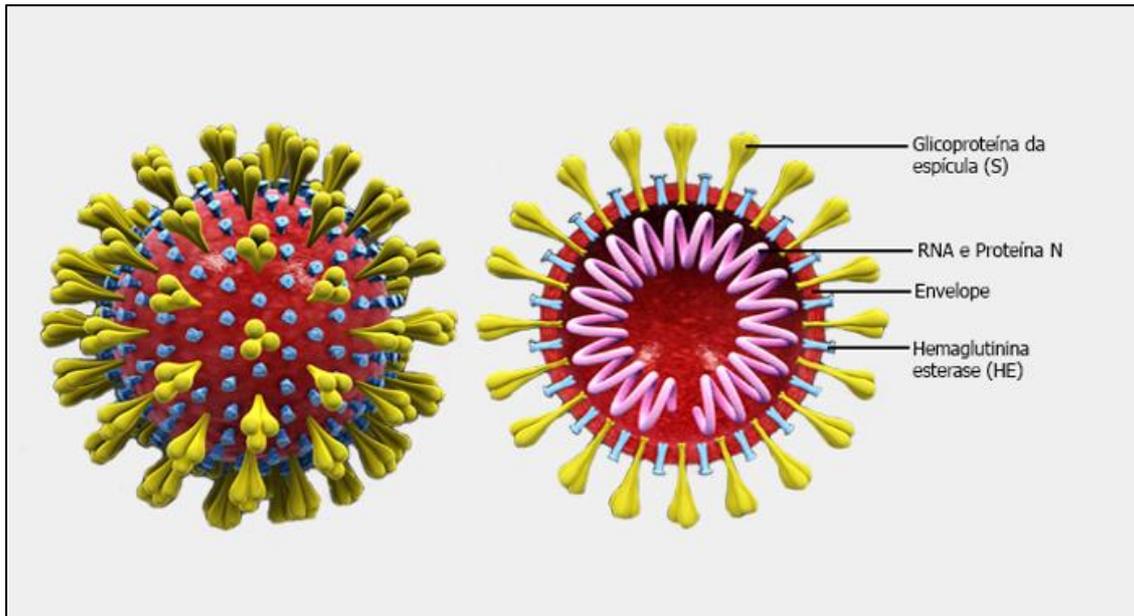
tempo através de análises exploratórias que buscam, através de métodos exploratórios, descrever padrões e agrupamentos (*clusters*), pontos fora da curva, os excessos ou pouquidade (*outliers*) - que são eventos que fogem à normalidade do fenômeno -, as relações do fenômeno com ele mesmo no espaço (autocorrelação) ou para com outras variáveis, e acrescento a análise estatística descritiva, que ajuda na compreensão dos limites e potencialidades dos dados para posterior aplicação de técnicas.

Câmara et. al. (2004) corroboram com Gatrell e Bailey ao dizer que a ênfase da Análise Espacial é “mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita. Ou seja, a ideia central é incorporar o espaço à análise que se deseja fazer” (CÂMARA et. al., 2004, p. 01), para isso, precisamos exercitar o pensamento espacial visando a compreensão e propondo soluções para os problemas de pesquisa, pois como diz Santos (1998) “o pensamento espacial não se pode fazer fora da busca de uma compreensão do fato tal qual se dá, mas uma busca que vai além da apresentação e nos permite chegar à representação” (p. 04).

O uso destas ferramentas computacionais permite uma análise célere de diversos fenômenos otimizando capital humano em suas tarefas. Para compreender os desvelares da COVID-19 no Brasil, a Cartografia e o Geoprocessamento foram parte fundamental para analisar os processos de difusão espacial do vírus.

1.2. A DIFUSÃO ESPACIAL DA COVID-19

Causada pelo agente etiológico SARS-CoV-2, a COVID-19 – abreviação referente à *Coronavirus Disease 2019* - é uma doença que tem como característica sua alta transmissibilidade e sua rápida difusão pelo mundo. O SARS-CoV-2 é um betacoronavírus da família *Coronaviridae*, a qual é uma grande família de vírus comuns em reservatórios animais de diferentes espécies, incluindo seres humanos (BRASIL, 2021).

Figura 05: Desenho esquemático do SARS-CoV-2.

Fonte: NAZÁRIO, 2020.

A COVID-19 é transmitida por três principais maneiras: 1. Contato, que diz respeito ao contato direto com uma pessoa infectada ou com superfícies e/ou objetos contaminados com o vírus; 2. Gotículas, sendo a transmissão da doença por meio da exposição às gotículas respiratórias contendo o vírus, por uma pessoa infectada quando, principalmente, tosse ou espirra; 3. Aerossol, quando a infecção é transmitida por meio das gotículas menores, os aerossóis, que podem permanecer no ar por horas contendo o vírus (BRASIL, 2021).

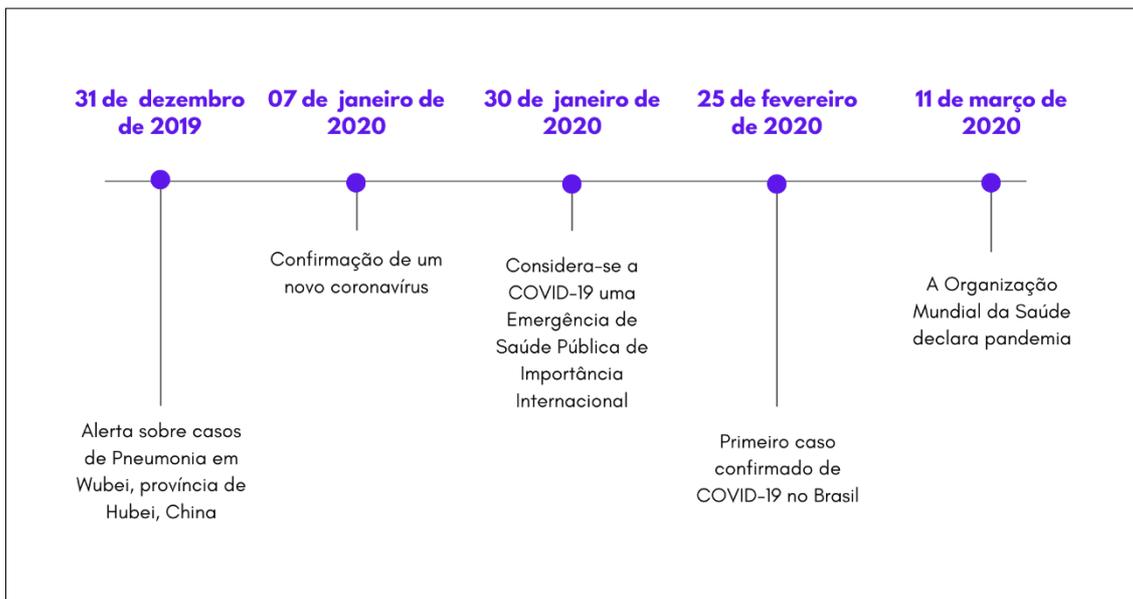
Em vista disso, como medidas preventivas, destaca-se o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) como o "escudo facial" (*face shield*), máscaras cirúrgicas, álcool em gel, e, principalmente, o uso combinado desses equipamentos com o distanciamento físico de pelo menos um (1) metro de distância e, para estabelecimentos, recomenda-se o uso de equipamentos de proteção coletiva (EPC) como ventilação, desinfecção de ambientes fechados (BRASIL, 2021).

O período de incubação é definido enquanto o tempo entre a infecção e a manifestação dos sintomas, com período estimado de incubação da COVID-19 de até 14 dias, sendo este o mesmo período indicado para a quarentena de indivíduos com casos suspeitos ou confirmados (LINTON et. al. 2020).

No tocante às manifestações clínicas, o Ministério da Saúde classifica os casos em: 1. Assintomático, sendo diagnosticado clinicamente (teste positivo) com ausência de sintomas; 2. Leve, apresentando sintomas não específicos como tosse, febre, dor de garganta, coriza, entre outros; 3. Moderado, caracterizado por frequência e/ou gravidade dos sintomas leves com a presença de pneumonia; 4. Grave, considerando a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) enquanto manifestação grave da COVID-19; 5. Crítico, quando os sintomas são insuficiência respiratória, sepse, pneumonia grave, entre outros, onde é necessária a internação em leitos de Unidades de Terapia Intensiva – UTI (BRASIL, 2021). Essa doença é potencializada quando combinada com outras comorbidades, principalmente àquelas que se manifestam em funções cardíacas.

Detectada em Wuhan, província de Hubei (China), em dezembro de 2019 (GUAN et al. 2020), casos de COVID-19 foram disseminados rapidamente pelo mundo. Por causa disso, em menos de um mês, no dia 30 de janeiro de 2020, a COVID-19 foi considerada uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) pela OMS (PAHO, 2020). No Brasil o primeiro caso da doença foi confirmado na cidade de São Paulo - SP no dia 25 de fevereiro de 2020 (RODRIGUEZ-MORALES et. al. 2020) e em 11 de março de 2020 é declarada a pandemia⁷ por COVID-19, quando a doença já registrava mais de cem mil casos confirmados, mais de quatro mil óbitos e registro em mais de 100 países ao redor do globo (WHO, 2020).

⁷ De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde: "O termo "pandemia" se refere à distribuição geográfica de uma doença e não à sua gravidade" (OPAS, 2020).

Figura 06: Do alerta à pandemia: um breve histórico.

Fonte: OPAS, 2020. Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Desse modo, fica nítido que esta doença abalou não apenas a saúde dos indivíduos, mas também a saúde pública e os sistemas econômicos mundiais. Por causa disso, a comunidade científica mundial, ainda no dia 30 de abril de 2020 já contava com mais de 500 artigos publicados diariamente, o que demonstrava como a ciência articulou-se em rede, talvez como nunca, para compreender e agir sob este fenômeno de importância mundial (VILDÓSOLA-SEPÚLVEDA et. al., 2020).

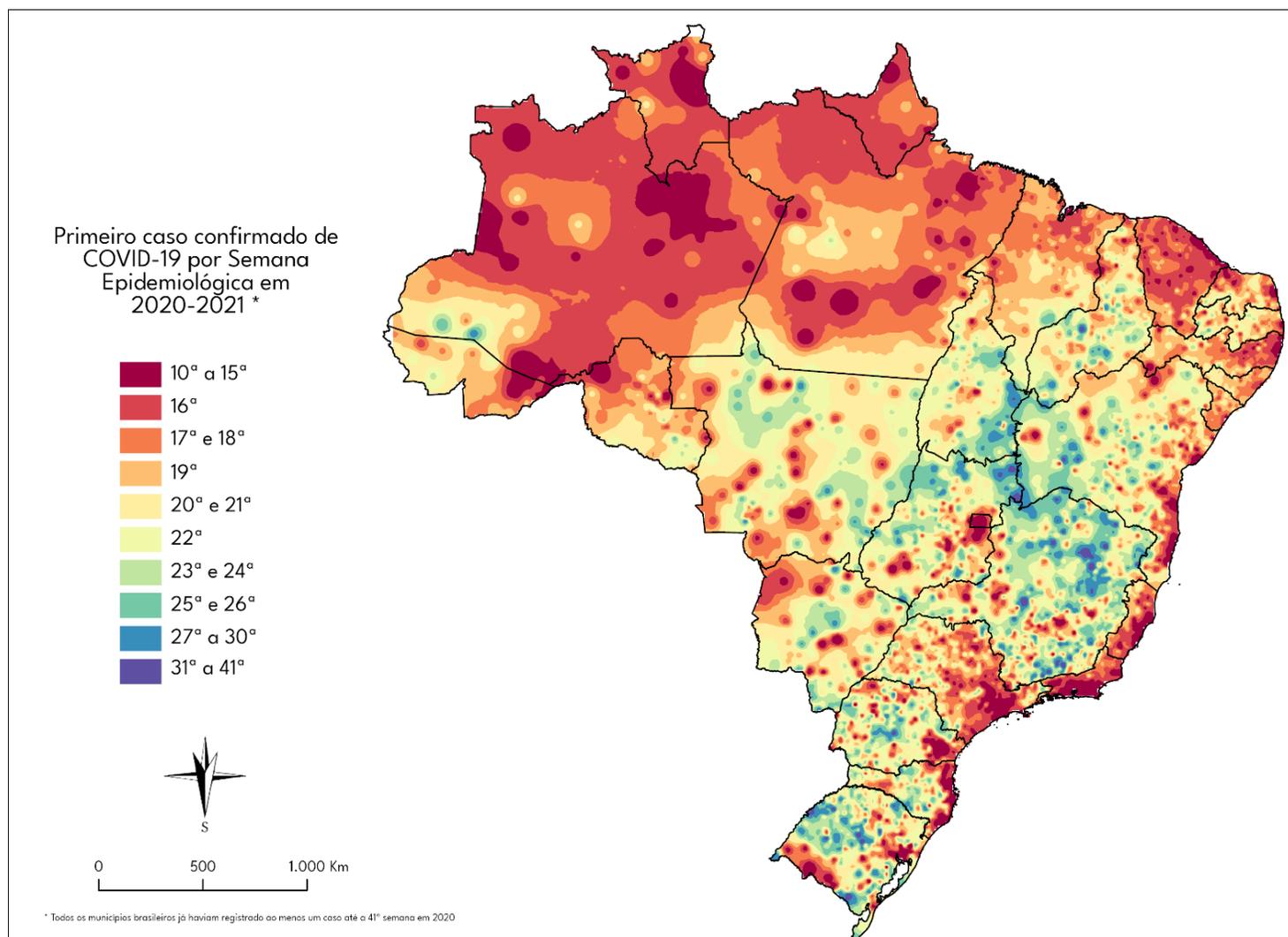
No Brasil, a Ciência Geográfica cumpriu – e ainda cumpre – um grande papel em desvelar os desdobramentos acarretados pela COVID-19. Tão célere quanto a difusão e adensamento do vírus pelo território brasileiro, onde em setembro de 2021 mais de 21 milhões de pessoas foram infectadas e quase 600 mil brasileiras/os foram à óbito (BRASIL, 2022), a Geografia da Saúde foi capaz de identificar as principais rotas de difusão da doença no Brasil e no Estado de São Paulo, bem como elencar as estruturas espaciais elementares da COVID-19 no território nacional, identificar populações vulneráveis, atuar no planejamento em saúde e analisar o peso da estrutura urbana brasileira na difusão da doença (FORTALEZA et. al. 2020a; 2020b; GUIMARÃES et. al. 2020a; SANTOS et. al. 2020; GUIMARÃES, SIMON, LIMA, 2020; SPOSITO, GUIMARÃES, 2020). Desta maneira,

arriscaríamos assim dizer, foi possível a Geografia chegar nos municípios antes da COVID-19.

O Brasil é o país com o maior registro de casos e óbitos por COVID-19 em toda a América Latina. O primeiro caso confirmado foi registrado na cidade de São Paulo, SP no dia 25 de fevereiro de 2020. Os primeiros casos foram importados da Europa e rapidamente disseminaram-se. Em primeira instância através pelas Capitais e Metrôpoles estaduais; em segunda instância através das Capitais Regionais e, por fim, os municípios de pequeno porte. O primeiro óbito por COVID-19 foi uma mulher trabalhadora não branca no dia 12 de março de 2020, apenas 16 dias do primeiro caso confirmado.

Apesar de datar os primeiros registros aqui pela data extensa, para os mapas as datas foram agrupadas em Semanas Epidemiológicas, que são medidas universais de data para registrar eventos epidemiológicos, permitindo comparação com outras cidades e países pelo mundo.

Mapa 02: Difusão espacial da COVID-19 no Brasil.



Fonte: IBGE (2020); Brasil.IO (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Registrando a maioria dos casos da doença, o Estado de São Paulo pode ser considerado o epicentro da doença no país. Sua difusão acompanha o ritmo médio do país⁸, a difusão é justificada pela grande heterogeneidade do interior do Estado, onde as Capitais Regionais - municípios de maior conectividade com a capital do Estado e com a região onde se situa - estão próximos às rodovias de maior intensidade de fluxos. Essas rodovias são responsáveis por prover fácil mobilidade para a população e também para o escoamento de mercadorias entre e fora do Estado.

Nesse sentido, o processo de difusão espacial pode ser entendido sucintamente enquanto “a propagação desse fenômeno [para nossa análise, a COVID-19 – casos e óbitos] no espaço e no tempo” (CATÃO, 2016, p. 15). Esse espraiamento da doença relaciona-se com a estrutura urbana das cidades e pode ser dividida/combinada entre: I. Expansão – da origem para outras áreas sem deixar seu local de origem.; II. Realocação – a realocação da área original para uma nova localidade; III. Combinada/Híbrida – soma-se as características das duas acima. (CATÃO, 2016).

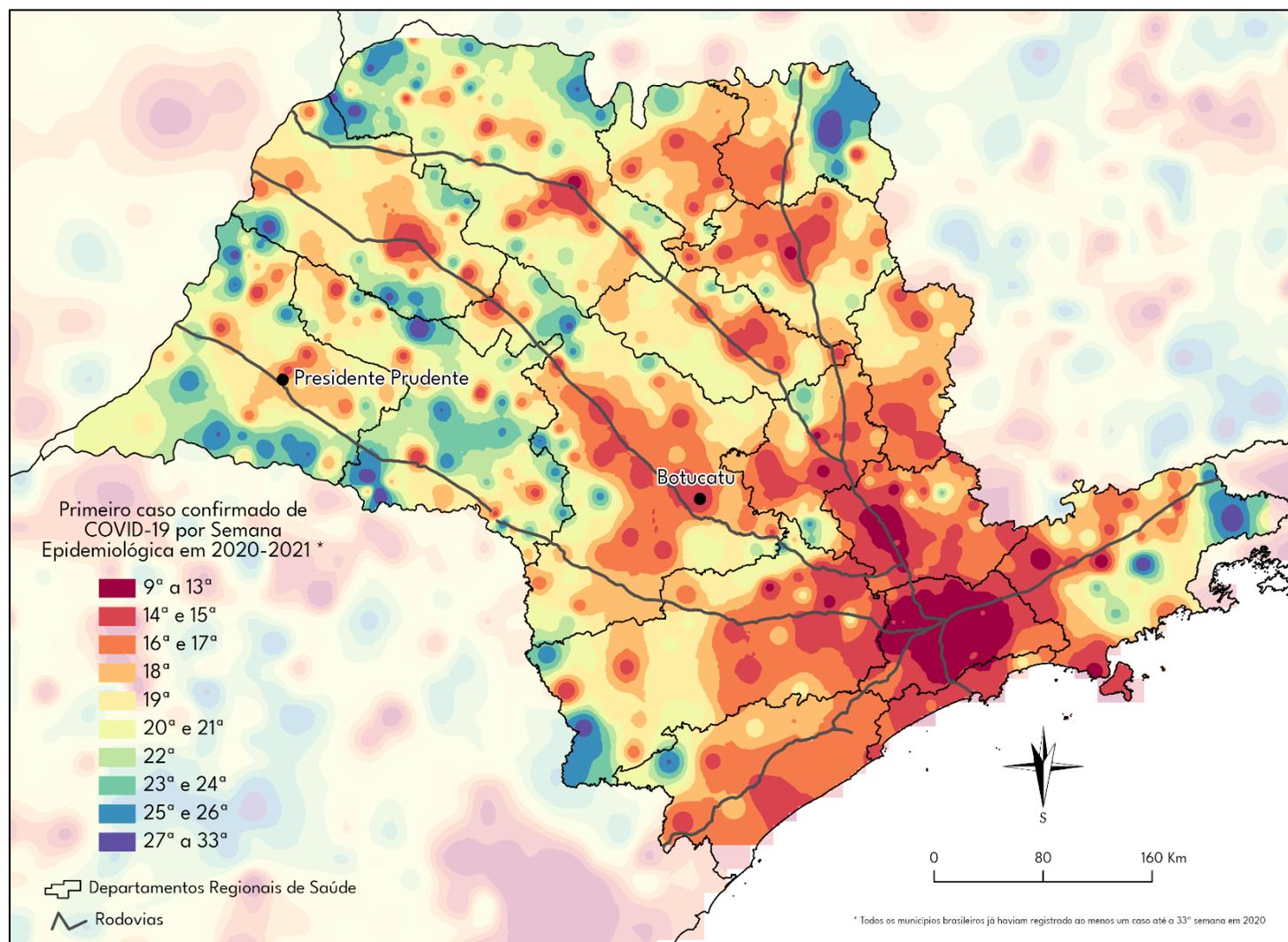
A difusão por expansão pode ser subdividida entre Difusão Hierárquica e Difusão por Contágio (CATÃO, 2016). Para a COVID-19, primeira refere-se ao primeiro estágio observado, onde a doença se propagou através da rede urbana de maior hierarquia para as de menores hierarquia (Metrópole – Capitais Regionais – Centros Locais). A Difusão por Contágio, segundo estágio da COVID-19, é quando a doença se instaura nos municípios mais remotos e circula livremente no país (FORTALEZA et. al. 2020a; 2020b).

A difusão da COVID-19 no território paulista é explicada por três momentos: o primeiro momento da difusão foi marcada pela rede urbana complexa e densa em torno da capital do Estado, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) que adensa intensos fluxos devido aos movimentos pendulares dos municípios adjacentes à metrópole da capital do Estado. O segundo momento é da difusão hierárquica que é expressa pela chegada do vírus nas

⁸ É importante mencionar que a Região Amazônica compreende um padrão de difusão muito diferente do resto do Brasil e do Estado de São Paulo. Para compreendê-la, ler “A DIFUSÃO TEMPORO-ESPACIAL DA COVID-19 NO AMAZONAS” de Natacha Aleixo e colaboradores.

Capitais Regionais do Estado de São Paulo, que são municípios que exercem uma centralidade frente aos municípios de menor porte nas regiões do interior paulista (IBGE, 2020). A última etapa da difusão no Estado de São Paulo se caracteriza pela difusão comunitária, quando os municípios de pequeno porte já estão com circulação do vírus nas cidades e já não há um desenho hierárquico regional, portanto, é nesta etapa onde o vírus circula livremente por todo o território paulista (FORTALEZA et. al. 2020a; 2020b). É na segunda e terceira etapa que vamos nos aprofundar ao analisarmos os padrões espaciais da COVID-19 no recorte empírico proposto, enfocando na escala do intraurbano (Mapa 3).

Mapa 03: Difusão Espacial da COVID-19 no Estado de São Paulo.



Fonte: IBGE (2020); Brasil.IO (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

A rapidez da difusão do vírus no território brasileiro – evidenciada nos mapas supracitados - é devido ao patógeno ser transmissível através do contato pessoa-pessoa (SPOSITO, GUIMARÃES, 2020). Logo, ao vivenciarmos um estágio de difusão comunitária, estudos em escala local, como este, permitem avançarmos em debates que vêm sendo construídos sobre a disseminação espacial e das estruturas elementares da COVID-19 no Estado de São Paulo e no país, compreendendo e propondo diferentes olhares sobre a doença a partir do raciocínio geográfico (GUIMARÃES et al., 2020a).

CAPÍTULO 02: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa compõem um intenso esforço de organização, sistematização e análise de dados e informações. O volume de dados e técnicas empregadas requereu intensa lapidação e aperfeiçoamento das bases para identificação dos padrões espaciais da COVID-19 em Presidente Prudente e Botucatu.

Assim, essa seção divide-se em: I. Coleta e Organização do banco de dados; II. Geocodificação dos dados; III. Análise exploratória espacial; IV. Estatística descritiva e comunicação cartográfica.

2.1. COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS BANCOS DE DADOS

Antes de tudo, é preciso enfatizar que é nos procedimentos metodológicos iniciais em que a maioria dos vieses, e até mesmo erros, acontecem. Porém, primeiramente, é devido expressar que diversas vezes não dispomos de todos os dados necessários para aplicar as metodologias que desejamos, ou então são dados subnotificados, porém, tanto a subnotificação, quanto a falta de dados não caracteriza o dado enquanto ruim.

Como nos ensinam algumas Geógrafas/os da Saúde, os dados são apenas números que buscam expressar uma realidade e a ausência destes dados também são dados. Os dados dos vazios, as ausências, podem ter maior capacidade de explicação de um fenômeno do que um grande volume de dados, como visto em Carolina Simon e Raul Guimarães (2021) e suas discussões sobre a importância de debruçarmo-nos nas ausências. Entretanto, tão perigoso quanto a ausência, é a presença mal formada destas informações. Ana Carolina Beceyro (2021) em seu trabalho sobre a qualidade das informações em bancos de dados públicos na Argentina, em que encontrou números elevados de subnotificação, incita-nos a indagar:

Por que há uma subnotificação tão alta de informações nas variáveis de descrição e nota? Existe real conscientização sobre a importância de se fazer um registro correto e completo das intoxicações por agrotóxicos, tanto por parte do pessoal médico que certifica o caso quanto das autoridades ministeriais? (BECEYRO, 2021, p. 114, tradução do autor).⁹

Em vista do exposto, o que há com os dados da COVID-19? Nós contamos com ausências ou com dados mal formatados? Para responder essas perguntas, é necessário compreender de onde vêm os dados de notificação dos casos da doença.

Os dados da COVID-19 utilizados nessa pesquisa são, em primeira instância, registrados a partir da ficha de notificação de Síndrome Gripal (SG) suspeito de doença pelo Coronavírus 2019 disponibilizada pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), órgão do Ministério de Saúde (MS), que tem por objetivo informatizar e modernizar as informações do SUS.

⁹ Na íntegra: “¿Por qué existe tan alto subregistro de información en las variables descripción y nota? ¿Existe conciencia real acerca de la importancia de realizar un correcto y completo registro de las intoxicaciones por plaguicidas, tanto de parte del personal médico que certifica el caso como de las autoridades ministeriales?” (BECEYRO, 2021, p. 14).

Figura 07: Ficha de Notificação de SG Suspeito de doença pelo CORONAVÍRUS 2019 – COVID-19 (B34.2).

 MINISTÉRIO DA SAÚDE SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE		Nº	e-SUS Notifica 16/08/2021	
FICHA DE NOTIFICAÇÃO DE SG SUSPEITO DE DOENÇA PELO CORONAVÍRUS 2019 – COVID-19 (B34.2)				
Definição de caso: Indivíduo com quadro respiratório agudo, caracterizado por pelo menos dois (2) dos seguintes sinais e sintomas: febre (mesmo que referida), calafrios, dor de garganta, dor de cabeça, tosse, coriza, distúrbios olfativos ou distúrbios gustativos. Em crianças: além dos itens anteriores considera-se também obstrução nasal, na ausência de outro diagnóstico específico. Em idosos: deve-se considerar também critérios específicos de agravamento como síncope, confusão mental, sonolência excessiva, irritabilidade e inapetência. Observação: Na suspeita de COVID-19, a febre pode estar ausente e sintomas gastrointestinais (diarreia) podem estar presentes.				
IDENTIFICAÇÃO				
Município de Notificação:		UF de notificação:	Data da Notificação:	
Tem CPF? (Marcar X) Sim Não	Estrangeiro: (Marcar X) Sim Não	Profissional de saúde: (Marcar X) Sim Não	Profissional de segurança: (Marcar X) Sim Não	
CPF:	CNS:	Passaporte:		
Ocupação (CBO):				
Nome Completo:				
Nome Completo da Mãe:				
Data de nascimento:		País de origem:		
Sexo: (Marcar X) Masculino Feminino	Raça/Cor: (Marcar X) Branca Preta Amarela Parda Ignorado	Indígena: Sim Não Se indígena, informar etnia: _____		
É membro de povo ou comunidade tradicional? (Marcar X) Sim Não <i>Se sim, qual?</i>				
Estado de residência:		Município de Residência:		
Logradouro:		Número:	CEP: -	
Complemento:		Bairro:		
Telefone 1:		Telefone 2:		
E-mail:				
ESTRATÉGIA E LOCAL DE REALIZAÇÃO DA TESTAGEM				
Estratégia: (Marcar X) Diagnóstico assistencial (sintomático) Busca ativa de assintomático Triagem de população específica				
Se busca ativa de assintomático: (Marcar X) Monitoramento de contatos Investigação de surtos Monitoramento de viajantes com risco de VOC (quarentena) Outro: _____		Se triagem de população específica: (Marcar X) Trabalhadores de serviços essenciais ou estratégicos Profissionais de saúde Gestantes e puérperas Povos e comunidades tradicionais Outro: _____		
Local de realização da testagem: (Marcar X) Serviço de saúde (UBS, hospital, UPA etc.) Farmácia ou drogaria Outro: _____		Local de trabalho Escola Aeroporto Domicílio ou comunidade		
DADOS CLÍNICOS EPIDEMIOLÓGICOS				
Sintomas: (Marcar X) Assintomático Febre Dor de Garganta Dispneia Tosse Coriza Dor de Cabeça Distúrbios gustativos Distúrbios olfativos Outros _____				
Data do início dos sintomas:				
Condições: (Marcar X) Doenças respiratórias crônicas descompensadas Doenças renais crônicas em estágio avançado (graus 3, 4 e 5) Portador de doenças cromossômicas ou estado de fragilidade imunológica				
Doenças cardíacas crônicas Diabetes Puérpera (até 45 dias do parto) Gestante Imunossupressão Obesidade Outros _____				
<i>Campos preenchidos automaticamente pelo sistema.</i>				
Recebeu vacina Covid-19? (Marcar X) Sim Não	Se recebeu vacina Covid-19, informar:	Dose	Data da vacinação	
		1ª dose		
		2ª dose		
		Laboratório produtor da vacina	Lote da vacina	
EXAMES LABORATORIAIS				
Tipo de teste	Estado do teste		Data da coleta	Resultado
RT-PCR	Solicitado	Coletado		Não detectável Detectável
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
RT-LAMP	Solicitado	Coletado		Não detectável Detectável
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
Teste sorológico IgA	Solicitado	Coletado		Não reagente Reagente
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
Teste sorológico IgM	Solicitado	Coletado		Não reagente Reagente
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
Teste sorológico IgG	Solicitado	Coletado		Não reagente Reagente
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
Teste sorológico – anticorpos totais	Solicitado	Coletado		Não reagente Reagente
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
Teste rápido de anticorpo IgM	Solicitado	Coletado		Não reagente Reagente
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
Teste rápido de anticorpo IgG	Solicitado	Coletado		Não reagente Reagente
	Concluído	Não Solicitado		Inconclusivo ou Indeterminado
e-SUS Notifica – FICHA DE NOTIFICAÇÃO DE COVID-19 COM RASTREAMENTO DE CONTATOS				
16/08/2021				

Para exemplificar o exposto acima destacamos que foi possível perceber que algumas incongruências ocorreram com os dados analisados, por exemplo, pessoas do sexo masculino que estão com o campo “Grávida” e “Puérpera” assinalado ou, então, dados como data de nascimento invertidos – 1697 ao invés de 1967.

Esses erros podem ser compreendidos enquanto um cansaço dos profissionais após longas jornadas de trabalho, falhas humanas devido a um serviço repetitivo, bem como a dificuldade de compreensão de uma caligrafia ou outra. Salienta-se que poderíamos ter uma informatização mais intuitiva para prevenir esses erros, como aponta Beceyro (2021).

Para além do e-SUS, que conta todos os Casos Suspeitos, Descartados, Confirmados e Óbitos por COVID-19, existe uma base de dados denominada SRAG Hospitalizados, ou seja, é a manifestação mais grave da doença que é encaminhada para os leitos de enfermaria ou de Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Esse registro compete ao Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica da Gripe (SIVEP-Gripe), cuja função é o monitoramento de vírus influenza e foi adaptado para monitorar os casos graves de COVID-19, as SRAGs. Por ser uma base de dados de acesso mais restrita, onde apenas alguns profissionais de Saúde têm acesso, esta base foi utilizada para contabilizar os óbitos por COVID-19. Este acesso mais restrito é uma medida que previne os erros na tabulação e digitalização acima mencionados, evitando incongruências com os dados de óbitos. É evidente que o ideal é que não ocorresse erro algum, porém, sabe-se que, ao manipular grandes quantitativos de dados, o erro é factível e muito provável.

Ainda na manipulação das bases de dados, foi preciso separar diversos dados para obter o caso clínico de COVID-19. Para o e-SUS, observamos o campo de “Resultado do Teste”, o qual se divide entre diversos tipos de testagens para identificar a presença ou ausência do vírus¹¹. Neste campo temos quatro opções que são: I. Não detectável; II. Não reagente; III. Detectável; IV. Reagente. As duas primeiras opções referem-se a casos suspeitos, mas que houve descarte clínico

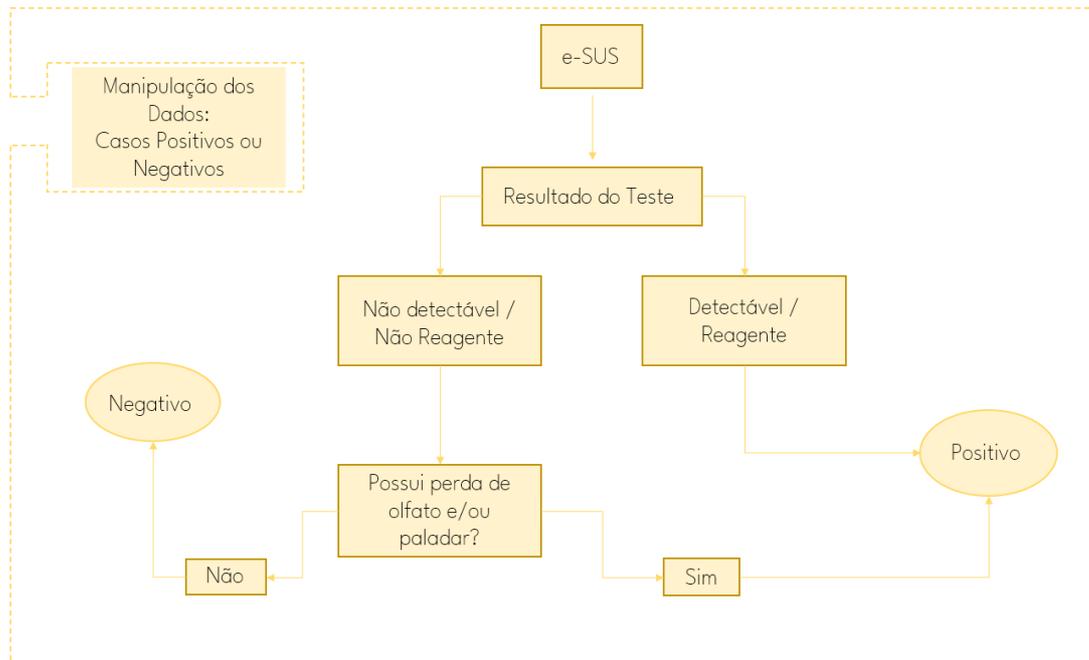
¹¹ Estes não serão discriminados.

de caso confirmado. As duas últimas sugerem¹² que são os casos confirmados por COVID-19. Contudo, para os não reagentes e não detectados, é necessário observar os sintomas de perda de olfato e/ou paladar, pois, caso haja algum desses, ou os dois, nesse caso, mesmo com diagnóstico não reagente ou não detectado, é classificado caso positivo pelos agentes de Saúde e a pessoa é orientada pelos profissionais de Saúde no que compete o isolamento social, rastreamento, entre outras medidas de controle da COVID-19.

Após discriminação dos casos confirmados, foi preciso analisar os óbitos a partir do banco de dados do SIVEP-Gripe, denominado de SRAG Hospitalizados. Nesta planilha, apenas verificou-se o campo de "Evolução" para encontrar os óbitos.

Em síntese abaixo (figura 08), neste trabalho, os resultados finais de não detectável ou não reagente foram descritos enquanto casos negativos de COVID-19 e os resultados finais de detectável ou reagente, mesmo que assintomáticos, foram descritos enquanto casos positivos de COVID-19. Os casos negativos (não detectável ou não reagente) com os sintomas de perda de olfato e/ou paladar também foram classificados como positivos.

¹² Sugerem pelo fato que os testes moleculares e sorológicos de COVID-19 podem apontar para falsos positivos ou falsos negativos, ficando à critério dos profissionais responsáveis essa análise e testagens secundárias

Figura 08: Fluxograma para manipulação dos dados do e-SUS.

Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

É importante ressaltar que os dados do SIVEP-Gripe contendo os óbitos, compreende que todo óbito por COVID-19 é um caso confirmado. Dessa forma, há uma reclassificação dos casos confirmados. A Secretaria de Saúde do município de São Paulo, SP, escreveu uma nota técnica sobre este processo, cuja metodologia baseia-se em uma Interface de Programação de Aplicações (*API - Application Programming Interface*) disponibilizada pelo Ministério da Saúde e manipulada pelo software de programação "R". No documento está citada a importância deste processo que compreende os casos sem classificação (em aberto), casos confirmados laboratorial ou clinicamente (SÃO PAULO, 2022). Observa-se que a reclassificação exposta (Figura 09), é um procedimento imprescindível para o processo de compreensão da situação epidemiológica da COVID-19.

Figura 09: Comparativo dos dados reclassificados e classificação original.

Fonte: SÃO PAULO, 2022, p. 02.

Finalmente, cabe destacar que em todo o processo supracitado de organização dos dados, do e-SUS e SIVEP-Gripe, houve diálogo com os profissionais da Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente que, gentilmente, auxiliaram-me no processo de compreensão de ambos os sistemas e nos cederam os dados já reclassificados.

Através do longo relacionamento que a instituição sede deste trabalho e o laboratório em que se insere esta pesquisa partilha com a Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente, o acesso aos dados reclassificados não foi um problema. Por ser uma relação que ainda está se construindo com a Vigilância Epidemiológica de Botucatu, não foi possível o acesso aos dados reclassificados – mas que não será um impeditivo para o desenrolar da pesquisa.

Após a organização dos bancos de dados convencionais, foi possível seguir para a etapa de manipulação dos bancos de dados não convencionais (INPE, sem data).

2.2. GEOCODIFICAÇÃO DOS DADOS

A Geocodificação dos dados é um processo de localizar espacialmente um dado. Para isso, necessita-se de um campo descritor de endereço para transformá-lo em coordenadas geográficas (latitude e longitude). Sua manipulação necessita que os endereços estejam devidamente organizados. Para Geocodificar os endereços, foi utilizada uma API do *Google Planilhas, Geocoding API*. (GEARY, 2016).

Como já descrito anteriormente, os endereços apresentaram muitas incongruências e, assim, houve impasses para realização da Geocodificação. Para Presidente Prudente não se observa grande perda de dados neste processo de Geocodificação de casos e óbitos. Inicialmente, os casos foram totalizados em 33.634, de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021 - 501 dias. Com a Geocodificação destes endereços, deste total (n= 33.634), foi possível geocodificar 31.182 casos confirmados, contabilizando uma perda de 7,2% dos dados. Os óbitos datam do dia 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021 (482 dias) e na planilha inicial somou-se 840 óbitos. Destes, foi possível georreferenciar 838, com apenas 0,2% de perdas na Geocodificação.

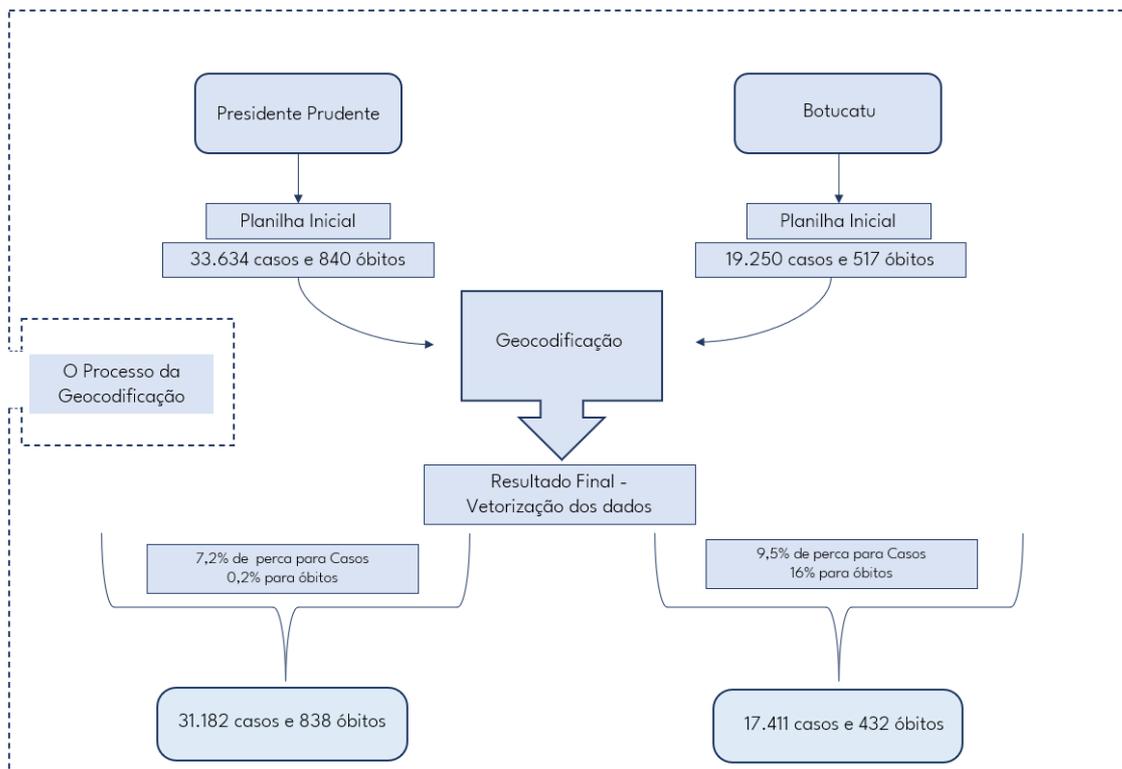
Para o município de Botucatu, o resultado das Geocodificações nos revela a importância desta reclassificação, pois, para casos confirmados da doença, na planilha inicial possuíamos 19.250 dados, de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021 (499 dias). Do total, foram geocodificados 17.411, contabilizando perda de 9,5% dos casos (2,3% superior a Presidente Prudente). Para os óbitos, que datam de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021 (482), a planilha inicial totaliza 517 dados e, após a Geocodificação, foi possível identificar 432. Do total (n=517), a perda de dados foi de 16% (15,8% superior a perda da Geocodificação em Presidente Prudente).

Após uma reflexão destes números discrepantes entre os dois municípios, é possível compreender que este processo de reclassificação poderia ter sido útil para recuperar parte dos dados não geocodificados, ou então que uma base mais bem digitalizada e organizada de endereços pudesse nos ajudar a recuperar cada

caso e óbito. Também enquanto uma limitação metodológica, as bases de endereços utilizadas foram as disponíveis pela empresa Google, que, porventura do surgimento de novas vias, a utilização de nomes antigos nas fichas cadastrais, a Geocodificação pode apresentar algumas falhas – fruto da sensibilidade desta ferramenta como exposto.

A importância de elucidar para a leitora e o leitor estas limitações está diretamente relacionada ao fato de aqui estamos tratando sobre números, mas nunca podemos perder de vista que os números são vidas, que adoeceram e que morreram. São histórias que os mapas não contaram.

Figura 10: Fluxograma da Geocodificação.



Organização: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

No geral, gostaria de enfatizar que os dados utilizados nesta pesquisa apresentaram boa qualidade, porém não ter reclassificado os dados de Botucatu nos revela uma discrepância do que poderia nos aproximar da realidade – sem contar com os casos subnotificados. Portanto, como já explicitado na primeira

parte deste trabalho, é de suma importância destacar que o tratamento e organização destes dados utilizados pela Vigilância Epidemiológica e outros órgãos competentes são imprescindíveis para o planejamento em saúde. Cabe-nos, geógrafas e geógrafos, evidenciar as potencialidades destes dados para a análise geoespacial que poderá contribuir para as ações de vigilância em saúde no espaço urbano intramunicipal.

2.3. ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL

Uma vez concluída a etapa de coleta, organização dos bancos de dados e georreferenciamento, o próximo passo foi a análise espacial, que compreende toda a situação que envolve trabalhar com dados espacializados.

Conforme a natureza dos dados (oriundos do Censo Demográfico do IBGE e da Vigilância Epidemiológica) e os objetivos deste estudo, utilizou-se diferentes estruturas espaciais para as análises: Pontual, Zonal e de Superfície. Estas diferentes estruturas podem tanto individualizar e focar, como também generalizar os dados, conforme são trabalhadas metodologicamente.

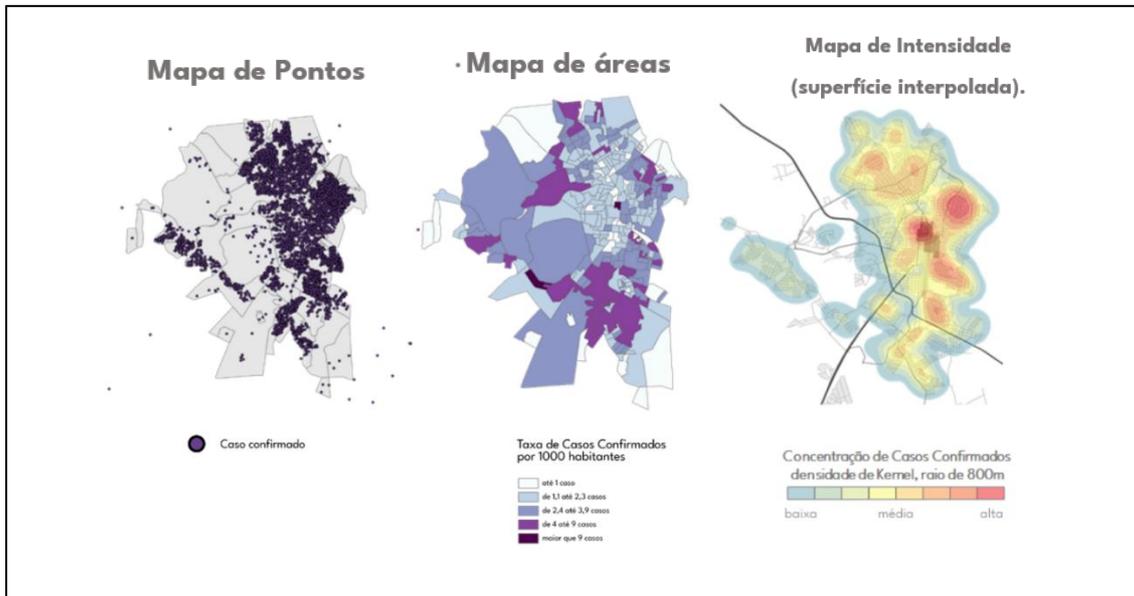
A análise de dados pontuais implica compreender “fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço” (CÂMARA et. al., 2004, p. 03), como por exemplo a técnica de nuvem de pontos. Os dados zonais são “associados a levantamentos populacionais, como censos e estatísticas de saúde, e que originalmente se referem a indivíduos localizados” em polígonos enquanto um agregado de áreas (ruas, quadras, bairros, zonas de saúde) (CÂMARA et. al., 2004, p. 03).

No caso da análise de área, por serem dados agregados que visam a confidencialidade e possibilitam a aplicação de diferentes ferramentas de análise geoespacial, os dados de limites dos setores censitários urbanos, bem como os de população destes setores foram utilizados nesta pesquisa serviram de base para transformar os dados à nível pontual da COVID-19 em dados de área, possibilitando a aplicação de análises espaciais areais entre as variáveis da

COVID-19 e outras que compuseram o escopo das análises exploratórias a que nos propusemos a elaborar.

Ademais da análise dos dados pontuais e zonais, utilizamos algumas técnicas que nos possibilitaram a realização de análises espaciais de superfície, que podem ser “estimadas a partir de um conjunto de amostras de campo” (CÂMARA et. al., 2004, p. 03). Estas foram realizadas agregando os dados pontuais de COVID-19 em setores censitários urbanos, e posteriormente estes setores censitários foram transformados em pontos através de seu centroide, possibilitando representações em superfícies de calor, onde foi possível identificar padrões espaciais que foram úteis para a formulação de hipóteses e compreensão da distribuição espacial do evento – à exemplo das técnicas, destaca-se a estimativa de intensidade de Kernel (*Kernel Density*) e do Inverso da Distância Ponderada (*Inverse Distance Weighted, IDW*). Estes dados foram trabalhados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS 10.8 e ArcGIS Pro 2.9.1.

Figura 11: A mesma variável, diferentes formas de representação: Pontual, de Área e de Superfície.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

2.3.1. ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA DE CASOS E ÓBITOS POR COVID-19

É preciso atentar que, no processo de mapeamento, podem incorrer certas “mentiras”, como nos lembra Matsumoto, Catão, Guimarães (2017), ressaltando a transformação do real em representação, inocentemente, ou conscientemente, no ato do mapear. Dessa forma, as técnicas foram pensadas visando a maior factibilidade dos produtos elaborados. Também, é importante ressaltar que devemos nos atentar para as perguntas espaciais (FERREIRA, 2013) a priori da elaboração destes produtos cartográficos (MATSUMOTO, 2019).

Buscamos formular perguntas espaciais para compreender a natureza espacial destes dados e prosseguir com uma investigação na busca de contar a história da COVID-19 nos municípios estudados. As técnicas utilizadas foram: I. Vizinho mais próximo; II. Autocorrelação Espacial Incremental; III. Análise de aglomerados espaciais (função K de Ripley); IV. Estimativa de Kernel; V. Autocorrelação Espacial e; VI. Análise de pontos quentes (Getis-Ord G^*).

As referidas técnicas foram utilizadas para analisar os dados de casos confirmados e óbitos por COVID-19 na área urbana dos municípios de Presidente Prudente e Botucatu . Os dados populacionais referentes ao Censo Demográfico de 2010 do IBGE, incluindo faixa-etária, raça/cor e sexo serão tratados adiante.

Por fim, todas as equações a seguir foram retiradas e traduzidas da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), a distribuidora do SIG *ArcGIS*¹³.

2.3.2. VIZINHO MAIS PRÓXIMO

A ferramenta de análise Vizinho Mais Próximo (do inglês "*Average Nearest Neighbor*") foi nossa primeira ferramenta investigativa para compreender as distâncias entre os eventos¹⁴ ocorridos. Esta ferramenta permite a mensuração da distância entre cada caso e óbito, e em seguida realiza um cálculo da média dessas distâncias vizinhas mais próximas. Seus resultados compõe a distância média observada (aquilo que foi mensurado através dos eventos) e a distância média esperada (métrica que considera a hipótese nula – distribuição espacial aleatória). Quando obtemos uma distância média observada acima da esperada, é indicativo de agrupamento espacial. Essa é uma medida de distância euclidiana e os vizinhos dizem respeito apenas ao próximo caso ou óbito mais próximo.

Os cálculos da ferramenta se dão por:

$$\text{Vizinho mais próximo} = \frac{\text{Distância Observada}}{\text{Distância Esperada}}$$

Onde,

$$\text{Distância Observada} = \sum_{i=1}^n d_i$$

e

¹³ Estas informações podem ser observadas no site <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/introduction-anatomy/anatomy-of-a-tool-reference-page.htm>

¹⁴ Trata-se eventos os Casos e Óbitos por COVID-19.

$$Distância Esperada = \frac{0,5}{\sqrt{n/A}}$$

Sendo d_i a distância entre os eventos i e seu vizinho mais próximo. O valor n corresponde ao número total de eventos e A é a área do retângulo envolvente dos eventos. Neste caso, a área corresponde aos setores censitários urbanos.

2.3.3. AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL

A Autocorrelação Espacial (do inglês *Spatial Autocorrelation – Global Moran's I*) é uma ferramenta com função global – apreende a totalidade dos eventos – e é útil para medir a organização e associação espacial destes eventos entre si. Gatrell e Bailey (1996) nos ensinam que, ao trabalharmos com dados pontuais, é necessário descartar a possibilidade de o evento espacial ser completamente randômico (do inglês, *Complete Spatial Randomness – CSR*) para verificar se há ou não alguma possível causalidade entre os dados (GATRELL, BAILEY, 1996).

O grau de autocorrelação espacial, ou sua ausência, permite responder uma pergunta primordial: As áreas mais próximas entre si partilham de características similares? Parte-se da 1ª lei da geografia, da premissa de Tobler, de que “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes” (TOBLER, 1970).

Nesse sentido, é de interesse ao serviço de Saúde compreender – assim como John Snow buscou em suas investigações sobre a Cólera – porque estes eventos ocorrem em tais localidades e em outras não, servindo de base para o planejamento em Saúde, destinação de recursos para mitigar determinada enfermidade, entre outros. Os graus de autocorrelação espacial, positivos, negativos e ausência, podem ser descritos como:

“Uma autocorrelação espacial positiva indica similaridade entre as taxas de áreas próximas e uma autocorrelação espacial

negativa corresponde à situação contrária onde as taxas para áreas distantes são mais parecidas do que as taxas para áreas próximas. Uma ausência de autocorrelação espacial indica a ausência de uma estrutura espacial subjacente – nenhuma associação entre taxas com base na localização” (RICAN, SALEM, 2010, p. 102, tradução do autor¹⁵)

Sendo assim, os cálculos são dados por:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$$

Onde, z_i é o desvio de um atributo para o recurso i de sua média ($x_i - \bar{X}$), $w_{i,j}$ é a matriz de peso entre os eventos i e j , n é o número total de eventos, e S_0 é o agregado de todas as matrizes de peso.

Sendo,

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}$$

O score z_i para a estatística é calculado por:

$$z_i = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}}$$

Onde, $E[I] = -1/(n - 1)$ e $V [I] = E[I^2] - E[I]^2$

Estatísticas adicionais estão disponíveis no endereço eletrônico mencionado no início da seção para as/os interessadas/os.

¹⁵ Na íntegra: “A positive spatial autocorrelation indicates similarity between the rates of nearby áreas and a negative spatial autocorrelation corresponds to the contrary situation Where rates for distant áreas are more alike than rates for close áreas. Na absence of spatial autocorrelation indicates the absence of na underlying spatial structure – no association among rates based on location” (RICAN, SALEM, 2010, p. 102).

2.3.4. AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL INCREMENTAL

Uma vez que os dados apontam que há agrupamento, outra pergunta espacial é fundamental para prosseguir com as análises. *Será que os dados se correlacionam entre si no espaço?* Para responder esta pergunta, a ferramenta de Autocorrelação Espacial Incremental (do inglês *Incremental Spatial Autocorrelation*) executa medições de distância entre os pontos dos eventos a partir de diversas distâncias – por isso é incremental. A ferramenta executa a função de Autocorrelação Espacial Global de (Moran's I) nessas diferentes distâncias para medir picos e baixas de agrupamento espacial, retornando também um valor de significância.

Esta ferramenta, juntamente com o Índice de Moran (Autocorrelação Espacial Global) e a função K de Ripley (Análise de aglomerado espacial de várias distâncias) nos ajuda a definir as variações de agrupamentos entre as diferentes distâncias medidas, possibilitando prosseguir com uma análise mais fidedigna. Quando não encontramos picos de autocorrelação espacial, é necessário tomar outras escalas de análise.

2.3.5. ANÁLISE DE CLUSTER ESPACIAL DE VÁRIAS DISTÂNCIAS (FUNÇÃO K DE RIPLEY)

A Função K foi utilizada para testar o padrão dos dados em diversas bandas de distância – similar a ferramenta de Autocorrelação Espacial Incremental. Essa ferramenta serviu para identificar as distâncias onde os dados apontavam aglomeração – base para elaboração da largura de banda final para o estimador de Densidade de Kernel.

Bailey e Gatrell (1996) apontam que esta é uma boa ferramenta para explorar e definir relacionamentos espaciais, "descrevendo a distância onde há

dependência espacial dos eventos” (BAILEY, GATRELL, 1996, p. 261, tradução do autor¹⁶).

Similar aos resultados do Vizinho mais próximo, quando o valor observado é maior que o esperado (CSR), é possível observar padrão espacial em determinada banda de distância – a recíproca é verdadeira neste caso também, quando há um valor esperado maior que o observado, indica-se distribuição aleatória dos dados no espaço.

Seu cálculo é dado por:

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^n \sum_{j=i, j \neq i}^n k_{i,j}}{\pi n(n-1)}}$$

Onde d é a distância, n é igual o total de eventos, A representa a área total de eventos e $k_{i,j}$ é o peso.¹⁷

As número de bandas de distância utilizadas nas análises, tanto para casos confirmados, quanto órbitos, foram dez (10).

2.3.6. ESTIMADOR DE DENSIDADE DE KERNEL

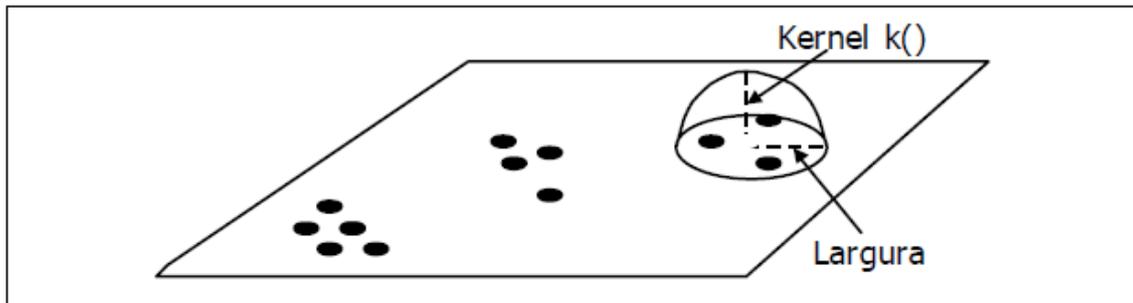
O estimador de intensidade de Kernel (do inglês *Kernel Density*) nos permite a identificação visual de “áreas mais intensas/densas” a partir de uma estimativa de intensidade entre os pontos, fazendo a contagem desses pontos em um intervalo de largura (raio) definido, sendo este uma variável muito importante, pois “Um raio muito pequeno irá gerar uma superfície muito

¹⁶ Na íntegra: “describes the extent to which there is spatial dependence in the arrangement of events” (BAILEY, GATRELL, 1996, p. 261).

¹⁷ Se houver uso de correção de borda $k_{i,j}$ é levemente modificado. Para nossas análises a correção de borda foi realizada a partir do polígono dos setores censitários urbanos.

descontínua; se for grande demais, a superfície poderá ficar muito amaciada.” (CÂMARA E CARVALHO, 2004, p. 5), exemplificado na figura abaixo:

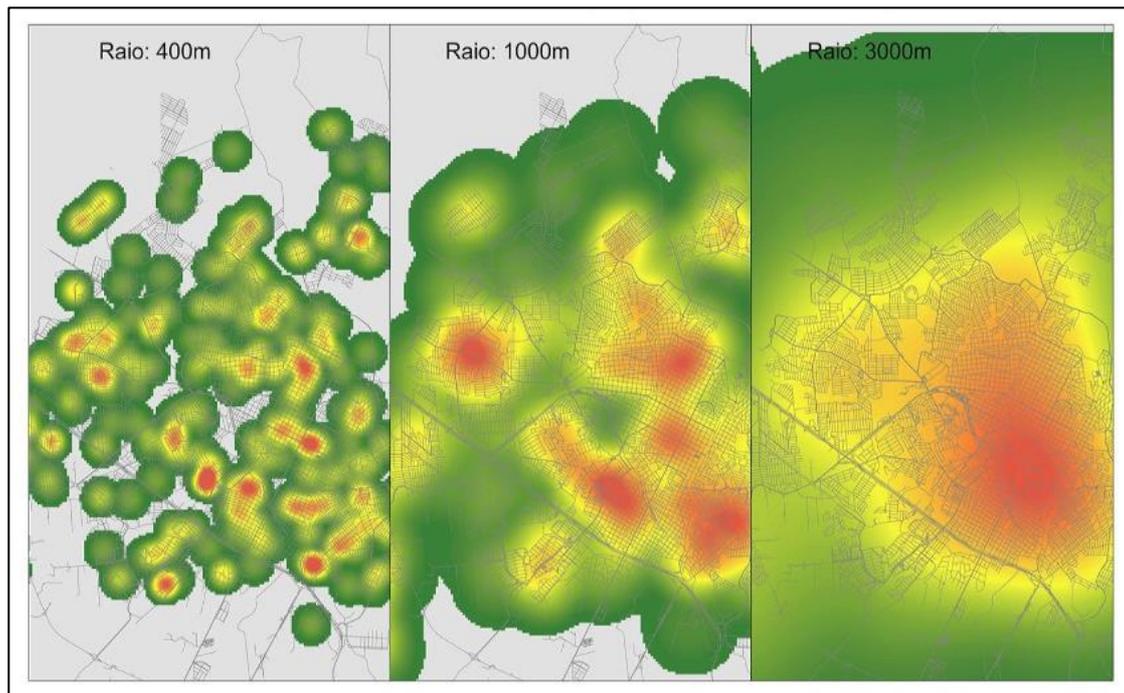
Figura 12: Estimador de intensidade de distribuição de pontos.



Fonte: CÂMARA E CARVALHO, p. 5, 2004. Adaptado

Como o Estimador de Densidade de Kernel é sensível a escolha da largura de banda (GATRELL, BAILEY, 1996), para a escolha da largura, realizamos diversos testes com diferentes raios (r) (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000m). Optamos pelo uso de um raio de 600 metros tanto para os casos como para os órbitos em ambos os municípios, onde a superfície não ficara nem descontínua nem muito amaciada. Tomamos como base para esta escolha de largura de banda os resultados apontados nas ferramentas acima, assim como as características urbanas das cidades.¹⁸ Para melhor compreensão da leitora/leitor sobre o uso de diferentes larguras de bandas (raios), segue figura abaixo:

¹⁸ Para observar alguns testes de bandas e análises aprofundadas do Estimador de Densidade de Kernel e uma análise indico Matsumoto et. al. (2020) e Matsumoto (2011).

Figura 13: Diferentes Raios para o Estimador de Intensidade de Kernel.

Reproduzida de: MATSUMOTO et al. 2020.

A estimativa de Kernel é definida por:

$$\hat{\lambda}_{\tau} = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi \tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2} \right)^2$$

Onde, $i = 1, \dots, n$ são os pontos de entrada – Casos e Óbitos por COVID-19 –, π é igual a 3,141592, h é a distância entre o ponto e a localização e τ é o raio de influência que define a vizinhança do ponto que será interpolado.

Para os dados de perfil etário, raça/cor adicionou-se um campo de atributo associado a ponto. Sua formulação pode ser compreendida por:

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} \left(\frac{(s - s_i)}{\tau} \right) y_i$$

Onde y_i é o campo de atributo do evento analisado (para nós serão os quantitativos de pessoas dos perfis de idade e raça/cor, como explicito na próxima seção) e $s - s_i$ é a distância entre o ponto estimado e o que se quer estimar (MATSUMOTO, FLORES, 2012). Para a escolha das larguras de banda também utilizamos uma distância de 600 metros, justificada acima.

Ainda, sobre o estimador de densidade de Kernel, para processar e analisar a camada de resultado, classificamos a interpolação utilizando o método de quebras naturais (*Natural Breaks*), o qual divide as classes cujos limites são definidos a partir das diferenças dos dados no histograma, agrupando valores semelhantes e maximizando suas diferenças (MATSUMOTO, CATÃO, GUIMARÃES, 2017).

2.3.7. ANÁLISE DE PONTOS QUENTES

A técnica de Análise de Pontos Quentes (do inglês "*Hot Spot Analysis Getis-Ord G^** ") permite, através de testes de significância estatística, identificar pontos quentes e pontos frios – e ausências (não significantes) de agrupamentos dos eventos utilizando a estatística G^* . Essa metodologia estatística é apresentada em Getis, Ord (1992). Os autores que propuseram essa nova forma de compreender as associações espaciais de dados incorporando métricas de distância afirmam que examinar autocorrelação espacial e correção espacial entre os dados dispostos é de suma importância, entretanto, a maioria dos procedimentos técnicos que realizam essas análises analisam o conjunto global dos dados, não levando em conta possíveis particularidades regionais e locais. É nesta linha que os autores adaptaram algumas estatísticas conhecidas com o Moran's I, técnicas de identificação de pontos quentes para uma análise que considerasse particularidades à nível local e pudesse ser aplicado para análise espacial de dados pontuais (para nós os Casos e Óbitos por COVID-19).

O uso das estatísticas G^* (leia-se G-estrela) permite a identificação de padrões "quentes" e "frios", ou seja, alta intensidade entre os vizinhos e baixa intensidade entre seus vizinhos a partir de significância estatística.

Seu cálculo é dado por:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}}$$

Onde x_j é o valor do atributo para o evento j , $w_{i,j}$ é o peso espacial entre os eventos i e j , n é o número total de eventos e \bar{X} e S são dados por:

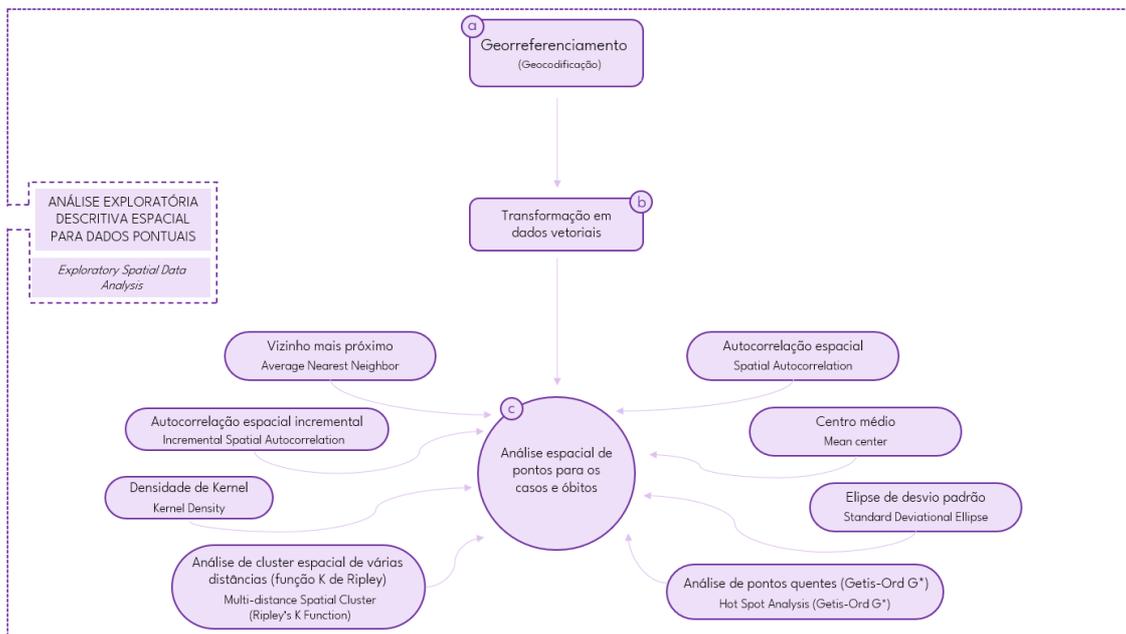
$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

e

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

Por fim, observamos através desta técnica, as áreas de pontos quentes enquanto agrupamentos altos com vizinhos altos (ALTO-ALTO), e os pontos frios seguem a mesma lógica (BAIXO-BAIXO). Essa análise estatística nos permite observar os padrões espaciais de agrupamento levando em conta os dados individualmente e seu relacionamento com vizinhos.

Figura 14: Fluxograma do Roteiro Metodológico de Análise Espacial para Dados Pontuais.



Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

2.4. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA

A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) compreende que os indicadores e índices em saúde são poderosas ferramentas para a gestão e controle do território, bem como para compreender a situação epidemiológica de uma população nos diferentes recortes espaciais a que se permite a coleta dos dados. A OPAS enfatiza em seu boletim sobre indicadores de saúde elementos básicos para compreendermos o que são e quais as finalidades do uso de indicadores no campo da saúde, os quais são medidas síntese que condensam distintos atributos e dimensões que nos ajuda a compreender o desempenho de um dado sistema de saúde e de uma população, sendo essencial para exercer a vigilância em saúde:

“Um indicador de salud es “una noción de la vigilancia en salud pública que define una medida de la salud (i.e., la ocurrencia de una enfermedad o de otro evento relacionado con la salud) o de un factor

asociado con la salud (i.e., el estado de salud u otro factor de riesgo) en una población especificada” (LENGERICH, 1999 apud OPAS, 2001, p. 1).

Neste trabalho utilizamos Prevalência, Mortalidade e a Letalidade para descrever os impactos nas populações das cidades estudadas.

2.4.1. COEFICIENTE DE PREVALÊNCIA

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), a prevalência é de extrema utilidade para o Sistema Único de Saúde para subsidiar ações de planejamento, gestão e avaliação em Saúde, pois permitem “aos serviços de Saúde obter um melhor conhecimento sobre as condições de saúde e doença nas populações, e, portanto, obter melhor desempenho” (OPAS, 2010). Essa medida estima a ocorrência de casos de COVID-19 em determinada população em um certo período.

Seu método de cálculo é dado por:

$$Prevalência = \frac{Total\ de\ Casos\ Confirmados}{100.000} \times População\ Total$$

Em nosso caso, o denominador cem mil foi substituído para apenas mil, para estimar a prevalência por mil habitantes, não a cada cem mil habitantes. Portanto, lê-se, por exemplo, para um resultado de vinte (20), que a cada mil habitantes, vinte (20) registram casos confirmados.

2.4.2. COEFICIENTE DE MORTALIDADE

A Mortalidade por COVID-19 é utilizada para

“avaliar variações populacionais, geográficas e temporais da mortalidade por COVID-19 em seguimentos populacionais, identificando situações de desigualdade e tendências que demandem ações e estudos específicos” (BRASIL, 2022).

Semelhante a prevalência, este cálculo contribui para subsidiar ações de planejamento, gestão e avaliação de políticas pública de promoção, proteção de Saúde. A Mortalidade estima a morte por COVID-19 com padronização pela população em um determinado período e “reflete também a efetividade de medidas de prevenção e controle, bem como as condições de diagnóstico e da assistência média dispensada” (BRASIL, 2022).

Seu cálculo é dado por:

$$Mortalidade = \frac{Total\ de\ Óbitos}{100.000^{19}} \times População\ Total$$

2.4.3. COEFICIENTE DE LETALIDADE

A letalidade é uma taxa que requer bastante atenção para os serviços de Saúde. Para o Ministério da Saúde “Esta taxa dá a ideia de gravidade da doença, pois indica o percentual de pessoas que morreram dentre os casos confirmados da doença” (BRASIL, 2022), ou seja, aqui estamos não avaliando um padrão pela população total da área desejada, e sim entre as pessoas que ficaram doente por COVID-19 e vieram a óbito.

O cálculo da letalidade é dado por:

$$Letalidade = \frac{Total\ de\ Óbitos}{Total\ de\ Casos\ confirmados} \times 100$$

¹⁹ O denominador foi ajustado igualmente aos casos de COVID-19.

Para este cálculo não utilizamos nenhuma alteração nos denominadores, mas utilizamos uma constante 100, para definição da porcentagem.

2.4.4. PERFIL POPULACIONAL FRENTE À COVID-19

Para o delineamento do perfil epidemiológico da COVID-19 foram elaborados diversos mapas de superfície utilizando a técnica do Estimador de Kernel, para observar esta superfície continuada no espaço. São eles: perfil etário e raça/cor. A visualização gráfica destes resultados encontra-se discriminada ao longo das seções de perfil epidemiológico etário e de raça/cor abaixo.

2.4.5. PERFIL EPIDEMIOLÓGICO ETÁRIO

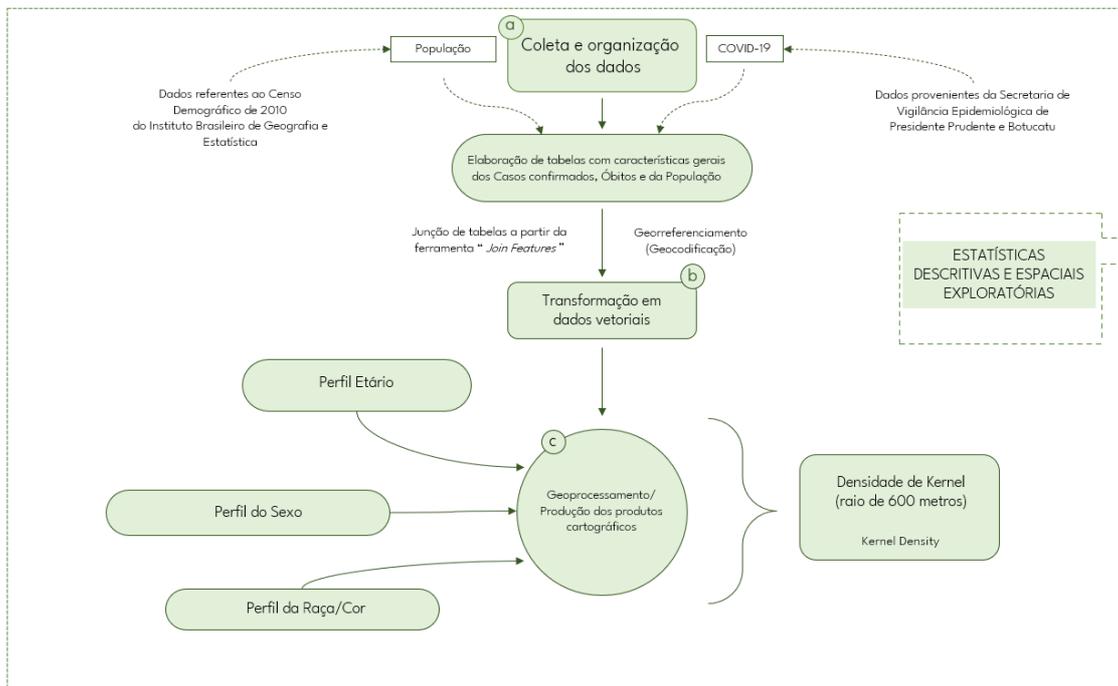
Para a elaboração do perfil epidemiológico etário das pessoas que tiveram casos de COVID-19, foram estratificados cortes de idade de acordo com: I. Crianças e adolescentes (até 17 anos de idade); II. População Economicamente Ativa (entre 18 a 60 anos de idade); III. Idosos (acima de 60 anos de idade).

2.4.6. PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE RAÇA/COR

O perfil epidemiológico de raça/cor é obtido através da autodeclaração, então, a fim de respeitá-la, não agregamos e/ou segmentamos os dados entre população branca e não branca. Portanto, os procedimentos realizados para este perfil epidemiológico compreendem a divisão autodeclarada, são essas: Brancas, Pardas, Pretas, Indígenas, Amarelas e Ignorado/Sem dados para a COVID-19.

A síntese metodológica dos perfis epidemiológicos espacializados pode ser observada a seguir no fluxograma:

Figura 15: Fluxograma metodológico da análise de perfil epidemiológico de casos confirmados, óbitos e população geral nos municípios estudados.



Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

2.4.7. COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA

Já foi explicitada a importância da Cartografia e o Geoprocessamento para compreensão de eventos de saúde-doença na Geografia. Contudo, sinto a necessidade de aprofundar brevemente sobre a questão da comunicação cartográfica que ampara este trabalho. É o caso dos mapas temáticos zonais e o trabalho de perfil epidemiológico, incluindo faixa etária e raça/cor autodeclaradas utilizado para os dados de Óbitos e Casos nas fichas cadastrais explicitadas no início da terceira seção, e também características da população de acordo com o Censo Demográfico de 2010.

Martinelli (2016) nos ensina que os mapas temáticos têm início "com a delimitação da parte da realidade a ser problematizada pelo pesquisador interessado na realização da representação" (MARTINELLI, 2016, p. 23). Aqui, a parte da realidade delimitada são os setores censitários urbanos dos municípios de Presidente Prudente e Botucatu. Também para Martinelli (2016), este tipo de

mapas permite três passos importantes, o da Leitura, a Análise e a Interpretação. É isso que faremos aqui.

Joly (2013) discorre sobre as qualidades e os limites dos mapas. As qualidades, para o autor, começam na com a fidedignidade perante as abstrações entre a paisagem real e a paisagem cartográfica. Após a precisão, o autor aponta que a fim de compreender seu papel – a comunicação –, “o mapa deve não apesar dar prova de qualidades básicas, mas também de qualidades de forma, técnicas e didáticas, que o tornem expressivo e facilmente legível” (JOLY, 2013, p. 97). Esta finalidade - a comunicação – parte, primeiramente, em prender as leitoras e o leitor ao mapa. Outra característica importante para o autor é a eficácia, medida conforme o mapa alcança seu objetivo, seja explicar onde, quando, porquê, quem, entre outras perguntas do raciocínio geográfico (JOLY, 2013).

2.4.7.1. OS SÍMBOLOS PROPORCIONAIS

O uso da técnica de símbolos proporcionais permite evidenciar a proporcionalidade entre os eventos cartografados (MARTINELLI, 2016). É a resposta para a pergunta: Quanto o fenômeno A é maior que o fenômeno B?” Essa pergunta, aliada ao uso dessa técnica permite a comparação visual entre o mesmo fenômeno em diferentes localidades.

2.4.7.2. OS MAPAS COROPLÉTICOS

Como forma de aprofundar a análise exploratória que nos propomos, os dados agregados em áreas pelos setores censitários permitem a manipulação de taxas e agregados. Essa forma de representação compõe uma generalização maior, pois na medida que se agregam os dados em áreas, grandes áreas parecem estar em estado de alerta maior que outras, por serem menores, entretanto, essa generalização é necessária para utilizarmos dados populacionais para a realização das taxas. O número de classes e o intervalo entre elas foi

definido também pelas quebras naturais (*Natural Breaks - Jenks*) que privilegiam os extremos e agrupam os valores próximos entre si.

2.4.7.3. OS MAPAS COROPLÉTICOS BIVARIADOS

Para evidenciar a sobreposição das taxas de letalidade e de mortalidade, visando a compreensão de áreas de maior risco de óbito por COVID-19, os mapas coropléticos bivariados foram utilizados pois permitem a visualização espacial destes fenômenos combinados entre si (BREWER, PICKLE, 2002) expressando taxas altas e baixas e suas combinações (alto-alto, alto-baixo, baixo-baixo e baixo-alto) em uma representação espacial. Esta técnica de análise espacial visa compreender a relação entre fenômenos e não expressa nenhuma métrica estatística para a realização deste cruzamento. É uma associação espacial entre os fenômenos.

2.5. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Ao apresentar as técnicas empregadas para a análise de dados pontuais, a leitora e o leitor podem observar que há literaturas que embasam tanto o uso, quanto o aprofundamento das técnicas – algumas optei por não descrever para não sobrecarregar a leitura.

Cabe destacar que a maioria das referências existentes são escritas em inglês e a barreira linguística tornou a realização deste trabalho mais complexa, ainda mais ao trabalhar com termos técnicos na área da estatística e matemática, não comuns a um geógrafo de iniciação científica.

Ressalto que alguns textos que não entraram na descrição desse roteiro metodológico, mas foram de grande utilidade para a pesquisa, esses são: *Spatial Analysis of Crime* por Luc Anselin, Jacqueline Cohen, David Cook, Wilpen Gorr e George Tita (2000), o livro *Análise Espacial de Dados Geográficos* por Suzana

Druck, Marília Sá Carvalho, Gilberto Câmara e Antônio Miguel Vieira Monteiro (2004) – especificamente os capítulos 1 (Análise Espacial e Geoprocessamento), 2. (Análise de Eventos Pontuais) e 5 (Análise de Dados de Área). Outras publicações de grande relevância escrito em português do Brasil são: *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica* por Gilberto Câmara, Marco A. Casanova, Andrea S. Hemerly, Geovane C. Magalhães e Cláudia M. B. Medeiros (1996) e a coleção elaborada pelo Ministério da Saúde *Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde*, em especial seu terceiro volume *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública* (2007) contando com a presença do Geógrafo Christovam Barcellos em sua coordenação executiva.

Outra informação relevante é que todos os dados utilizados precisaram estar com sistema de coordenadas geográficas projetadas, a fim de utilizar as estatísticas espaciais descritas. Algumas técnicas exploradas por nós não entraram no escopo deste trabalho por não apresentar coerência com o todo das análises, tais como o Centro Médio e a Elipse Direcional que não mostraram alguma diferença entre si.

Por fim, resalto a importância de trabalhos metodológicos traduzidos e a necessidade de roteiros metodológicos que poderiam ter sido de grande valia para esta monografia. Outros procedimentos adotados para a realização dos mapas temáticos com taxas e números absolutos serão explicitados na próxima seção, conforme a necessidade e apresentação dos produtos cartográficos.

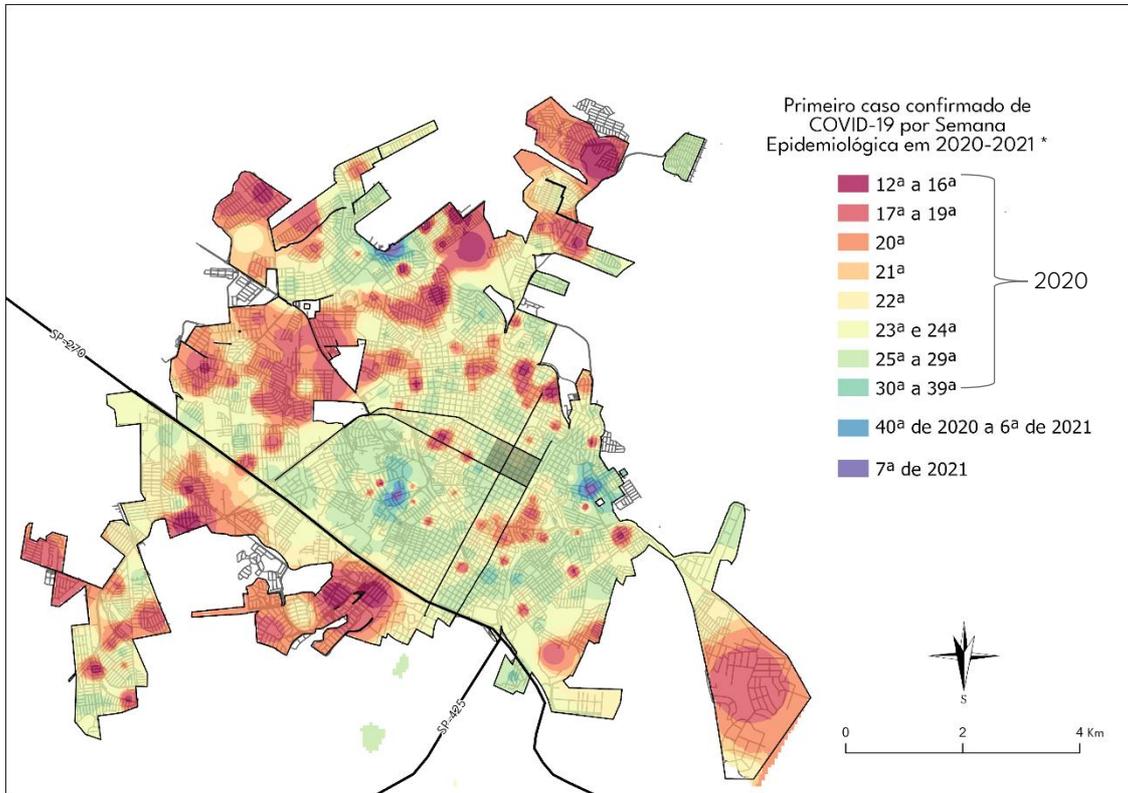
CAPÍTULO 03: A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COVID-19 EM PRESIDENTE PRUDENTE E BOTUCATU.

Botucatu e Presidente Prudente notificaram seus primeiros casos confirmados a partir da 12ª semana epidemiológica de 2020 – início de abril. Todavia, ao olhar os mapas de difusão espacial do Brasil e São Paulo na segunda seção elaborado por nós, outra pergunta espacial surgia: Se os municípios quase que no mesmo dia registraram o primeiro caso confirmado e Botucatu fica mais próximo da capital do que Presidente Prudente, como ocorreu essa dinâmica da difusão espacial dentro da cidade?

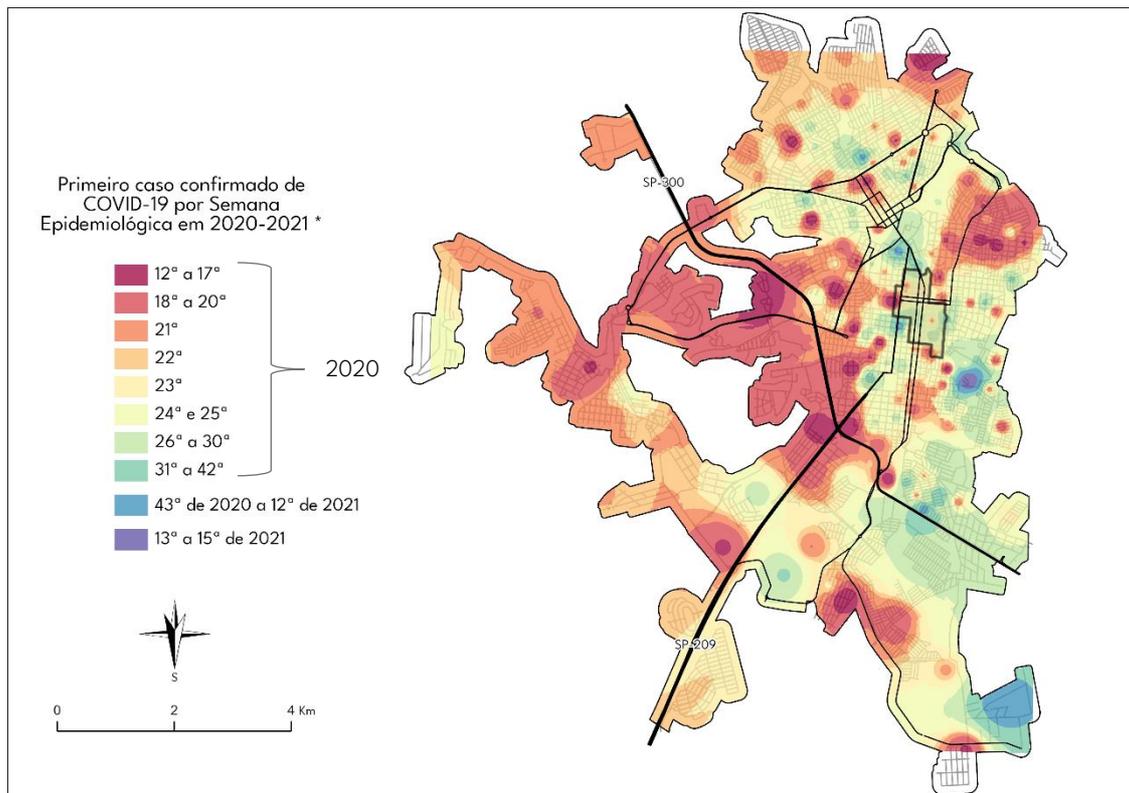
Buscando resolver essa inquietação, agrupei por setores censitários os dados referentes a data de notificação e selecionei apenas o primeiro caso confirmado por setor censitário. Após isso, utilizamos uma técnica de estatística espacial denominada Inverso da Distância Ponderada (*Inverse Distance Weighted – IDW*). No caso desta, é possível realizar uma interpolação, onde, a partir da dependência espacial, é possível identificar a mudança da variável no espaço (CATÃO, 2016), compreendendo que a semelhança entre valores próximos é maior que para os valores mais distantes, reiterando a primeira lei da geografia – gerando mapas interpolados.

O método de classificação para os mapas de difusão abaixo foi o das quebras naturais (*Natural Breaks - Jenks*)

Mapa 04: Difusão Espacial da COVID-19 em Presidente Prudente em 2020 e 2021.



Fonte: IBGE (2010); Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022).
 Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 05: Difusão Espacial da COVID-19 em Botucatu.

Fonte: IBGE (2010); Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

O primeiro aspecto importante entre os dois municípios é que em suas bordas²⁰ é onde estão os primeiros casos representados (registrados) – Essas são áreas que compreendem população mais jovem, com menor renda domiciliar per capita e também onde concentra-se a maioria da população autodeclarada preta, parda e indígena de acordo com o Censo Demográfico de 2010 (Mapa 7 (A, B); Mapa 09 (A,B) abaixo). Estas evidências corroboram com Matsumoto (2019) e seus estudos em cidades de porte médio do interior do Estado de São Paulo, apontando para um padrão espacial da distribuição do fenômeno espacial na escala local.

²⁰ Para o trabalho, trataremos as bordas enquanto áreas externas dos dados espaciais analisados nos municípios, compreendendo a relação centro-periferia – geométrica e social. Não abordaremos essa relação das bordas com conceitos como vulnerabilidade social e periferia, que carecem de estudos nossos. Entretanto, deixo a sugestão da nota técnica elaborada por nós sobre as Vulnerabilidades e a COVID-19 em Presidente Prudente em Guimarães et. al. 2020c.

O segundo aspecto importante da difusão espacial da COVID-19 é que, os mapas representam que os casos “*foram mais velozes*” em Botucatu do que em Presidente Prudente, fato que pode ser corroborado a partir de sua proximidade com a capital, dinâmica mais intensa entre o município em deslocamentos para serviços, saúde, trabalho (FORTALEZA et. al. 2020).

Compreendendo que as cidades são caracterizadas pela sobreposição de tempos passados no tempo presente, as rugosidades do espaço (SANTOS, 2017), nos auxilia a compreender as diversas iniquidades presentes nelas.

Para um panorama geral que auxiliará na compreensão destas rugosidades, gostaria de contar uma breve história sobre o surgimento dos municípios estudados.

Presidente Prudente está inserido na região do Pontal do Paranapanema, mais especificamente na região da Alta Sorocabana. Sua emancipação aconteceu na década de 1910. Beltrão (1983) aponta que o crescimento urbano de Presidente Prudente foi muito mais expressivo que os municípios de seu entorno e que esta região foi ocupada principalmente devido à exploração agrária (p. 27). Essa ocupação fez parte do movimento da marcha do café para o oeste, marcada pela concentração de latifundiários e associada ao avanço da industrialização e na esperança de novas oportunidades.

Seus primeiros habitantes foram indígenas, que assim como a história de nosso país, sofreram diversos massacres e tiveram suas terras invadidas. Sallum Jr. (1982, p. 19) apud Beltrão (1983, p. 36), diz que “na *realidade*, as ocupações ilegais constituíram a forma básica de apropriação primária da terra no Oeste Paulista”.

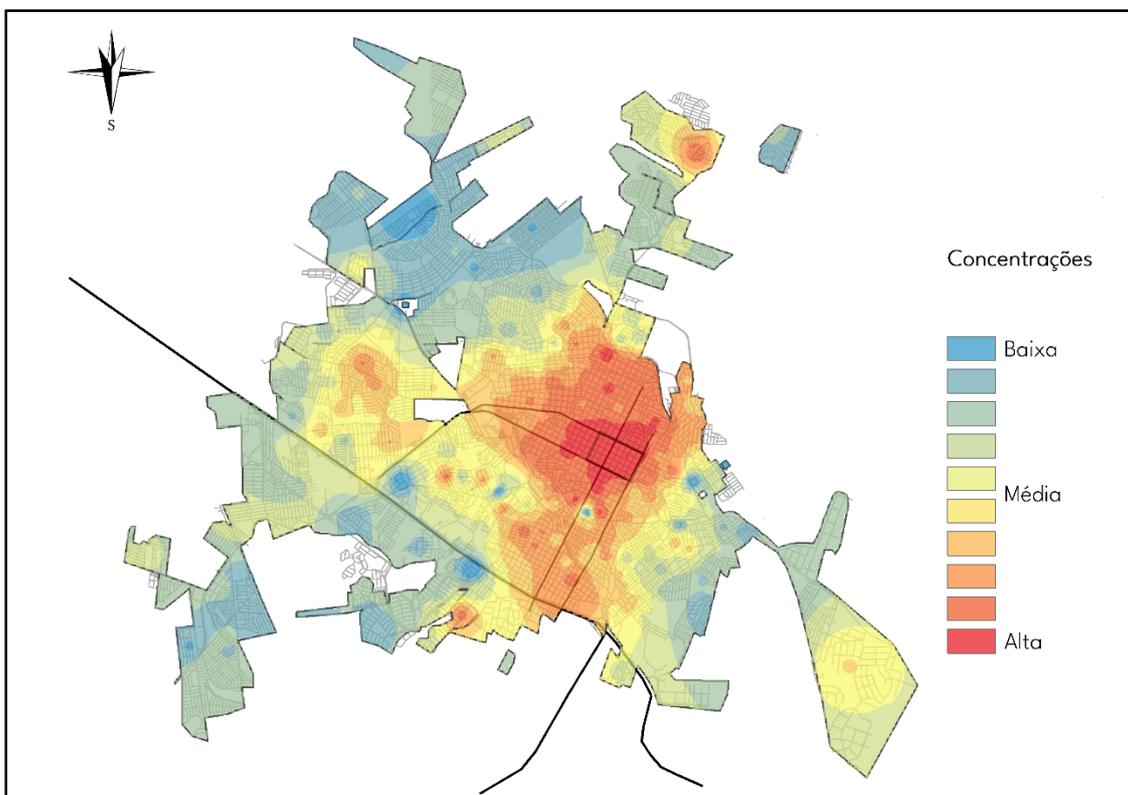
Dando um salto histórico sobre a ocupação e formação da cidade de Presidente Prudente – pois não propomos analisar profundamente neste trabalho -, Presidente Prudente teve sua gênese a partir da instalação da ferrovia. Seu núcleo urbano surge com a junção da Vila Goulart, localizada defronte a estação da Estrada de Ferro Sorocabana, que foi um dos motivos por esta porção da cidade crescer relativamente mais do que a Vila Marcondes, que além de estar

localizada atrás da estação, também possui um relevo mais movimentado, o que acaba por dificultar a ocupação desta área.

Neste processo de produção urbana, Presidente Prudente foi adensando seus loteamentos até o final da década de 1960 – onde registram-se as primeiras ocupações nos entornos da UNESP (MARACCI, 1999), e a partir da década de 1970, Melazzo (1993) explica que a expansão territorial ocorreu por meio da incorporação de novas áreas ao espaço urbano, em um ritmo mais elevado ao crescimento populacional.

Estas primeiras ocupações e a natureza delas produzem o padrão urbano-demográfico do município até os dias de hoje. Os residentes do Centro (bairro) da cidade são majoritariamente pessoas idosas de acordo com o que pode ser evidenciado através dos dados disponíveis do Censo Demográfico de 2010 do IBGE.

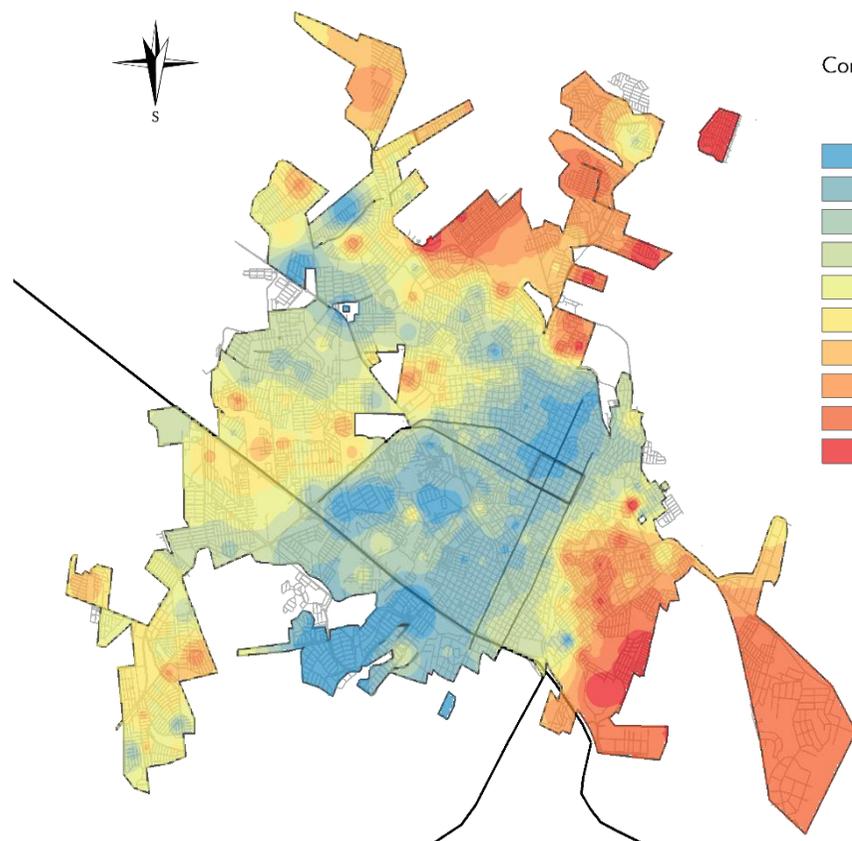
Mapa 06: Concentração de Idosos – Presidente Prudente.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

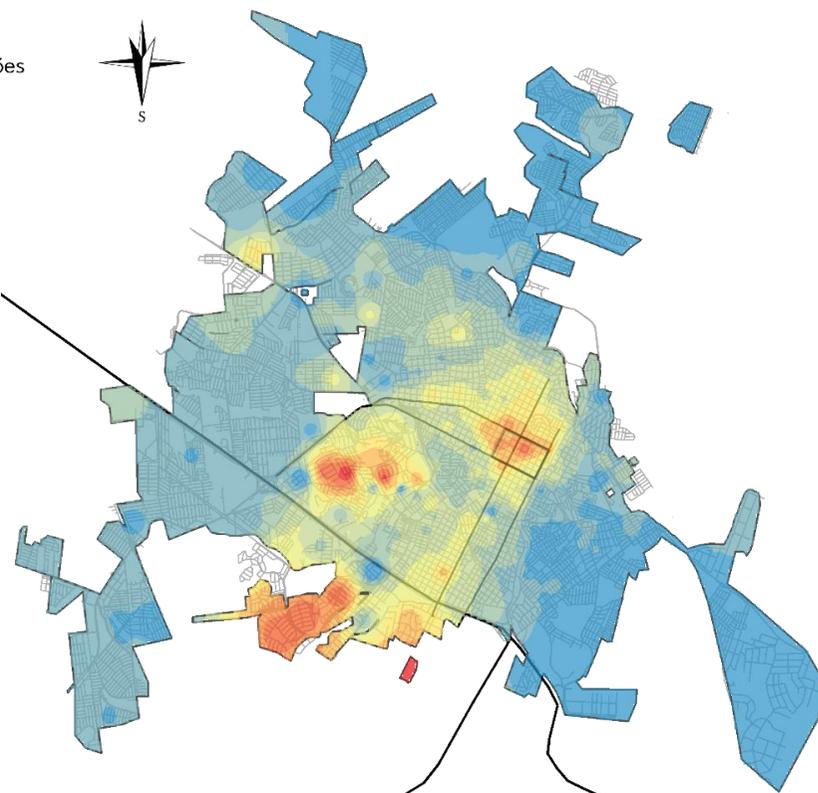
Também é possível observar um padrão étnico-racial nos dias de hoje no movimento de periferização da população. A população que detém menor renda é a mesma que ocupa as bordas da cidade – excluindo-se os condomínios residenciais de alto padrão. A métrica para analisar a renda foi o do proposto no Censo Demográfico de 2010 do IBGE sobre Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios, ou seja, a soma mensal de trabalho com o rendimento proveniente de outras fontes por pessoa nos domicílios (IBGE, 2010).

Mapa 07 (A): Concentração de População Preta, Parda e Indígena – Presidente Prudente.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 07 (B): Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios – Presidente Prudente.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

É imprescindível explicitar que para os mapas acima (Mapas 06, 07 (A) e (B)) e Mapas 08, 09 (A) e (B) abaixo, os dados areais foram transformados em dados pontuais a partir do centroide dos setores censitários e, após essa transformação, foi utilizado o estimador de Kernel para criar uma camada de superfície para vias de comunicação. Este tipo de procedimento carrega com si algumas generalizações quando comparados com os mapas coropléticos de taxas, todavia, optamos por essa representação para utilizar os dados absolutos, evidenciar os setores censitários de pequenas áreas e privilegiamos essa forma de comunicação que acreditamos expressar um grau maior de movimento ao mapa. Para diminuir as generalizações postas pela escolha metodológica, os polígonos de setores censitários foram alterados por nós nas áreas onde os polígonos extrapolavam as áreas de ocupação da população de Presidente Prudente e Botucatu. A partir disto, os centroides foram gerados, condizendo com as áreas de ocupação mais fidedignos que os dados originais do IBGE. A fórmula utilizada para os cálculos da intensidade são a do Estimador de Intensidade de Kernel com atributo.

Nos dias atuais, Presidente Prudente carrega em si a marca de ser a “Capital do Oeste Paulista” por ser um dos polos industriais, de cultura, serviços e de Saúde na região (IBGE, 2020).

Assim como Presidente Prudente, Botucatu também é marcada por um processo de urbanização que produz iniquidades, entretanto, seu ano de fundação é em 1843 (178 anos) enquanto Presidente Prudente é em 1917 (104 anos). Ou seja, a cidade de Botucatu é mais antiga em 74 anos que Presidente Prudente e sua história remonta a segunda metade do século XIX.

Botucatu também partilha com Presidente Prudente suas marcas pela apropriação de terras – ora por sesmarias²¹, ora por outras formas de apropriação com violência (como fizeram em Presidente Prudente com sua população originária). Aguiar (2001) descreve:

“Na segunda metade do século XIX, a região a oeste de Botucatu, correspondente também ao oeste do Estado de São Paulo, permanecia

²¹ Sistema de distribuição de terras originário de Portugal e amplamente utilizado no Brasil para destinação de terras para produção agrícola

inóspita e virgem aos olhos dos brancos. No entanto, na cabeça de muitos fazendeiros e aventureiros, emergia como uma região a ser desbravada e explorada, principalmente com as fazendas de café [...]. Os índios [indígenas] ficavam revoltados e atacavam até os brancos com quem antes possuíam boa relação" (AGUIAR, 2001, p. 25).

Apesar de tendenciosa, essa história nos mostra que o processo de ocupação de Botucatu fora muito violento. Assim como Presidente Prudente, com a chegada das grandes ferrovias com a companhia Sorocabana (BOTARO, 2015), expandiam-se os latifúndios cafeeiros pelo interior do Estado, pois, com o fim da monarquia brasileira, os militares e a oligarquia paulista ascendiam na sociedade. Botucatu na metade do século XX centralizava na região funções de comércio e serviços e servia como ponto de escoamento dos produtos do interior paulista (AGUIAR, 2001).

Estas relações entre a fundação, consolidação e expansão da cidade de Botucatu acompanha a tendência de Presidente Prudente de exploração e expropriação de terra indígena e mão de obra imigrante, que por suas vezes, somavam-se aos mineradores da época para ocupar a cidade com edificações de pau-a-pique, servindo de mão-de-obra barata²²(BOTARO, 2015). Esta dinâmica da chegada dos imigrantes Europeus, a mão-de-obra barata e a busca pelas oportunidades no interior do Estado propuseram um adensamento das vilas e criaram um mercado interno de serviços para subsistência, marcada pelos que têm e os que não têm.

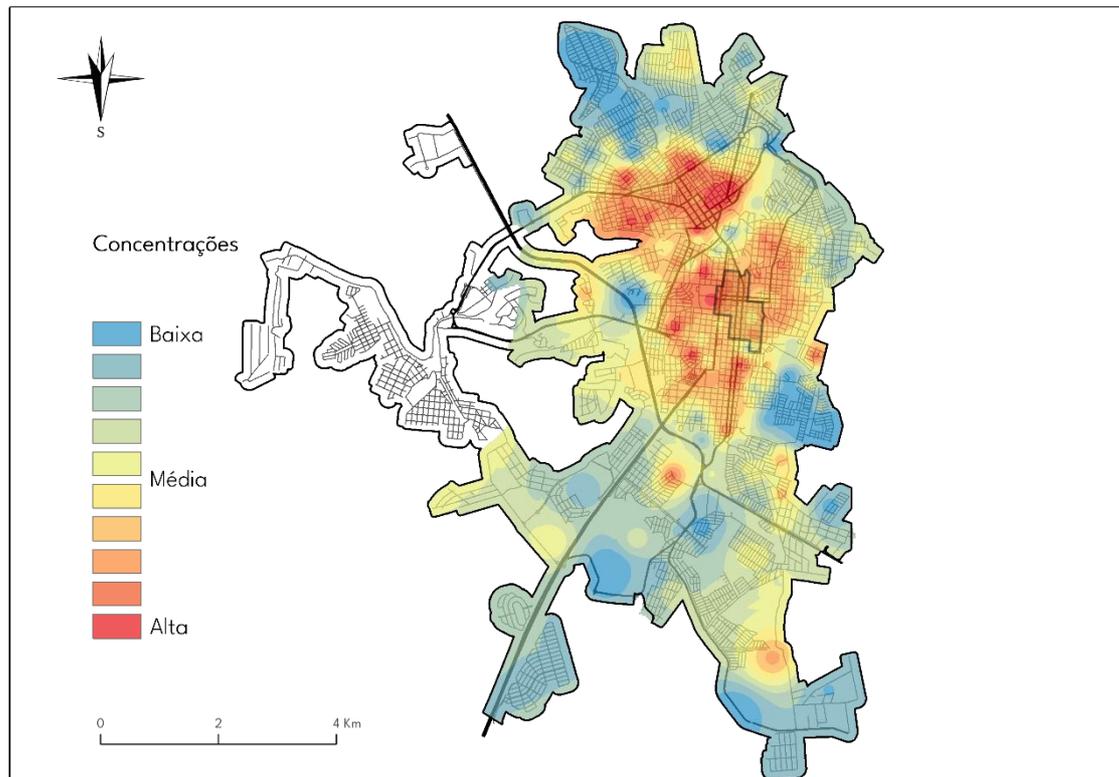
Buscando um salto na história, Botucatu nos dias atuais é, assim como Presidente Prudente, uma Capital Regional que concentra serviços e de Saúde (IBGE, 2020) mesmo contando com apenas 142.092 habitantes, e desempenha papel centralizador das atividades econômicas, educacionais e de saúde, como já evidenciada na discussão da Regionalização em Saúde. Foi nesta cidade onde conduziram-se os estudos de vacinação em massa pela Faculdade de Medicina de Botucatu da UNESP (FMB/Unesp) com parceria com a Universidade de Oxford,

²² Cabe salientar que nesta época acontecera o encarecimento e escassez da mão-de-obra escrava e trabalho assalariado ascendia como forma de trabalho.

Reino Unido, e a participação da Fundação Bill e Melinda Gates²³. Chama-nos atenção a centralidade de Botucatu, que está próximo a outras capitais regionais, como Bauru. Fato este que não ocorre com Presidente Prudente.

O processo de contar a história da urbanização de Botucatu torna-se muito árdua na medida que há pouquíssimas produções científicas no campo das humanidades, em especial a Geografia. Essas produções remetem às áreas da Saúde e Biológicas ou são historiográficas (como as citadas) e não apreendem geograficamente os processos decorridos dessa urbanização como acontece em Presidente Prudente e a grande quantidade de estudos acadêmicos na área de Geografia – advindos da Unidade Sede de pesquisa desta monografia. Contudo, ao fazer o mesmo esforço de compreender onde estão as populações idosas, pretas, pardas e indígenas, a concentração de renda, observamos um padrão muito semelhante da cidade de Presidente Prudente, como por exemplo uma concentração de idosos nas áreas centrais da cidade, como já nos apontava Matsumoto (2019), o que parece ser o padrão de cidades médias e pequenas do interior paulista e, assim como neste estudo, revela as vulnerabilidades relacionadas as maiores prevalências de casos de doenças no espaço.

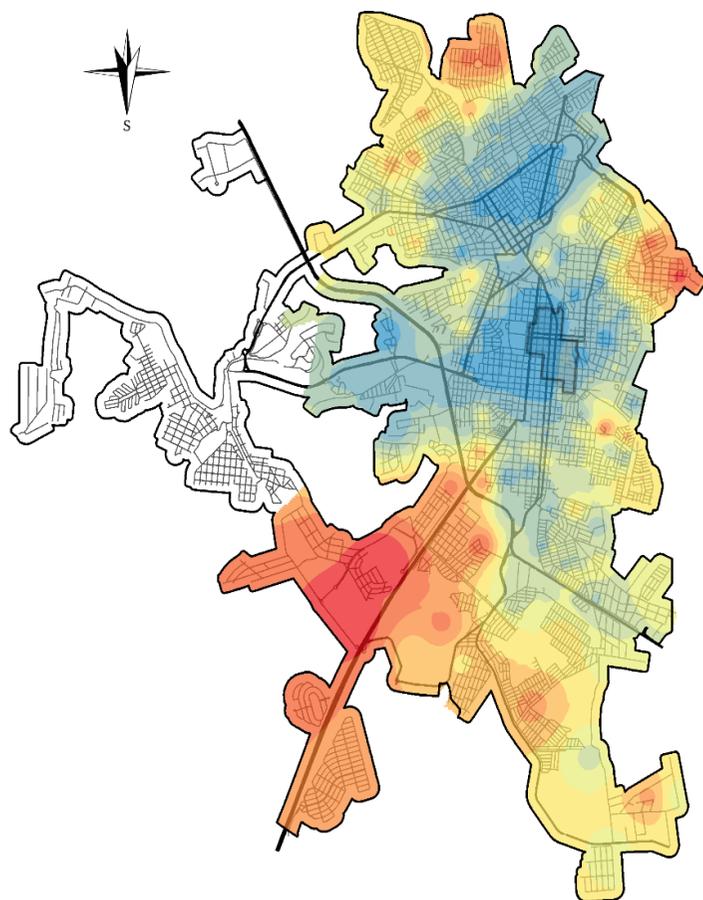
²³ Para mais detalhes desta parceria, acesse: <https://jornal.unesp.br/2021/04/28/botucatu-abrigara-estudo-clinico-de-referencia-mundial-da-vacina-oxford/>.

Mapa 08: Concentração de Idosos em Botucatu.

Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Também é possível observar um padrão étnico-racial. A população que detém menor renda nominal mensal é a mesma que ocupa as bordas da cidade – população esta que também ocupa a maioria dos conjuntos habitacionais de Botucatu.

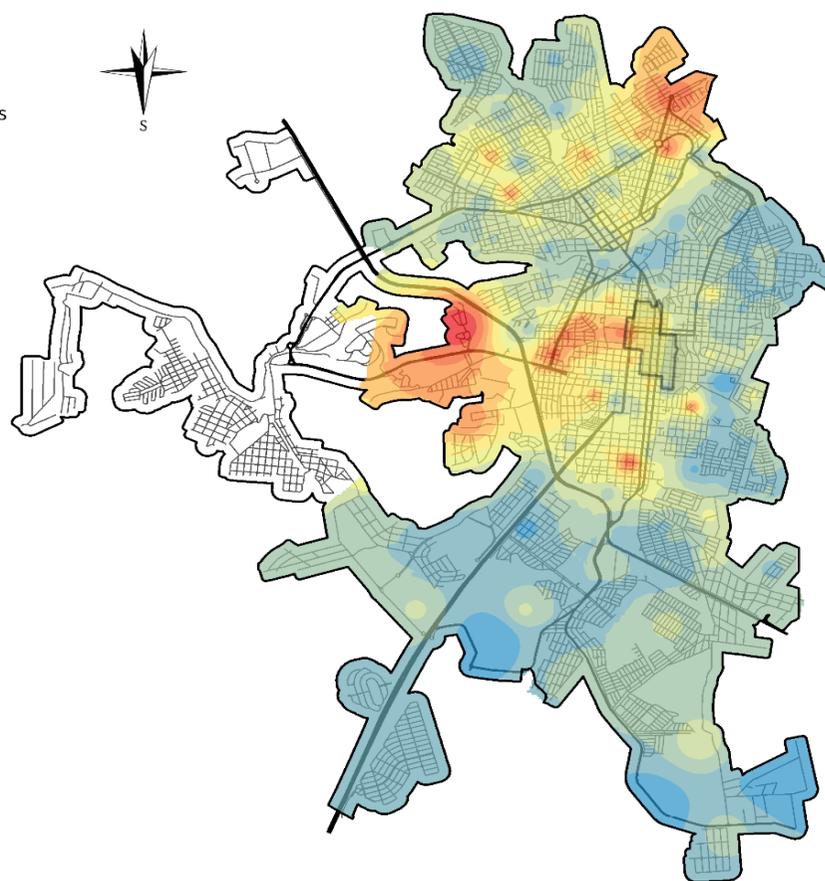
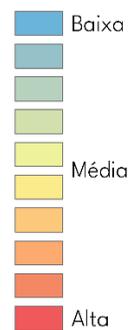
Mapa 09 (A): Concentração de População Preta, Parda e Indígena em Botucatu.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 09 (B): Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios em Botucatu.

Concentrações

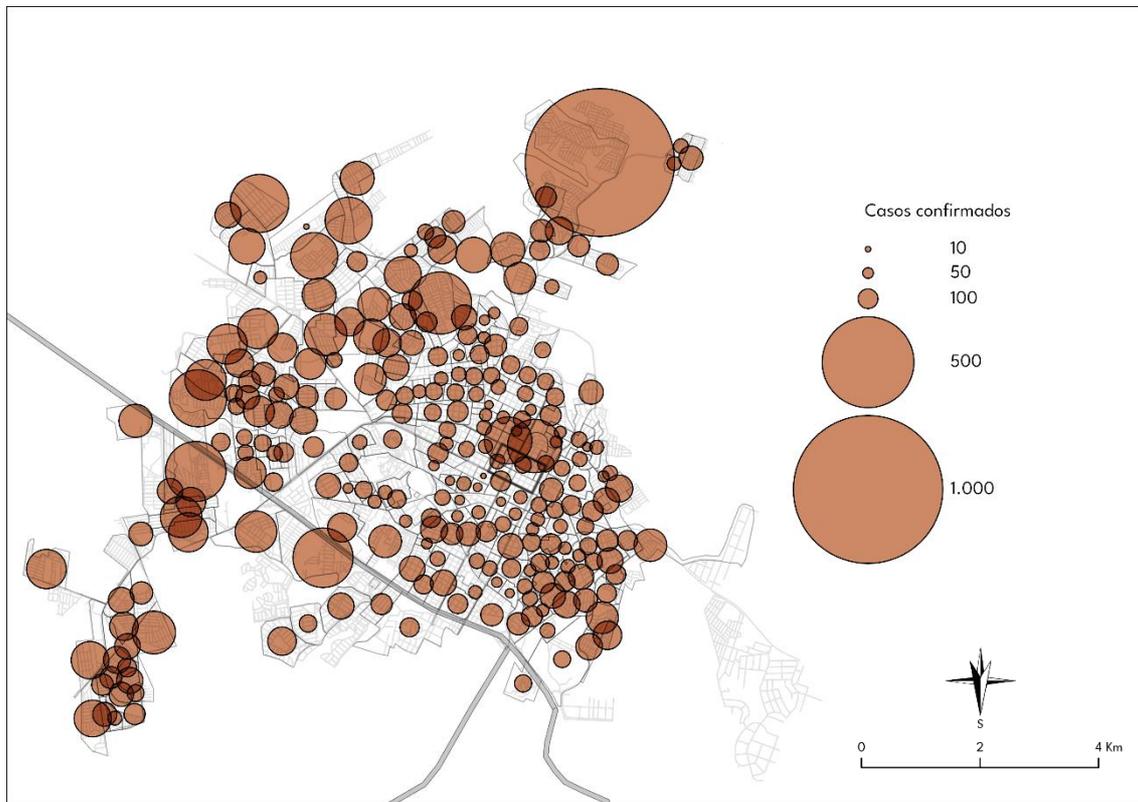


Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

As características intrínsecas da cartografia geográfica temática foram tomadas por este trabalho para contar essa história que permeia duas cidades de porte médio do interior do Estado de São Paulo – ora privilegiando algumas das convenções cartográficas, ora não. Contudo, amparado pelo trabalho seminal de Bertin (1983 [1967]) sobre a Semiologia Gráfica aplicada a elaboração, análise e comunicação de mapas, gráficos, buscou-se nesta monografia evidenciar a comunicação e visualização cartográfica partindo destes pressupostos escritos pelo autor.

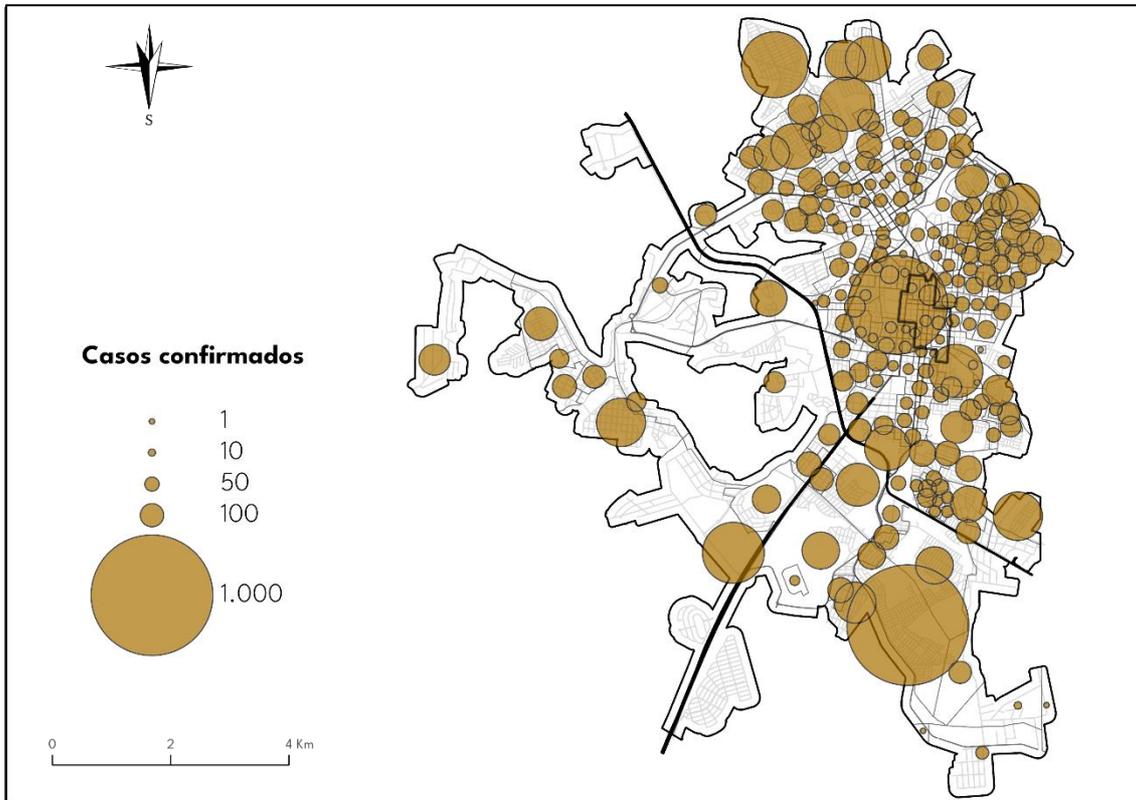
Prosseguindo com a análise espacial exploratória, é possível representar a partir dos mapas por símbolos proporcionais abaixo que a maioria dos casos confirmados de COVID-19 estão inscritos em áreas de borda das cidades (Mapas 10 e 11) – com destaque para a região central de Botucatu que também possui grande expressividade em uma localidade específica e. Esse padrão visual de áreas periféricas com grande número de casos confirmados nos remete aos mapas de difusão espacial expostos no início desta seção, indicando uma associação demográfica a esses resultados – também exposto no início desta seção.

Mapa 10: Casos confirmados de COVID-19 em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 11: Casos confirmados de COVID-19 em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases Cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

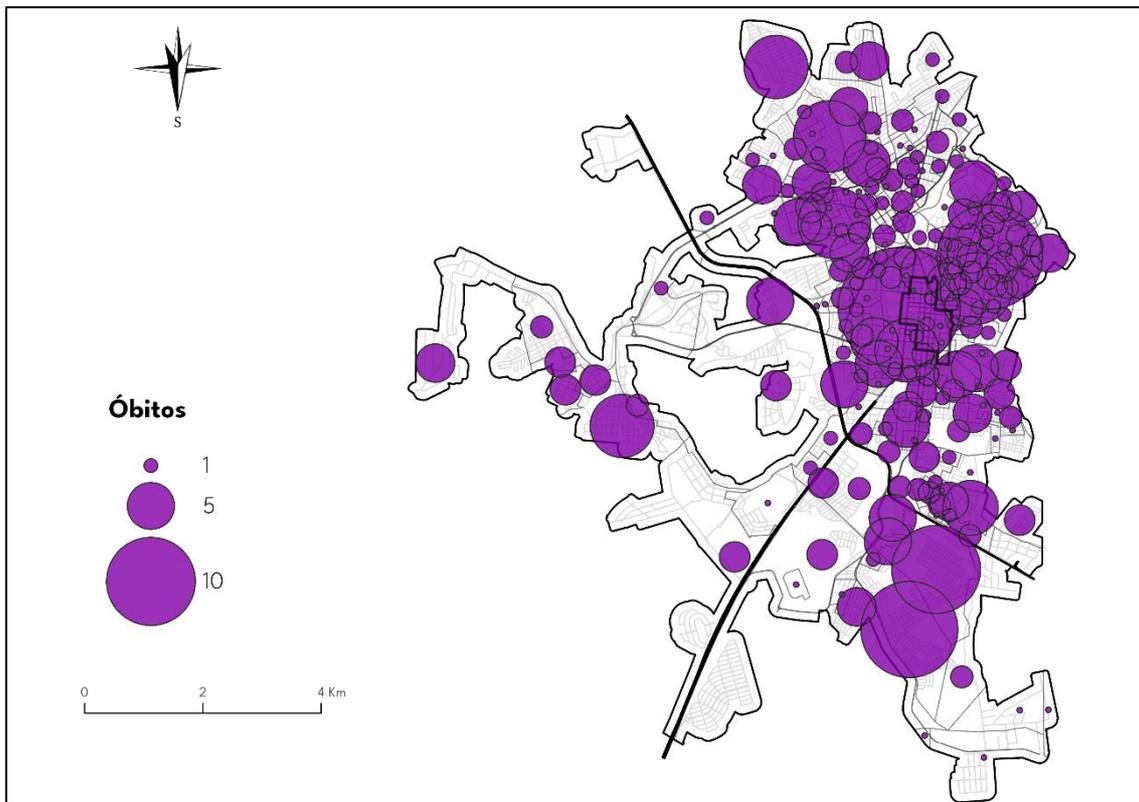
Os óbitos representados (Mapa 12 e 13) sugerem um padrão espacial quase que inverso ao exposto nos mapas de casos confirmados. Os óbitos estão - em sua maioria, exceto para a porção norte de Presidente Prudente -, nas regiões centrais das duas cidades estudadas. Essa é justamente a localidade onde concentram-se a maioria da população idosa nos dois municípios, a população que a COVID-19 se mostra mais severa (RASHEDI et. al. 2020). Estas áreas demarcadas no mapa com maior quantitativo de óbitos são de atenção para nossas análises.

Mapa 12: Óbitos por COVID-19 em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases Cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

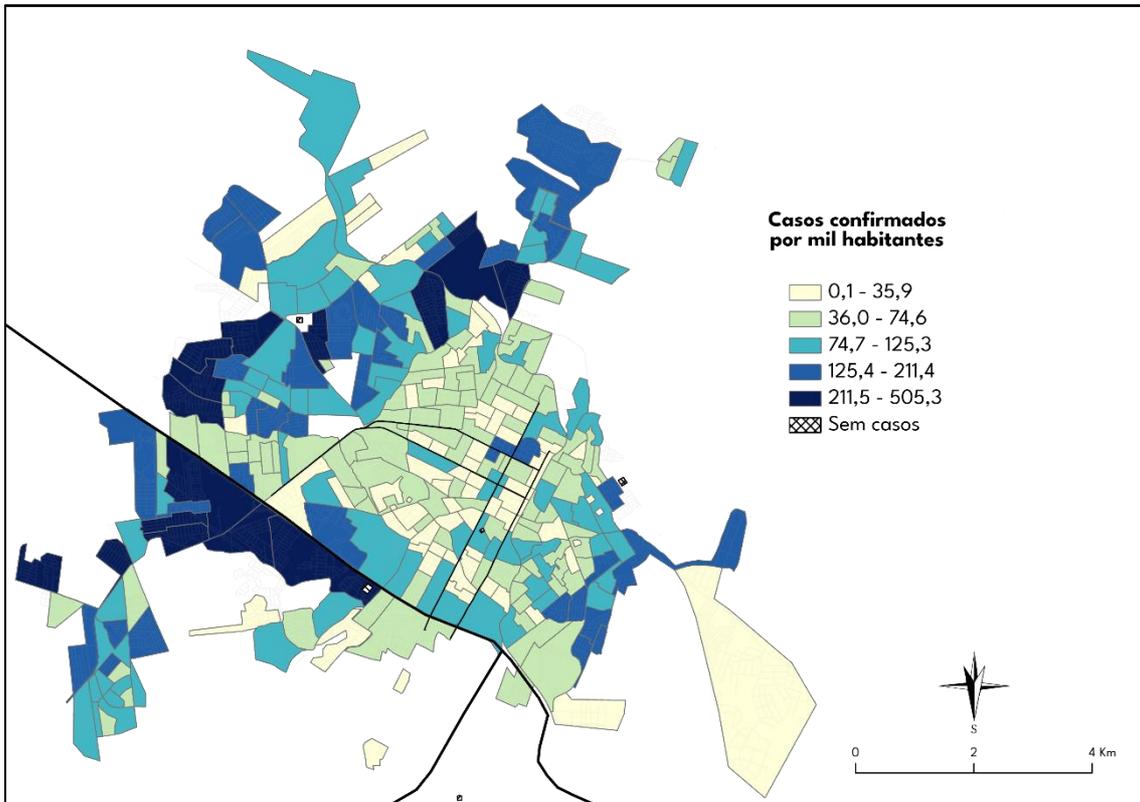
Mapa 13: Óbitos por COVID-19 em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases Cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

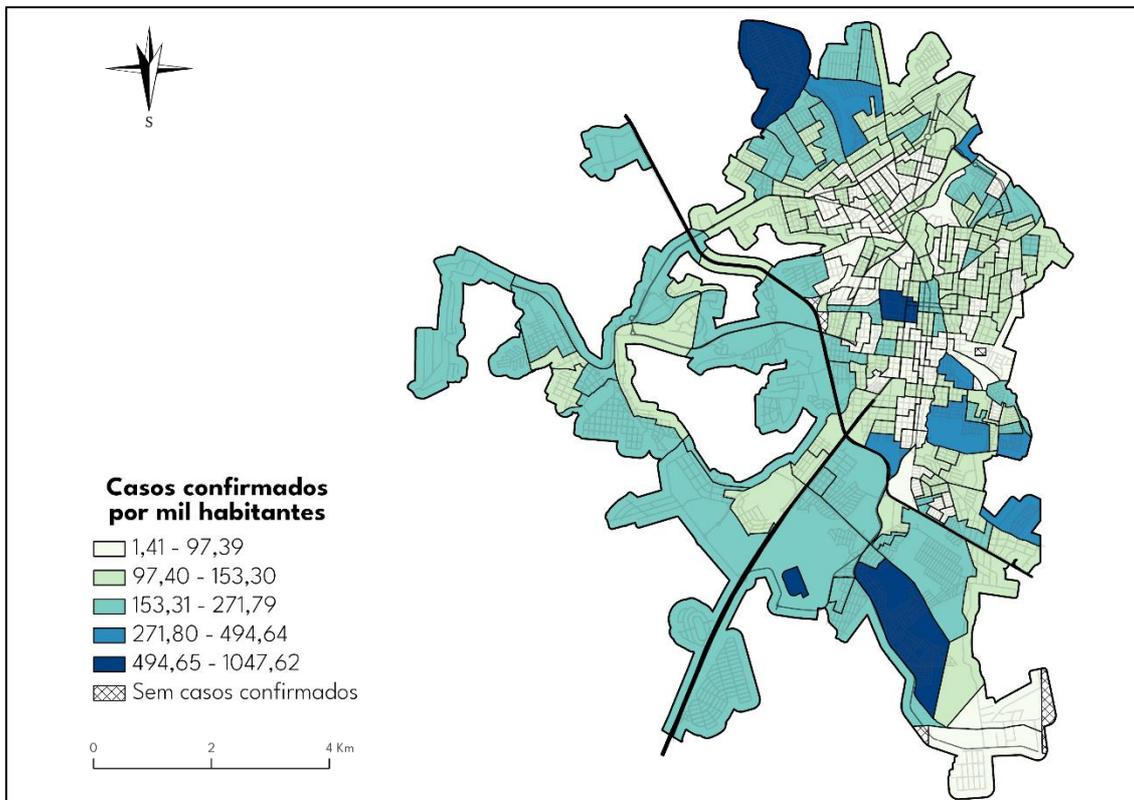
É possível perceber nos dois municípios que as maiores taxas de prevalência (Mapa 14) por mil habitantes concentram-se nas bordas da cidade, com exceção da área central de Botucatu, indicando um viés populacional com a população economicamente ativa. Fato este pode ser associado a necessidade da população economicamente ativa em trabalhar mesmo em meio a pandemia, onde as práticas assistenciais não eram suficientes para que pudessem permanecer em suas casas, seguros.

Mapa 14: Prevalência de COVID-19 em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 15: Prevalência de COVID-19 em Botucatu 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



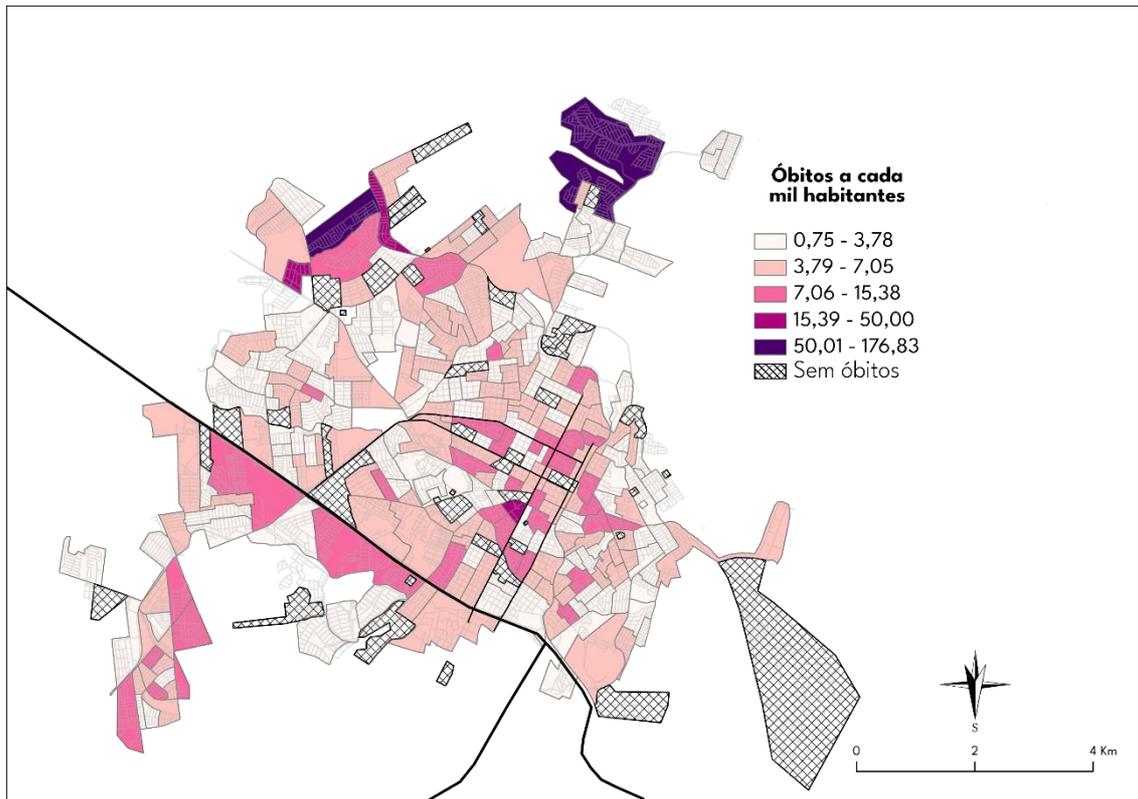
Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Os mapas de prevalência revelam, pela proporção entre casos e a população dos setores censitários, uma comparação que os mapas por símbolos proporcionais, por sua vez, não são capazes de realizar. Entretanto, para uma análise aprofundada, é necessário investigar outras taxas, como a mortalidade e a letalidade a seguir.

É possível observar que alguns setores censitários não registraram algum óbito no período estudado (dos primeiros registros em 2020 até dia 31 de julho de 2021). Contudo, onde há registro, é possível observar um deslocamento do padrão espacial da prevalência das bordas para o centro, com exceção das regiões norte dos municípios que apresentam alta taxa de mortalidade e uma moderada taxa de mortalidade no centro de Presidente Prudente. É aqui que

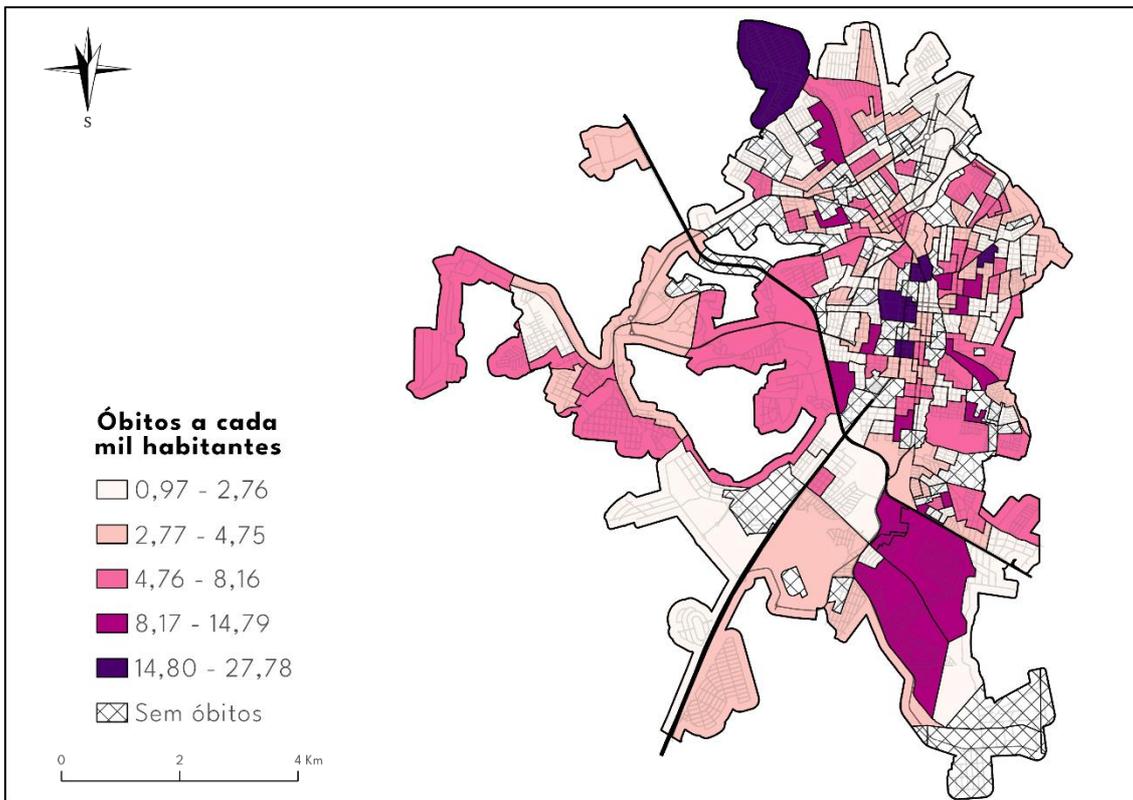
começam a aparecer os cruzamentos entre as populações idosas dos municípios e os óbitos – evidenciada pelos mapas de símbolos proporcionais.

Mapa 16: Mortalidade por COVID-19 em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

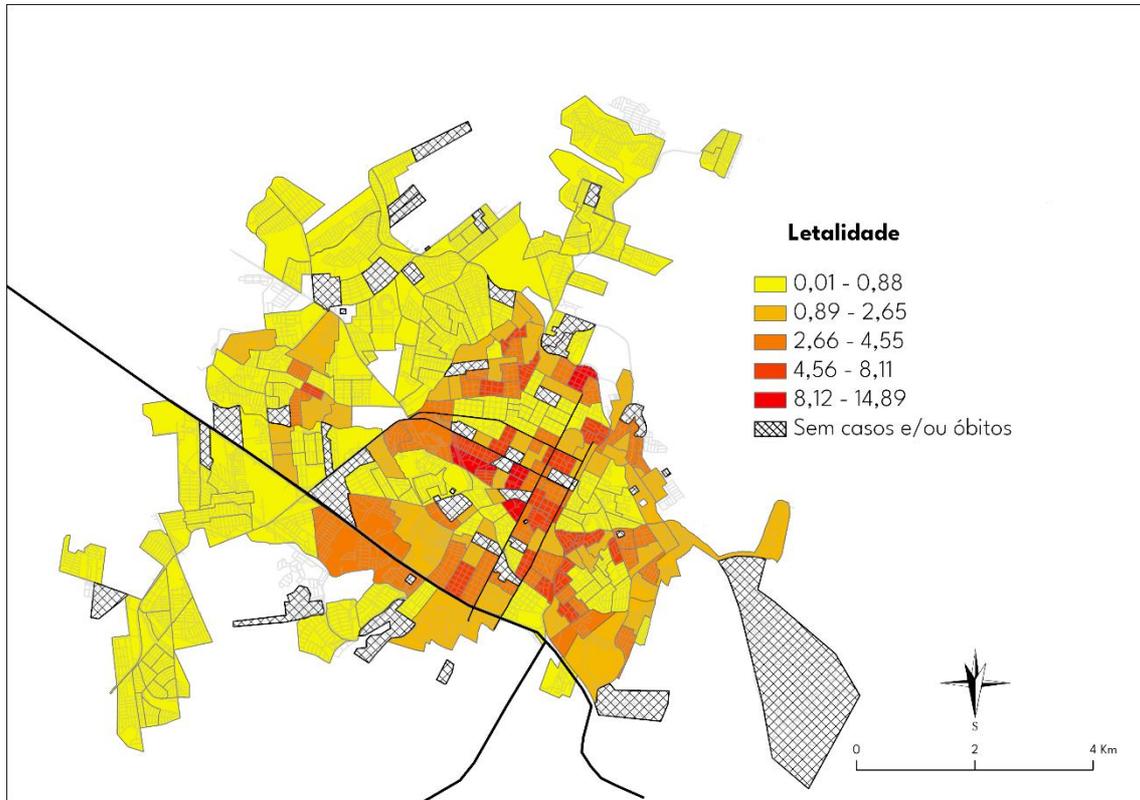
Mapa 17: Mortalidade por COVID-19 em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

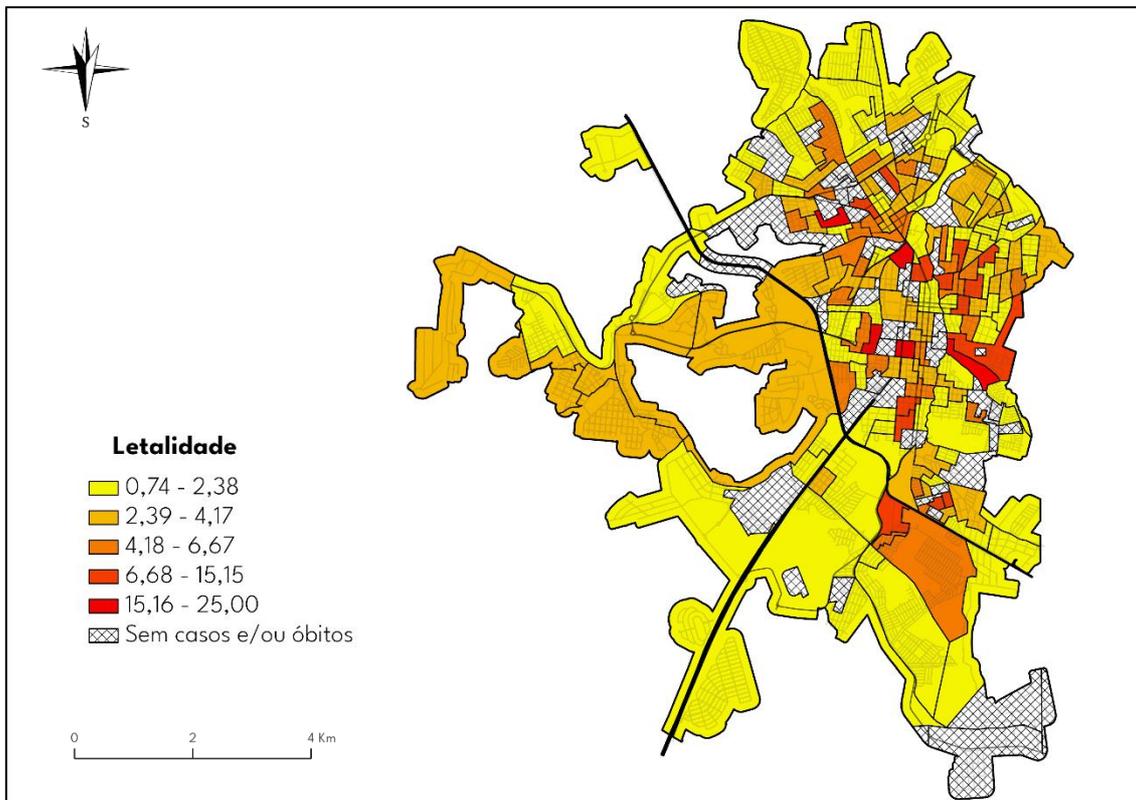
As representações cartográficas que expressam a letalidade evocam a necessidade de um olhar cuidadoso para esta variável, que revela que a maior proporção entre casos positivos e pessoas que vieram a óbito em decorrência da COVID-19 estão concentradas em áreas onde há maior concentração de pessoas idosas. Essa é nossa primeira determinação. O centro das cidades estudadas, por haverem maior quantidade de idosos que em outras partes da cidade, são áreas de maior concentração por sua população idosa. Assim, estas áreas com maiores taxas de letalidade assim como evidenciado pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2022) são áreas de maior atenção para os serviços de Saúde.

Mapa 17: Letalidade por COVID-19 em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 18: Letalidade por COVID-19 em Botucatu 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

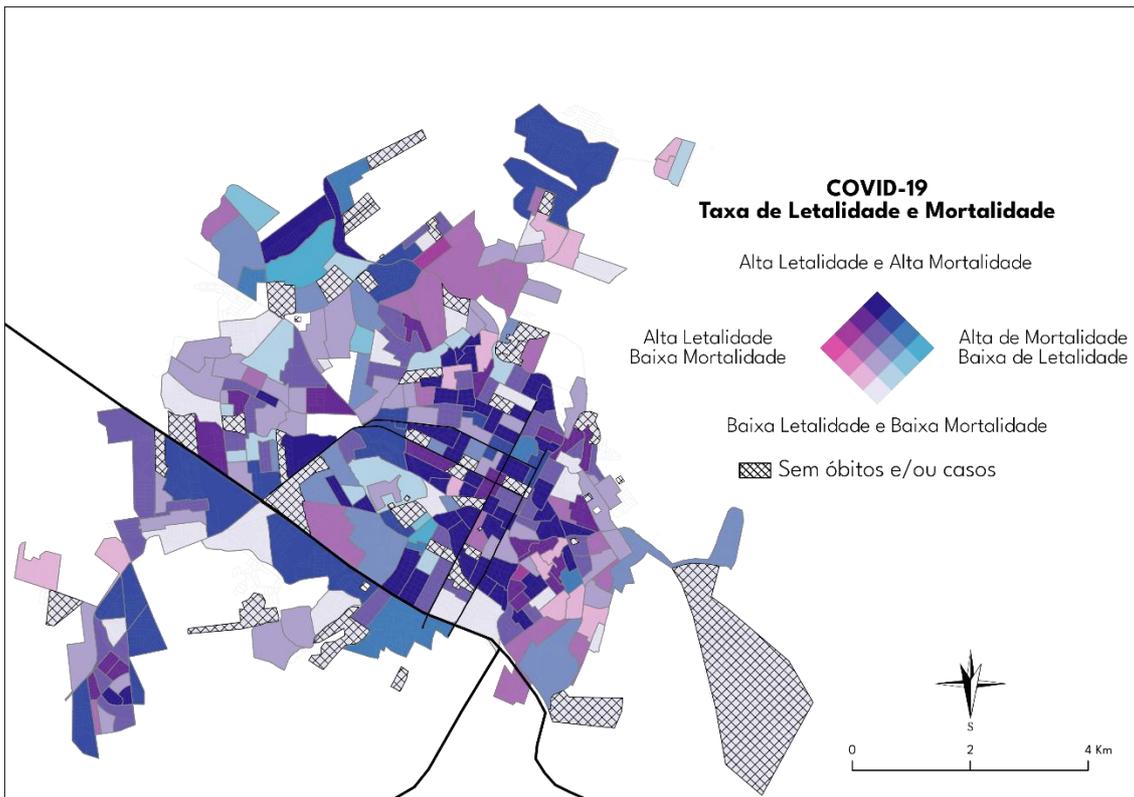
É interessante ter ciência que aqui estamos tratando de uma métrica que tem como numerador os óbitos e denominador os casos confirmados. Isso é essencial para compreender que esta métrica pode ser um indicativo, também, de qualidade do sistema de saúde.

Combinando as duas variáveis representadas acima, letalidade e mortalidade, é possível observar as altas taxas entre casos positivos que foram à Óbito, bem como uma determinação populacional expressa pela taxa da mortalidade (quantos foram a óbito frente ao total da população).

A utilização dos mapas bivariados possibilita observar espacialmente os padrões espaciais combinados entre si, nos ajudando a não cair em reducionismos e etarismo (SWIFT, CHASTEEN, 2021) de que são apenas os idosos que mais morreram pro COVID-19. Aqui há um cruzamento que desloca a área

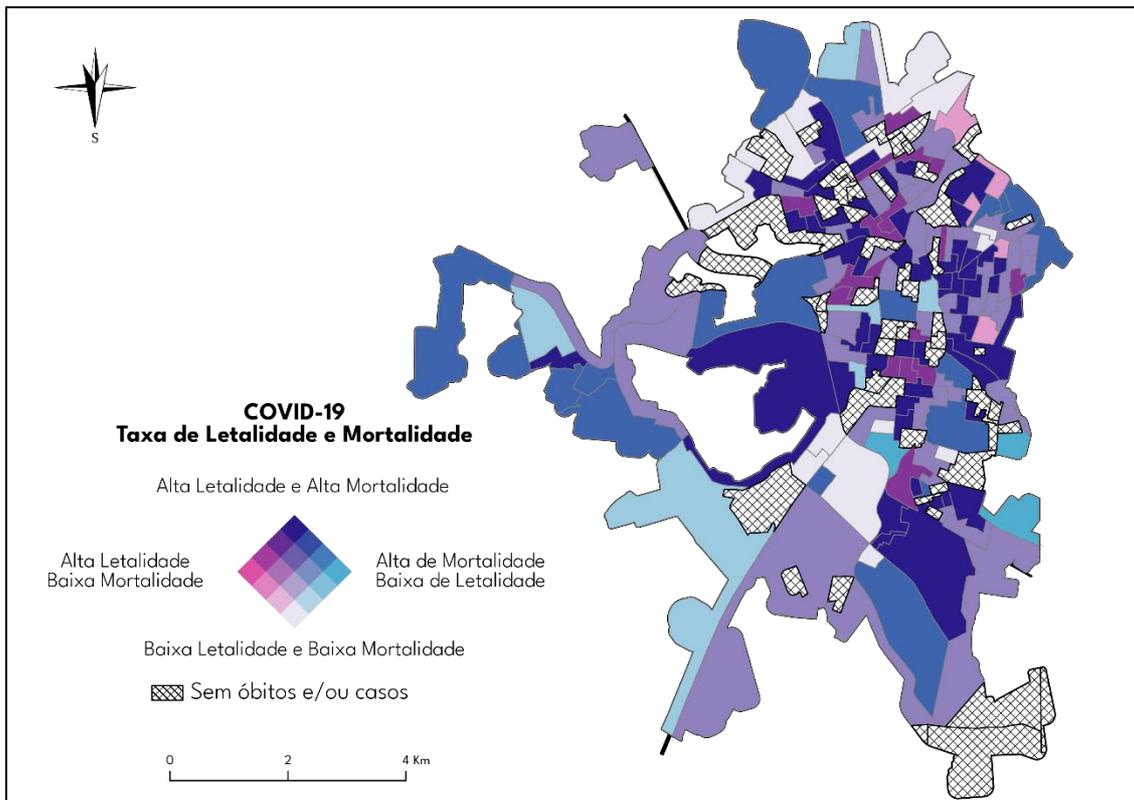
das letalidades nos municípios, evidenciando um processo tanto de altas taxas no centro das cidades, mas também em suas bordas, onde há o adensamento populacional de pessoas jovens, pretas, pardas e indígenas e de menor renda.

Mapa 19: Mapa coroplético bivariado – Letalidade e Mortalidade por mil habitantes em Presidente Prudente 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 20: Mapa coroplético bivariado – Letalidade e Mortalidade por mil habitantes em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

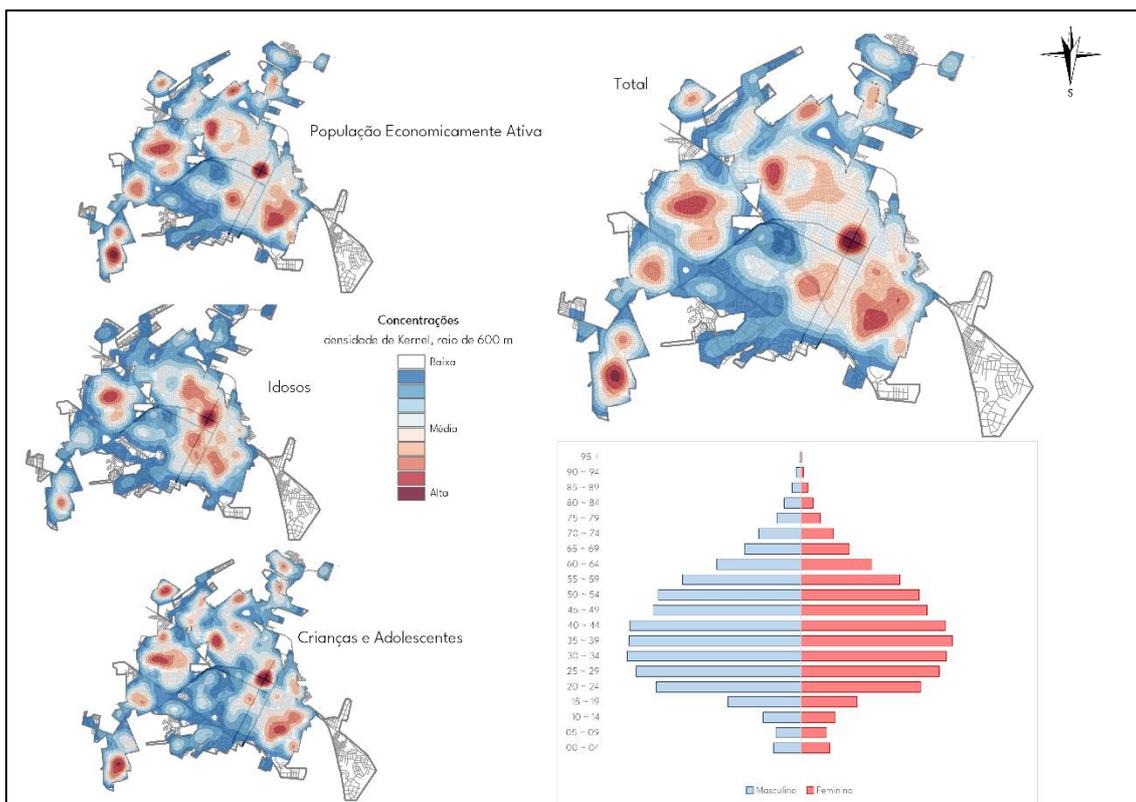
Essas são as áreas de maior atenção para o serviço público de Saúde, pois estão expressas em altas letalidades (os óbitos frente aos casos) e também as mortalidades (os óbitos frente a população total).

É através destes resultados que podemos nos perguntar quais são os perfis dos Casos e Óbitos por COVID-19 e seu paralelo com a população em geral, descritas na abaixo.

Traçar estes perfis das populações acometidas pela COVID-19 – sejam casos e/ou óbitos – nos ajuda a compreender que a COVID-19 acomete as pessoas de forma diferente, evidenciando uma tremenda desigualdade social relacionada à uma estrutura societária que produz iniquidades socioeconômicas que por sua vez são diretamente associadas às vulnerabilidades sociais, de saúde e de renda. (DORN, COONEY, SABIN, 2020; SANTOS et. al. 2020; CESTARI et. al.

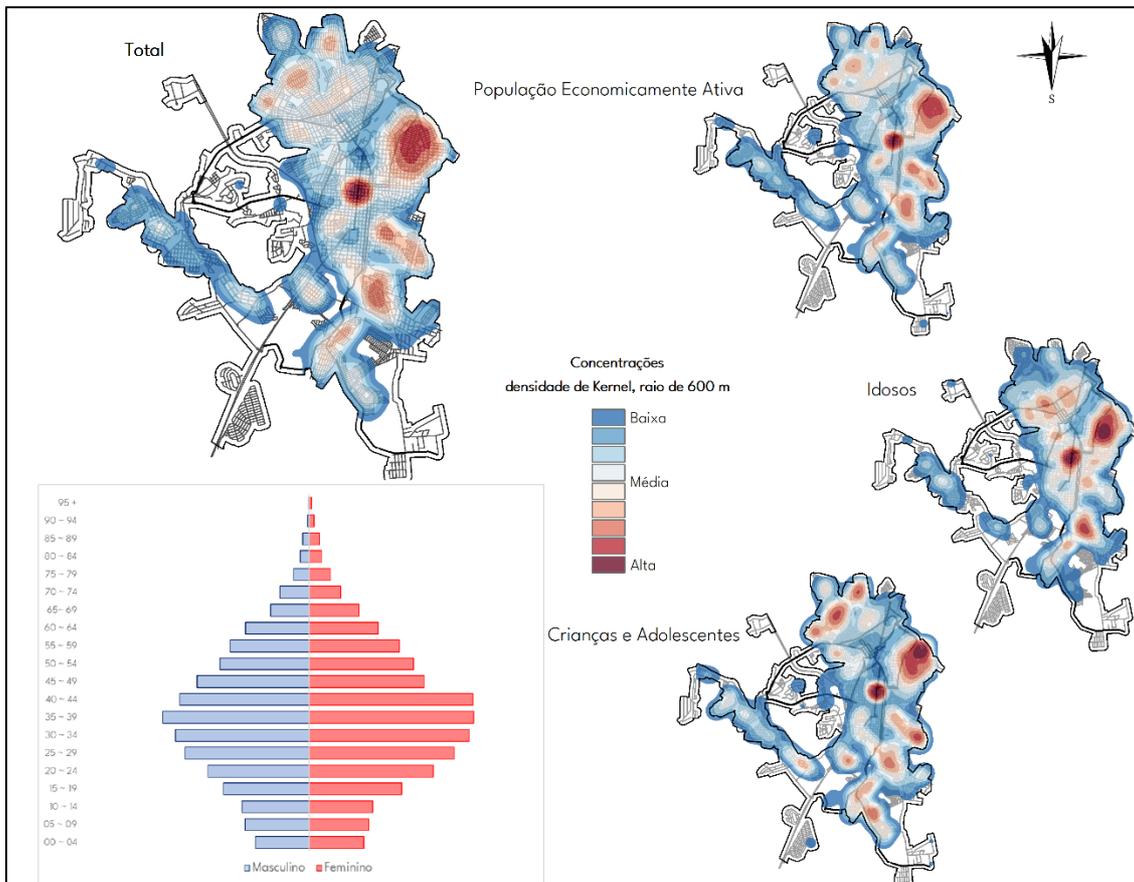
2020; SCHNEIDER et. al. 2020; JORDAN, ADAB 2020; BHALA et. al. 2020). Os autores Rollston e Galea (2020) e Abrams e Szeffler (2020) trazem o exemplo das iniquidades a partir da raça/cor, a idade, comorbidade, renda, para evidenciar o risco de infecção e conseqüentemente o óbito. É neste esforço em compreender essas iniquidades que os perfis são traçados abaixo.

Mapa 21: Perfil etário de Casos Confirmados em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 22: Perfil etário de Casos Confirmados em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

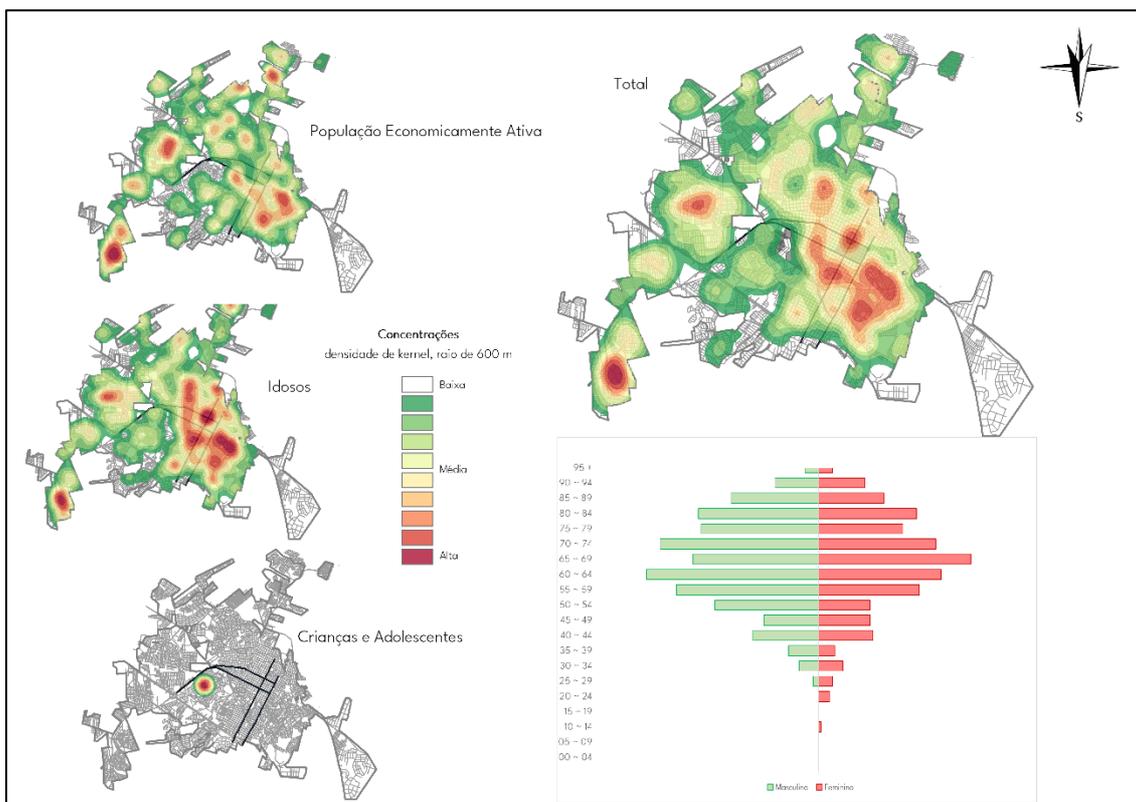
Os mapas de perfil etário a priori não nos permite inferir se há uma maior quantidade de pessoas idosas, adultas, ou jovens que foram acometidas pela doença nos municípios, entretanto revelam um deslocamento nessas concentrações que nos ajuda a pensar um pouco essa dinâmica populacional para os Casos Confirmados.

Observa-se que ambas as pirâmides estão achatadas em suas extremidades e alargadas no meio, mostrando que a maioria destes casos confirmados não foram pessoas idosas e/ou crianças e adolescentes, e sim a população economicamente ativa – a população que necessitou trabalhar para garantir o sustento de seus lares desde o início da pandemia. A pirâmide etária

de Presidente Prudente apresenta um grande alargamento no meio em comparação com Botucatu.

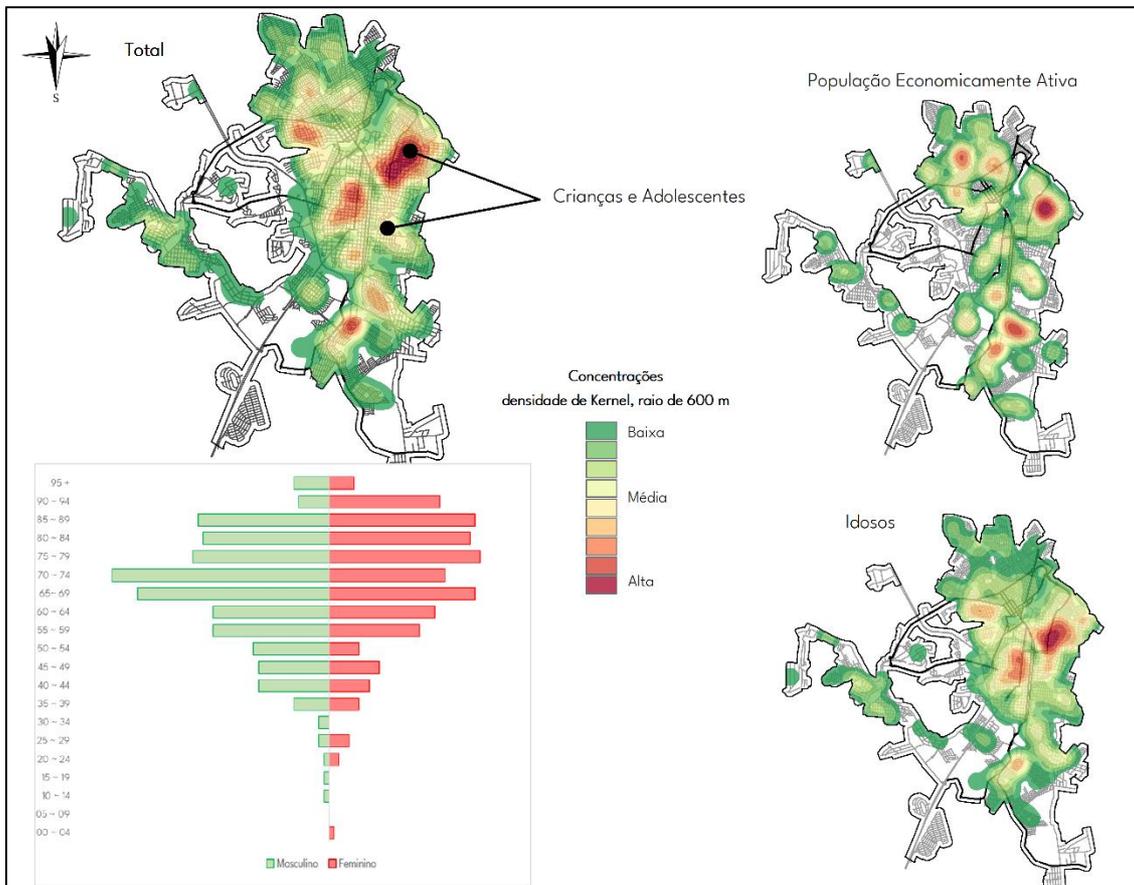
Para os óbitos por COVID-19, os resultados abaixo mostram uma interessante dinâmica dos óbitos ao observarmos uma inversão na pirâmide etária, evidenciando a população idosa enquanto a que mais foi à óbito pela doença. Crianças e adolescentes foram os que menos foram à óbito por COVID-19. A pirâmide etária dos óbitos nos revela uma inversão frente aos óbitos, representando que os idosos enquanto os que mais morreram por COVID-19 nas duas cidades. Pelo fato de os óbitos de Crianças e Adolescentes em Botucatu serem apenas dois e fragmentados espacialmente, optou-se, diferentemente de Presidente Prudente, representa-los em forma de ponto.

Mapa 23: Perfil etário de Óbitos em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 24: Perfil etário de Óbitos em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



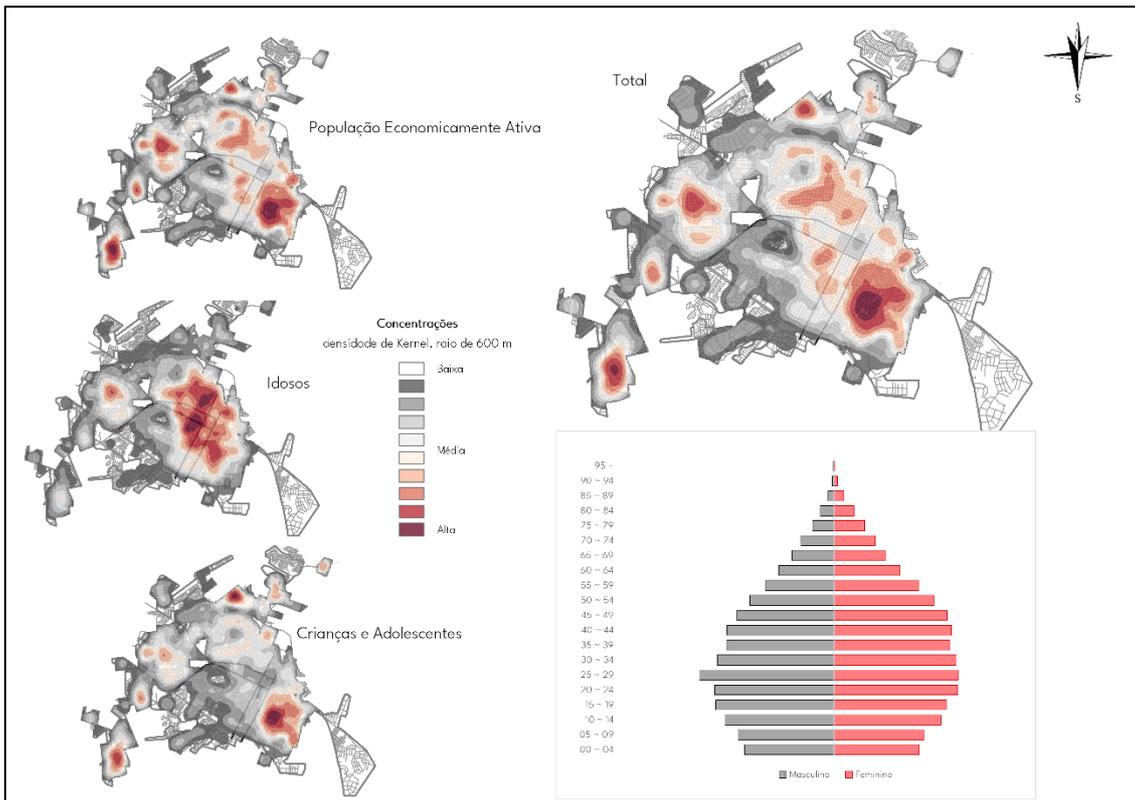
Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Em Botucatu a população economicamente ativa detém menor concentração de óbitos do que no município de Presidente Prudente, fato este que pode ser relacionado ao plano de vacinação em massa realizado por Botucatu (primeira dose em maio e segunda dose em agosto – agosto não foi analisado), que, mesmo administrando a primeira dose, já é possível observar que esta concentração latente em Presidente Prudente na população economicamente ativa está muito mais fragmentada e diminuída em Botucatu. Também cabe a ressalva que Botucatu tem metade quase que metade da população de Presidente Prudente.

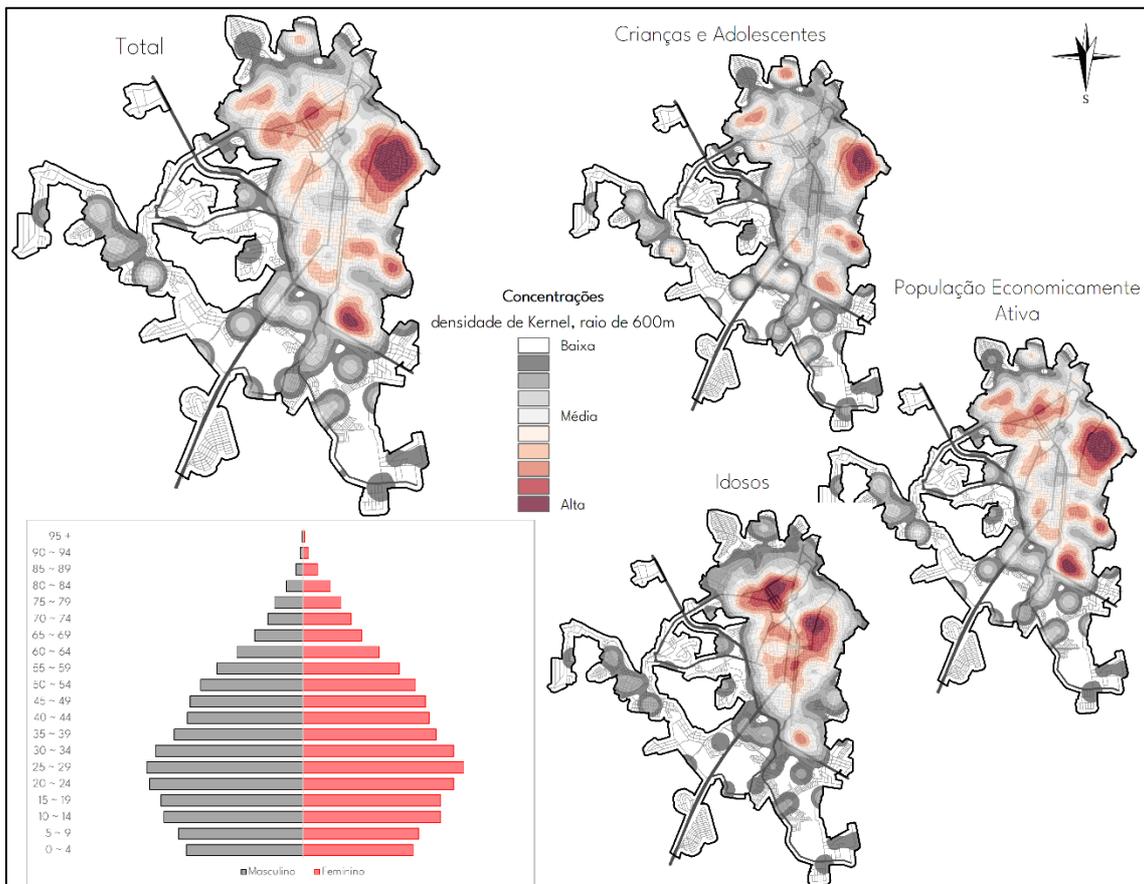
Para representar a dinâmica demográfica da população, os dados do censo demográfico de 2010 do IBGE foram mapeados da mesma maneira que os

perfis de Casos e Óbitos por COVID-19, contudo, uma limitação desta comparação são os dados desatualizados por mais de uma década, mas podemos obter um panorama populacional.

Mapa 25: Perfil etário de Presidente Prudente – Censo Demográfico de 2010.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

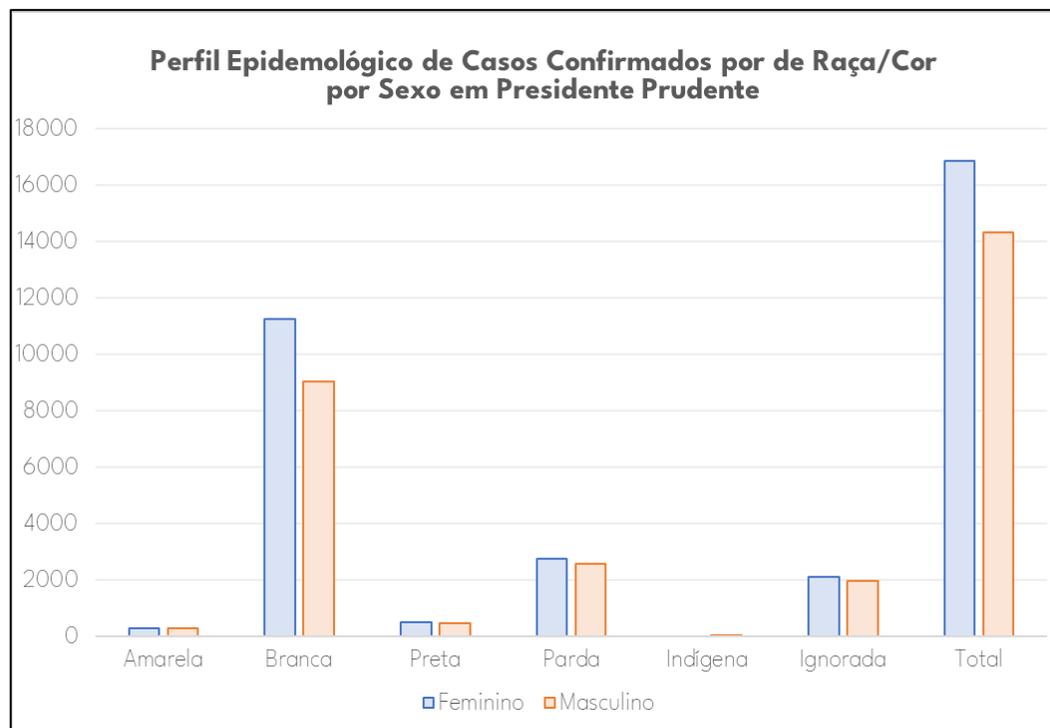
Mapa 26: Perfil etário de Botucatu – Censo Demográfico de 2010.

Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

O perfil etário exposto acima é parecido com o perfil dos casos confirmados por COVID-19 e indica que os idosos se encontram no centro da cidade. Por serem dados desatualizados de 2010, esta dinâmica intraurbana não é possível de ser explicitada por não haver comparação com dados mais atualizados, contudo, comparando com estudos populacionais do IBGE, as estimativas de população mostram que há uma diminuição da população mais jovem em detrimento ao aumento da população acima de 30 anos de idade, indicando uma inversão da pirâmide etária brasileira, indicando um movimento de envelhecimento da população entre os anos de 2012 e 2019 (IBGE, 2019-PNAD), pois, por exemplo, em Botucatu, a região Sul da cidade é hoje ocupada por conjuntos habitacionais que contribuem para o adensamento da população

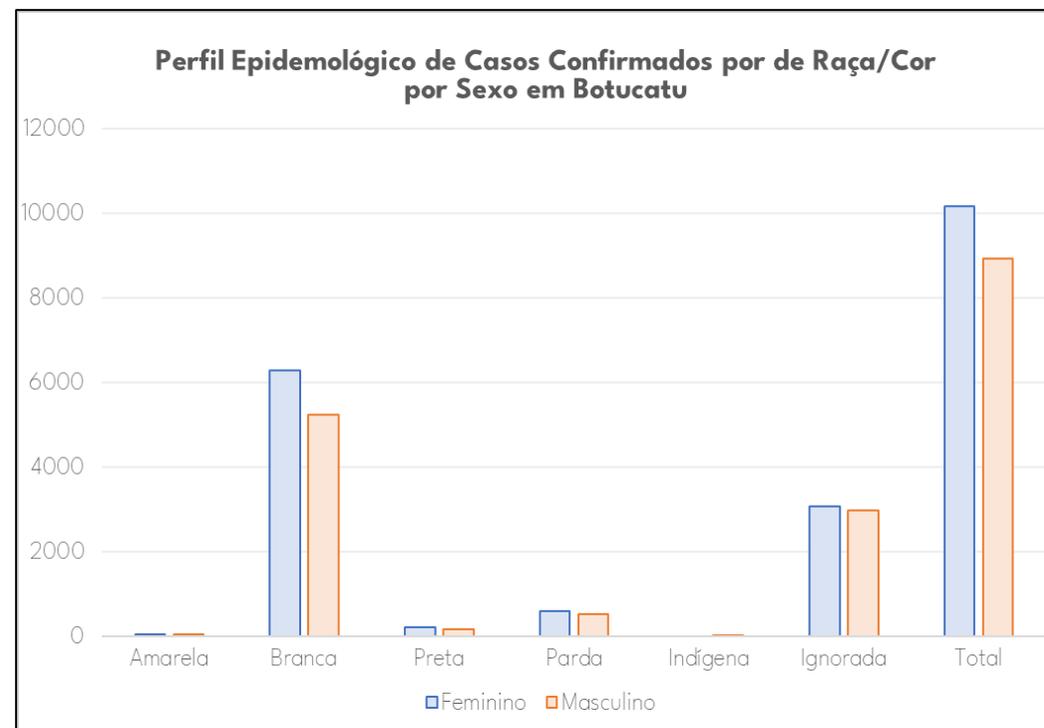
que não pode ser observada nos dados disponíveis. O mesmo acontece com Presidente Prudente e sua região Norte.

Gráfico 01: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Casos Confirmados em Presidente Prudente.



Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Gráfico 02: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Casos Confirmados em Botucatu.



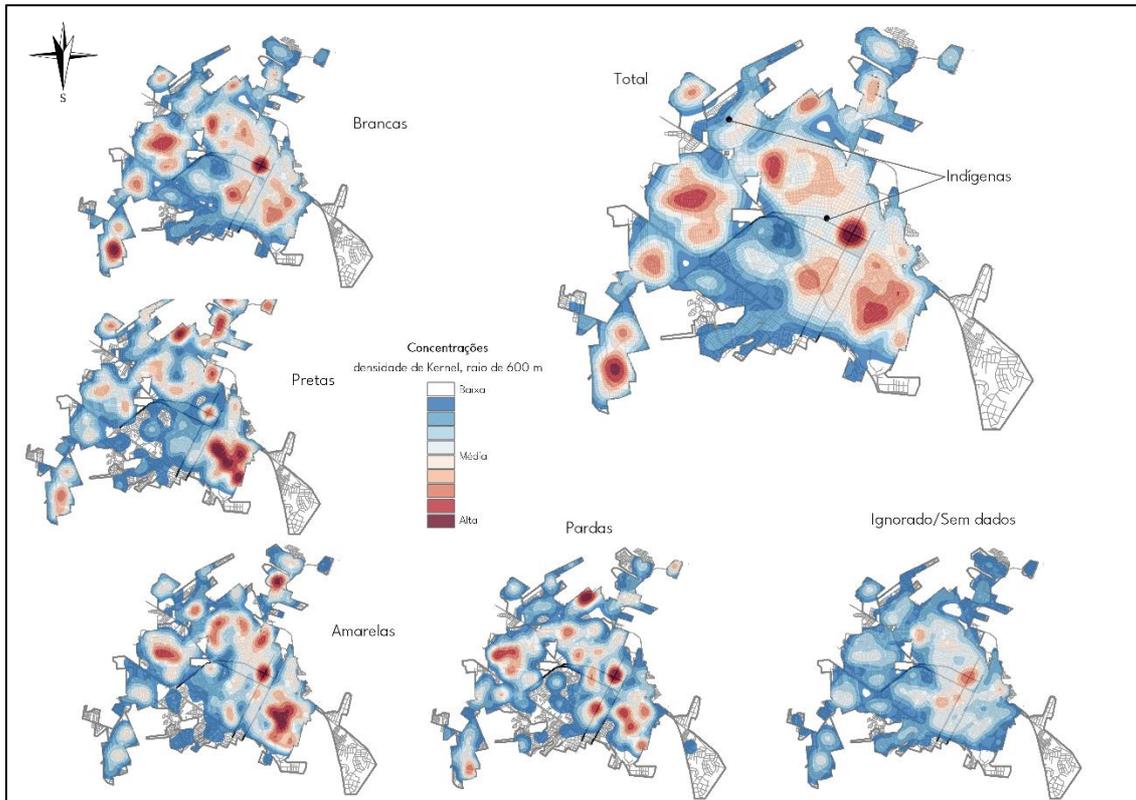
Fonte: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Este perfil epidemiológico dos Casos Confirmados de COVID-19 em Presidente Prudente e Botucatu revela que em ambos os municípios as mulheres foram mais infectadas pelo vírus que os homens (Gráficos 1 e 2). Também é possível observar o alto quantitativo de casos em pessoas brancas de ambos os sexos em comparação com a população não-branca, sendo um total de 65% de casos na população branca em Presidente Prudente e 60% em Botucatu. A População Amarela em Presidente Prudente mostra-se consideravelmente mais expressiva em comparação à Botucatu, bem como as populações pretas e pardas. Contudo, um dado de extrema relevância são os Ignorados, que por sua vez inverte a lógica imaginada por nós, afinal, Botucatu registrou aproximadamente 10.000 casos a menos de infecção do que Presidente Prudente, mas os dados de autodeclaração ignorados foram quase o triplo no total.

Também há grande volume de subnotificação dos dados de Raça/Cor ao contabilizarmos os dados ignorados/sem dados – 13% em Presidente Prudente e 31,6% em Botucatu. Isto torna complexo as análises de Perfis Epidemiológicos de Raça/Cor. Entretanto, se selecionarmos os perfis de Casos Confirmados por Raça/Cor entre população branca e não branca (Pretas, Pardas, Indígenas e Amarelas) é possível observar que a população branca é a maioria com, aproximadamente, 60% e a população não branca com aproximadamente 8% - com exceção dos ignorados (32% aproximadamente) que não foram contabilizados por não haver autodeclaração. Para Presidente Prudente, esse agrupamento representa 65% de casos para a população branca e 22% para a população não branca, também desconsiderando as autodeclarações ignoradas (13% aproximadamente).

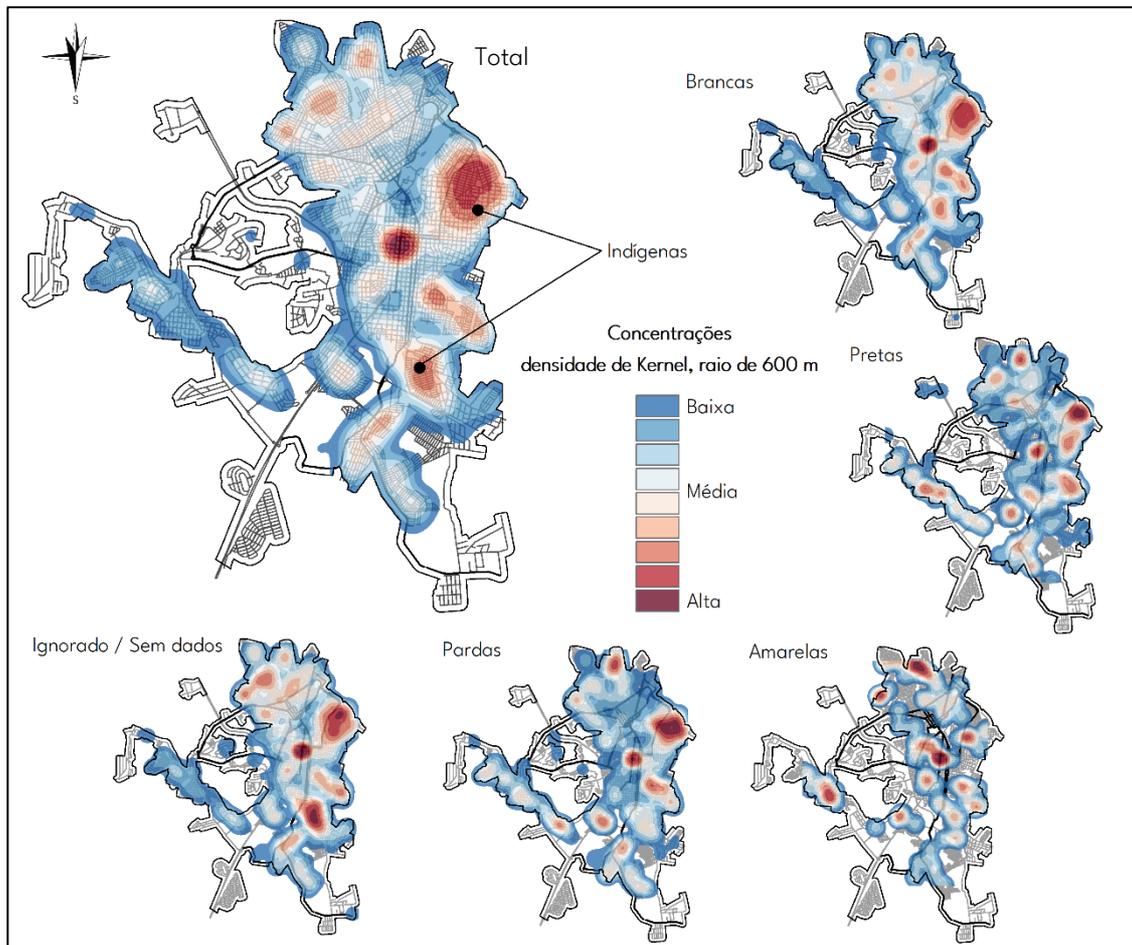
Todavia, para a espacialização deste Perfil Epidemiológico de Raça/Cor de Casos Confirmados e os Óbitos, a seguir, em Presidente Prudente e Botucatu, utilizamos o estimador de intensidade de Kernel,

Mapa 27: Perfil Raça/Cor de Casos Confirmados em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 28: Perfil Raça/Cor de Casos Confirmados em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



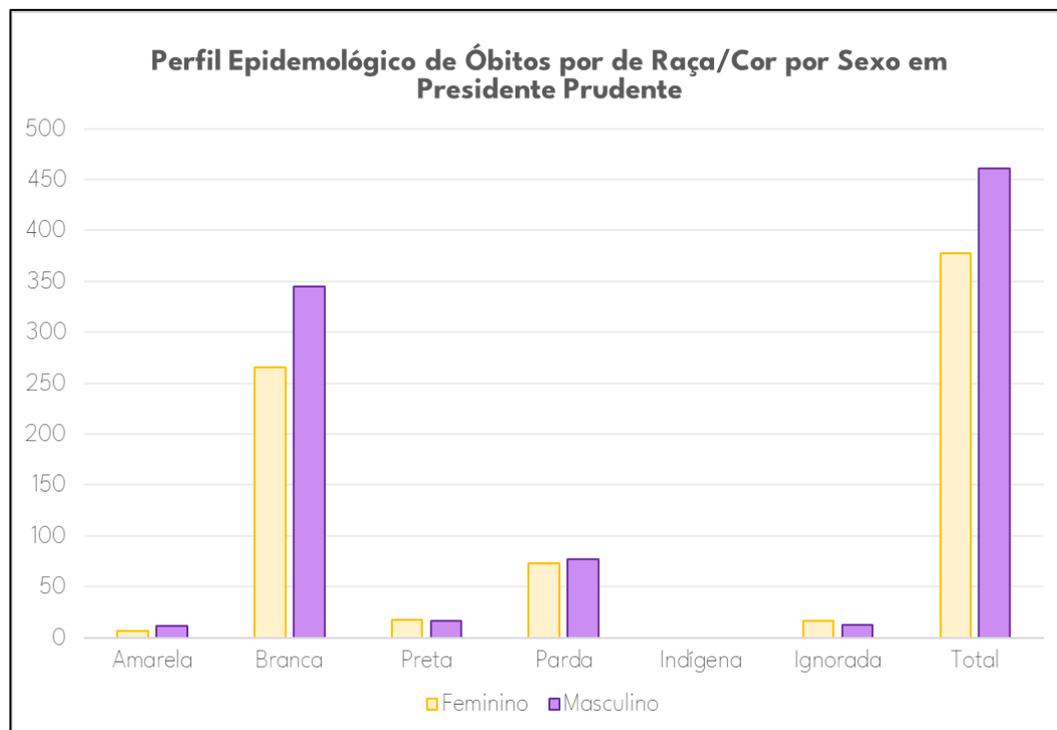
Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Acima, o perfil epidemiológico espacializado de raça/cor dos casos confirmados tanto em Presidente Prudente como em Botucatu nos revela que a maioria da população tende a localizar-se em porções centrais das cidades, contrastando com as populações não-brancas. Entretanto, é necessário evidenciar que o quantitativo de população autodeclarada branca é muito maior do que as autodeclarações das populações pretas, pardas, indígenas e amarelas.

O perfil raça/cor dos óbitos nos permite analisar que os óbitos têm muito mais para contribuir com a compreensão da COVID-19 que os Casos Confirmados. A variável óbito é de maior preocupação para o sistema de saúde,

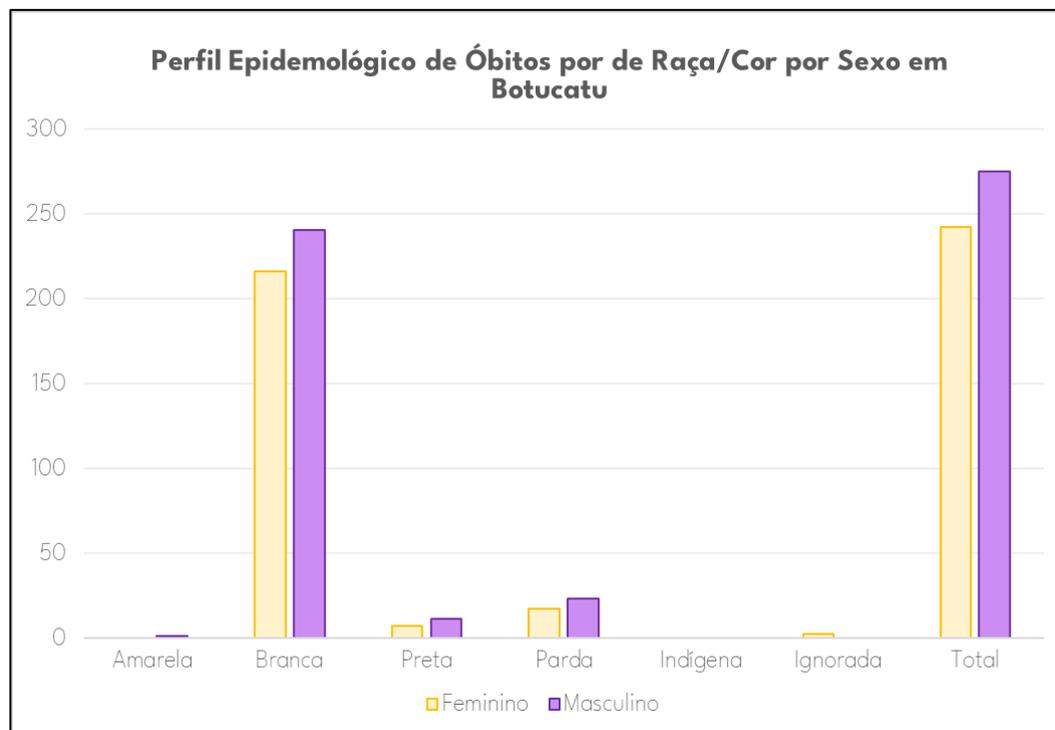
pois pode ser uma métrica para avaliação da qualidade do serviço de saúde, e por serem mais seletivos que os casos, o perfil dessas pessoas pode nos indicar uma determinação etária e/ou de raça/cor.

Gráfico 03: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Presidente Prudente.



Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022

Gráfico 04: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Botucatu.



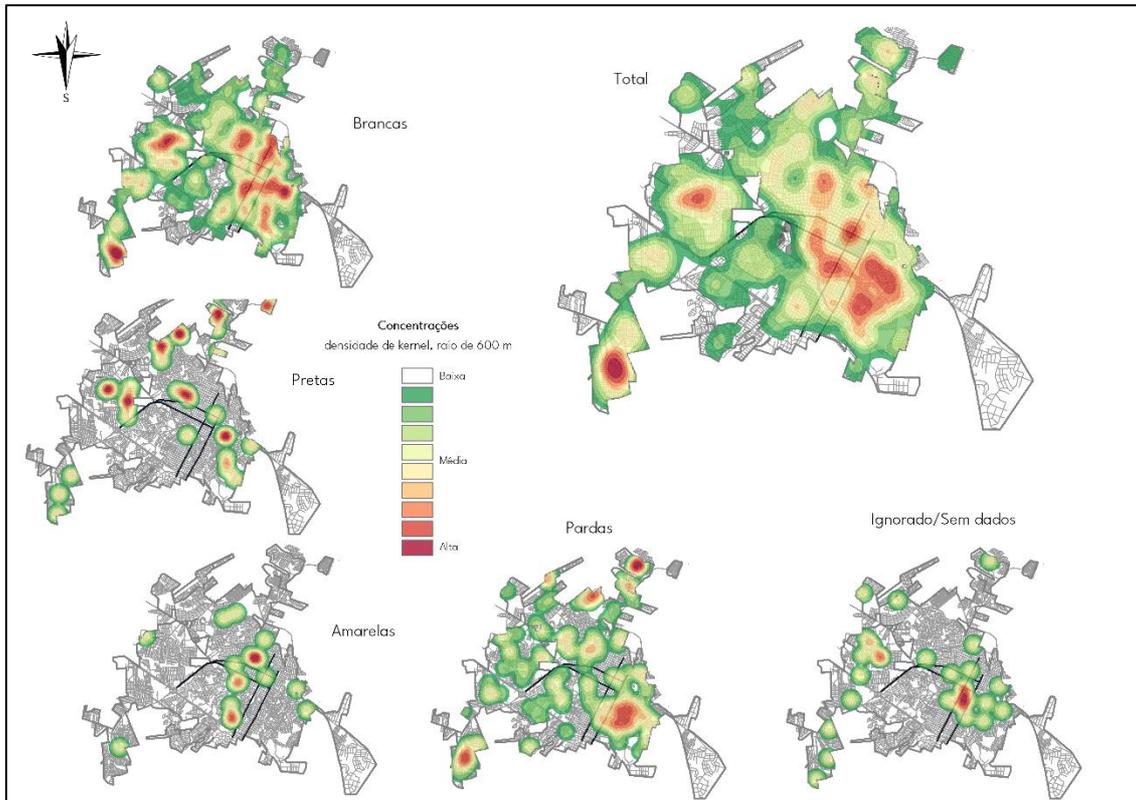
Fonte: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Através de uma análise deste perfil epidemiológico dos Óbitos por COVID-19 em Presidente Prudente e Botucatu, é possível evidenciar a população branca foi a mais acometida ao Óbito nas duas cidades (Gráficos 3 e 4). O quantitativo de Óbitos em Presidente Prudente é maior que em Botucatu, mas Botucatu, que outrora apresentou grande porcentagem de casos subnotificados (31,6 %), não apresenta quase nenhuma subnotificação de Raça/Cor para os Óbitos. Em contrapartida, Presidente Prudente apresenta a maior porção das subnotificações deste conjunto de dados. Os óbitos conferem um padrão quantitativo semelhante entre os municípios ao compará-los com os casos confirmados – A maioria concentra-se na população branca; Presidente Prudente aponta um elevado número de óbitos da População Amarela; A População Preta e Parda de Presidente Prudente é mais elevada para os Óbitos em comparação com Botucatu. Por fim, é interessante analisar que os casos confirmados de COVID-19 nos municípios são, em sua maioria, mulheres, contudo, os óbitos invertem esse padrão. Os homens (menos infectados pela doença) foram os que mais morreram por COVID-19.²⁴

Agrupando os perfis de Óbitos por Raça/Cor entre população branca e não branca (Pretas, Pardas, Indígenas e Amarelas) para Botucatu é possível observar que os óbitos da população branca são a maioria com, aproximadamente, 88% e a população não branca com aproximadamente 11% - com exceção dos ignorados que não foram contabilizados por não haver autodeclaração. Para Presidente Prudente, esse agrupamento representa aproximadamente 73% de óbitos para a população branca e 24% aproximadamente para a população não branca, também desconsiderando as autodeclarações ignoradas

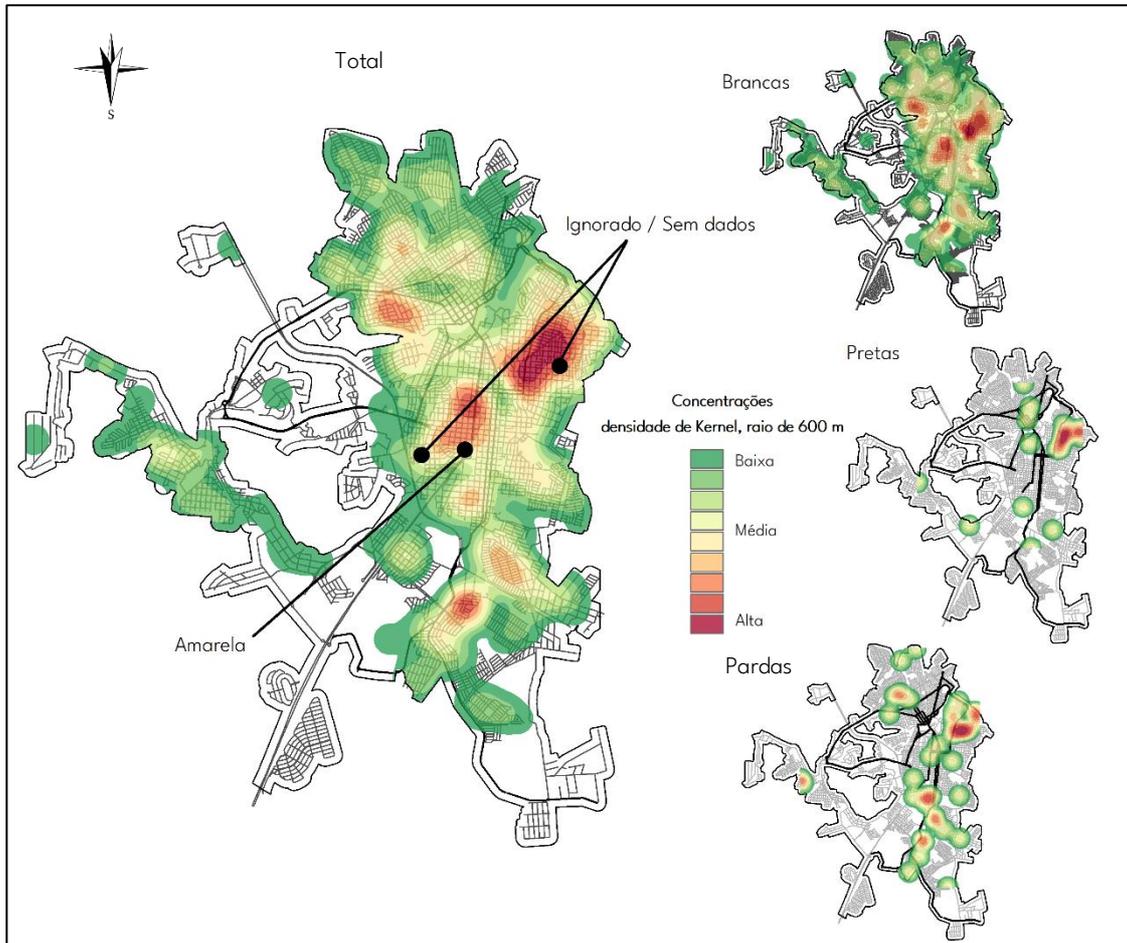
²⁴ Essa evidencia carece de maiores investigações, perpassando as situações de saúde, comorbidades, entre outros, dessas populações.

Mapa 29: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Presidente Prudente de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Dados de COVID-19: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 30: Perfil epidemiológico de Raça/Cor de Óbitos em Botucatu de 05 de abril de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

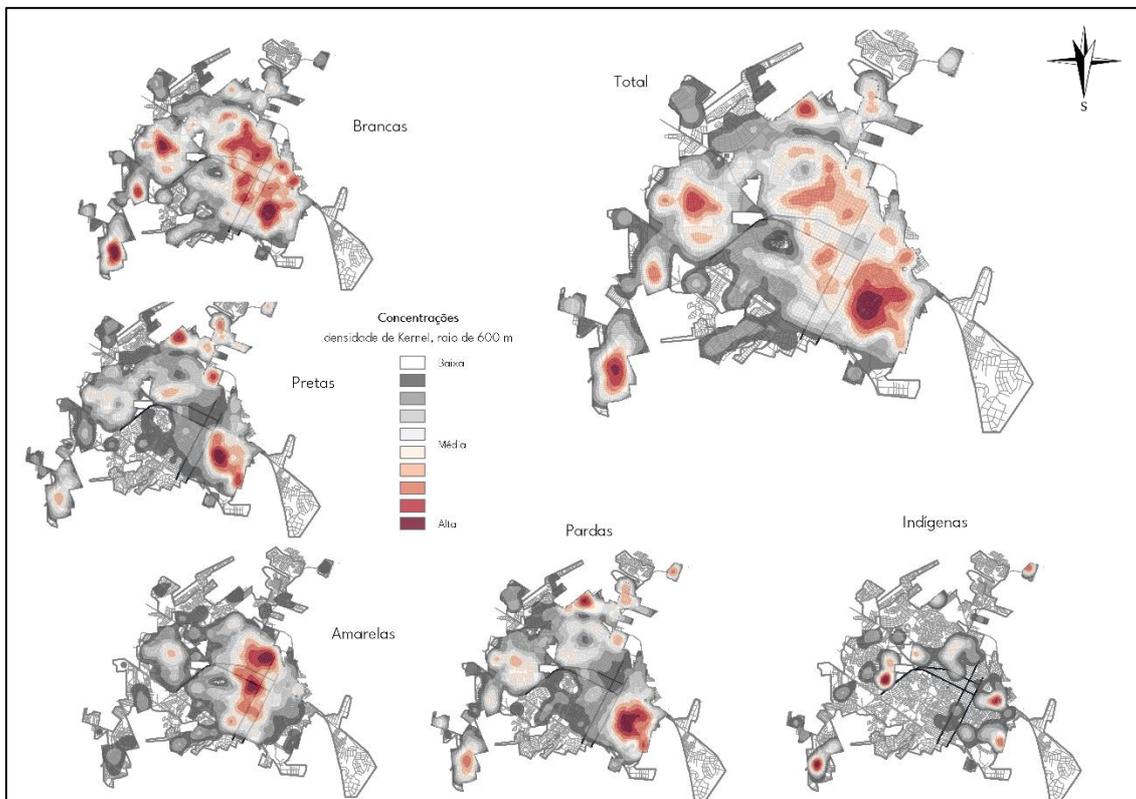
Vale ressaltar que Botucatu não apresenta concentração de óbitos de pessoas amarelas e também apresenta apenas dois registros de óbitos incompleto (ignorado/sem dados), o que evita a subnotificação étnico-racial dos óbitos por COVID-19.

Já em Presidente Prudente, há maiores concentrações de óbitos de pessoas pretas, pardas e amarelas em comparação a Botucatu – evidenciado pelos percalços das autodeclarações. As concentrações de pessoas pardas encontram-se na zona leste da cidade e pontualmente nos extremos Norte e Sul. A população branca exibe quase que em sua totalidade o perfil geral dos óbitos

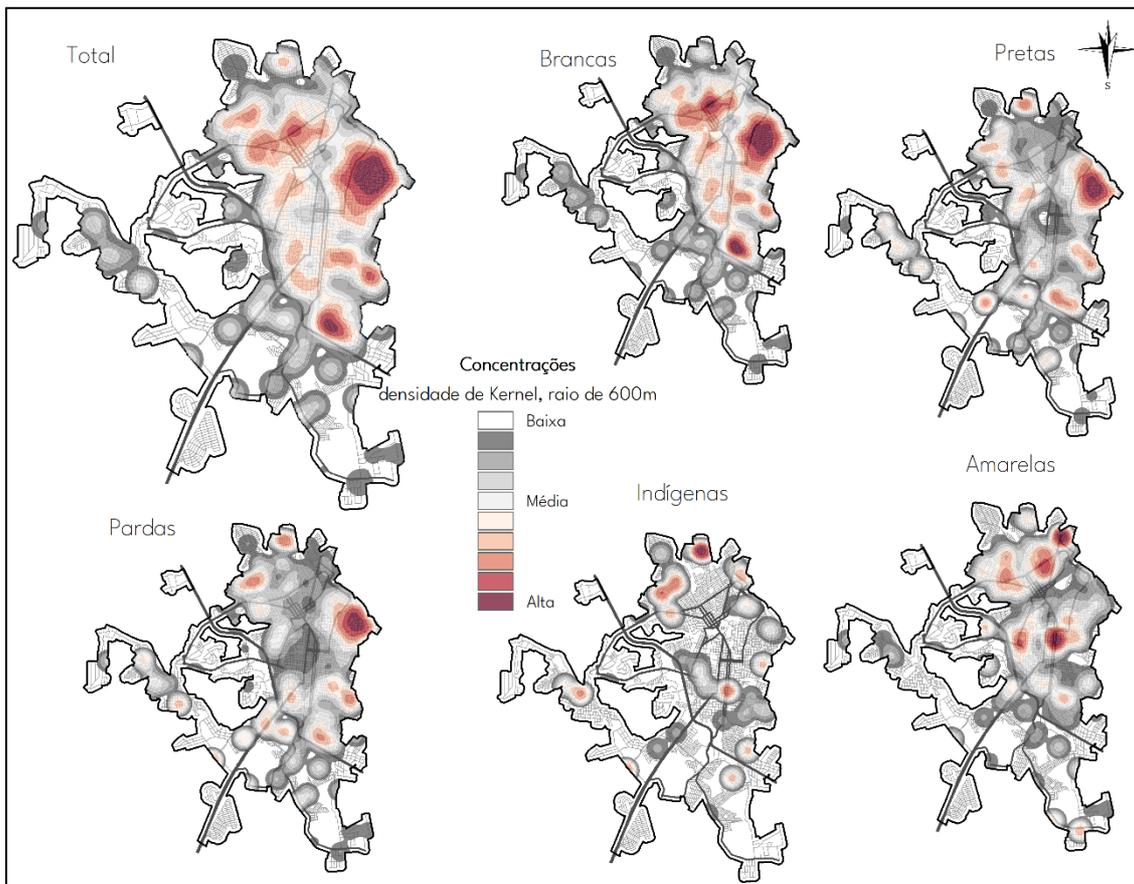
para as duas cidades, fato que pode ser relacionado à baixa autodeclaração de pessoas pardas e pretas, bem como a maioria da população ser autodeclarada

As representações dos perfis epidemiológicos de Raça/Cor realizadas através do Censo Demográfico seguem a mesma lógica das realizadas anteriormente e serviram de base de comparação entre perfil demográfico da população e o perfil demográfico dos Casos e Óbitos por COVID-19.

Mapa 31: Perfil Raça/Cor de Presidente Prudente – Censo Demográfico de 2010.



Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 32: Perfil Raça/Cor de Botucatu – Censo Demográfico de 2010.

Fonte: Bases cartográficas: IBGE (2010); OSM (2021); Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Conforme já exposto, o perfil Raça/Cor tende a seguir a dinâmica demográfica de descentralização das populações não-brancas, ocupando as áreas de bordas das cidades gerando um vazio no centro geométrico.

Para encerrar as descrições de perfil epidemiológico, destaca-se que as a variável sexo não será inserida espacialmente neste trabalho, pois, apesar de apresentarem maior quantitativo de óbitos nos homens, e casos confirmados nas mulheres, não há diferença espacial significativa entre a população masculina e a feminina em ambos os municípios, tanto para os casos confirmados e óbitos, quanto para o perfil geral da população pelo Censo Demográfico de 2010.

Em suma, esta análise de perfil epidemiológico etário e de raça/cor aponta que, em suas devidas proporcionalidades populacionais, os municípios apresentam padrões parecidos de espacialização. Em Presidente Prudente

realizamos diversos trabalhos que relacionam essas características enquanto vulnerabilidades da COVID-19 (MATSUMOTO et. al. 2020; GUIMARÃES et. al. 2020b; 2020c). Outros dados trabalhados como os referentes ao Cadastro Único embasaram as discussões destes trabalhos.

Para Botucatu, ainda carecemos de análises deste porte, compreendendo as vulnerabilidades da COVID-19 no intraurbano, relacionando-as, por exemplo, aos dados de Cadastro Único, entre outros. Afinal, mais do que compreender onde estão, quais os perfis epidemiológicos destes casos e óbitos por COVID-19, é necessário avançar nos porquês. Esta discussão retoma-se na próxima seção com o aprofundamento de técnicas de análise geoespacial que colaboram com a formulação e compreensão destas hipóteses.

CAPÍTULO 04 - OS PADRÕES ESPACIAIS DE CASOS CONFIRMADOS E ÓBITOS POR COVID-19.

Sumarizando os principais achados deste estudo, destaca-se que há um grande influência populacional para os Casos Confirmados em Presidente Prudente e Botucatu; a Letalidade é expressa com mais intensidade em áreas centrais das cidades, evidenciando a população idosa; as populações não-brancas estão espacializadas na periferia dos municípios com um grande quantitativo e concentrações de Casos Confirmados; e que a velocidade da difusão espacial está muito relacionada ao papel hierárquico dos municípios (FORTALEZA et. al. 2020) mas que em contexto intraurbano, essa velocidade evidencia as populações de baixa renda, população economicamente ativa e com maiores concentrações de população não-branca.

Aprofundando estes achados, observamos que, tanto para os Casos confirmados em Presidente Prudente como em Botucatu há indício de autocorrelação espacial global com aglomerados espaciais.

Os valores que precisamos nos atentar a partir desta figura são os scores z (z -score) e o valor p (p -value). O z -score é o desvio padrão, ou seja, quantos desvios padrões da média dos dados expressa o conjunto desses dados – para os Casos Confirmados e Óbitos nas cidades, o valor excede 2.58, indicando agrupamentos espaciais. O p -valor, valor de p , é o valor da associação a função da probabilidade, neste caso das análises espaciais, isto é, o valor de probabilidade de o padrão espacial observado estar sendo criado por processos aleatórios, corroborando com a hipótese nula de aleatoriedade (CSR). Para Presidente Prudente e Botucatu este valor de p -valor é menor que 0,001 ($p < 0,001$), ou seja, há menos de 1% de chance do resultado ser em função de aleatoriedade – há uma forte margem de confiança para os resultados obtidos nos Casos e Óbitos.

Os valores I de Moran Global variam entre -1 a +1²⁵ – valores associados a +1 indicam forte autocorrelação espacial positiva, e valores associados a -1 indicam forte autocorrelação espacial negativa. Quando os valores estão próximos de zero (-0,1 e/ou +0,1), indica-se menor correlação.

Para os Casos Confirmados em Presidente Prudente encontramos +0,3 (z-score= 60,7), indicando autocorrelação espacial moderada. No entanto, para Botucatu, o valor I de Moran foi um pouco menor, +0,1 (z-score = 36,08), porém, também indicando uma autocorrelação espacial, que carece de aprofundamentos. Nessa análise, é importante destacar que a vacinação em massa pode ter interferido nos resultados. Na significância estatística os valores de p indicaram forte significância ($p < 0,01$), nos levando a inferir que, pelo fato de Presidente Prudente ter apresentado uma autocorrelação positiva maior, e devido as semelhanças dos resultados das análises espaciais encontradas nos dois municípios, a autocorrelação seria algo semelhante para Botucatu.

Para os Óbitos em Presidente Prudente o valor I de Moran é de aproximado em +0,08 (z-score = 3), indicando baixíssima autocorrelação espacial global. Isso pode ser devido ao número dos óbitos que tendem a ser muito menores que ao comparado com número de casos. No entanto, para os Óbitos em Botucatu, o valor I de Moran é de aproximadamente +0,36 (z-score = 3.2), indicando moderada autocorrelação espacial. Para ambos os municípios os valores de p indicaram forte significância estatística ($p < 0,01$). Assim, cabe a reflexão sobre óbitos e casos. O número total de Casos Confirmados é muito maior que Óbitos.

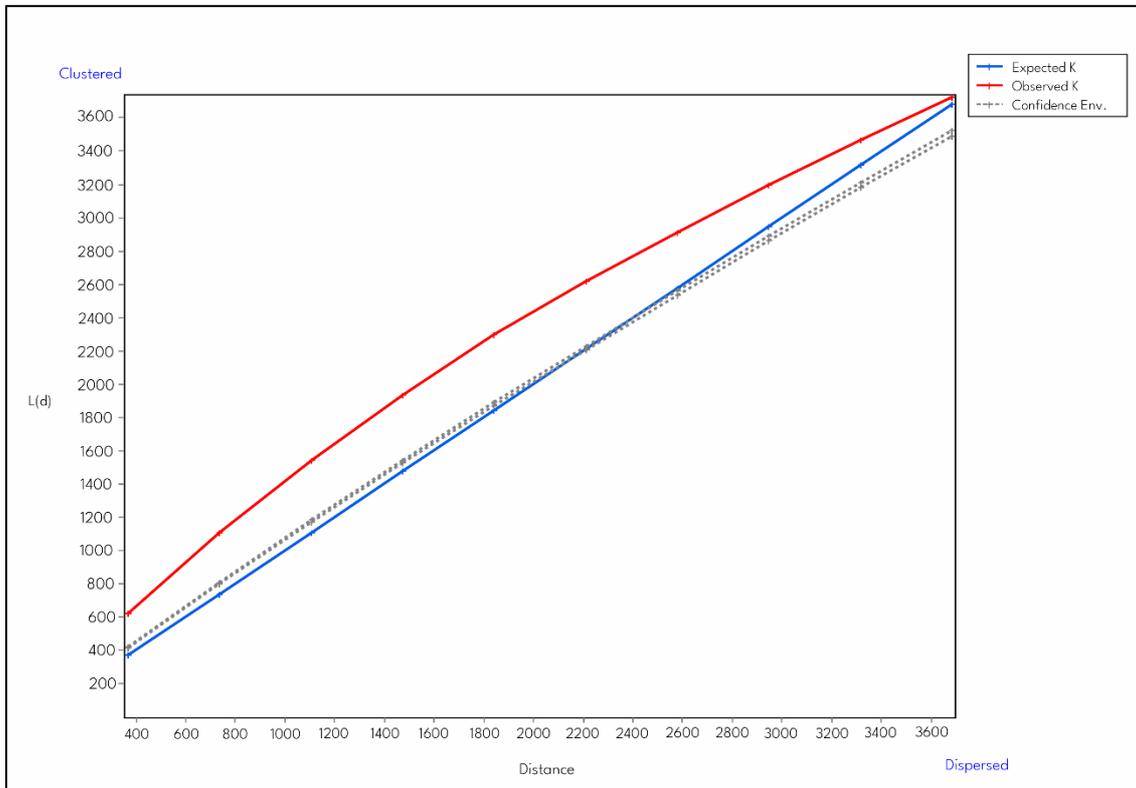
Em Botucatu, verifica-se que há uma autocorrelação espacial muito expressiva em Óbitos, mas não tanto para Casos Confirmados, o que abre o cenário de discussões, mas carece de aprofundamentos futuros. Em Presidente Prudente as autocorrelações observadas foram as esperadas. Para os testes de Vizinho Mais Próximo, encontramos em Presidente Prudente uma distância observada de aproximadamente 8 metros para os casos e 100 metros para óbitos.

²⁵ Os valores de autocorrelação espacial positiva e/ou negativa de +1 e -1 indicam uma situação perfeita que não acontece na realidade dos dados. É aceitável enquanto forte autocorrelação espacial (positiva ou negativa) valores de -0,6 ou +0,6 em diante.

Para Botucatu, os valores são, aproximadamente, 7 metros para os casos e 131 para óbitos. Visto esta aproximação média entre os valores, aprofundamos em análises de aglomerados espaciais.

Outra função importante para avaliar os aglomerados considerando as distâncias é a Função K de Ripley, que por sua vez, apresenta números de bandas de distâncias, aumentando gradativamente. Caso sua curva de valores observados seja maior que o esperado, há agrupamentos espaciais em determinada distância. O inverso é verdadeiro (curva de esperados maior que de observados, há uma dispersão espacial dos dados, indicando um não agrupamento dos dados (ESRI, 2022)). As permutações evidenciadas ao final dos resultados indicam a quantidade de processos de aleatoriedade foram utilizados para indicar um grau de confiança nos dados. Para os Casos Confirmados, o número de permutações foi de 99 (intervalo de confiança de 0,01, ou seja, 1% de probabilidade de erro. Já para os Óbitos, por serem quantidades muito menores, foi possível utilizar um maior intervalo de confiança nos resultados com 999 permutações.

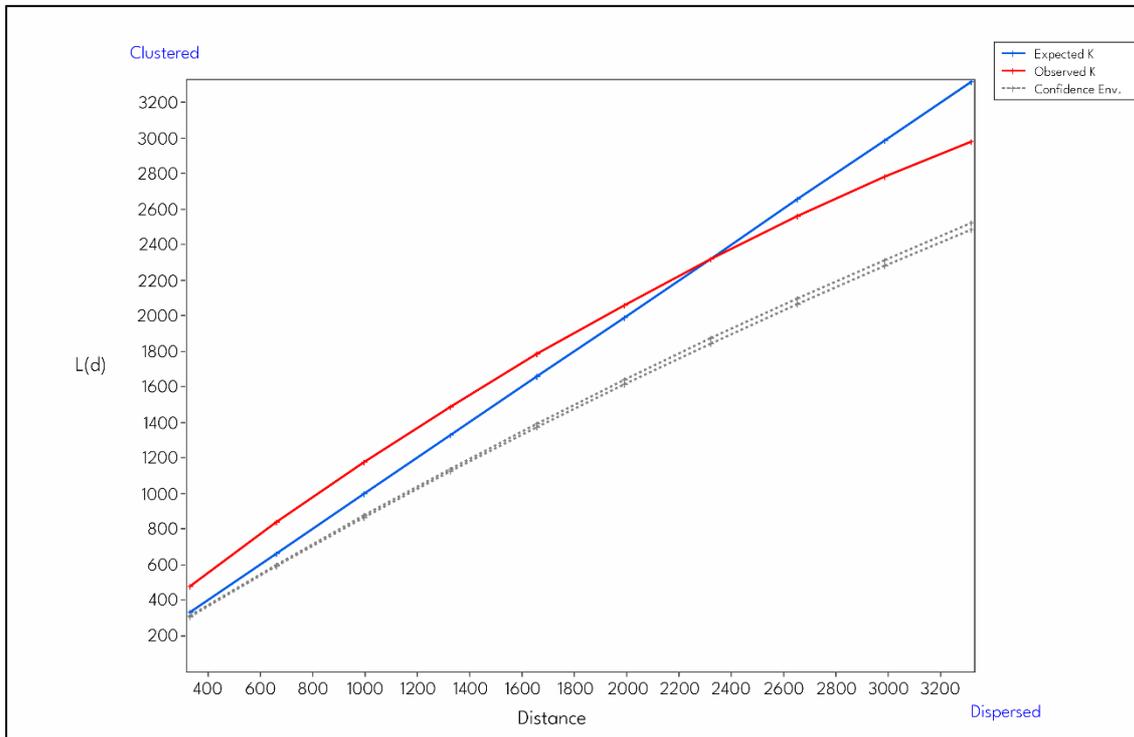
Figura 16: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Casos Confirmados em Presidente Prudente.



*quantidade de distâncias = 10; n =31.182; 99 permutações

Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Figura 17: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Casos Confirmados em Botucatu.



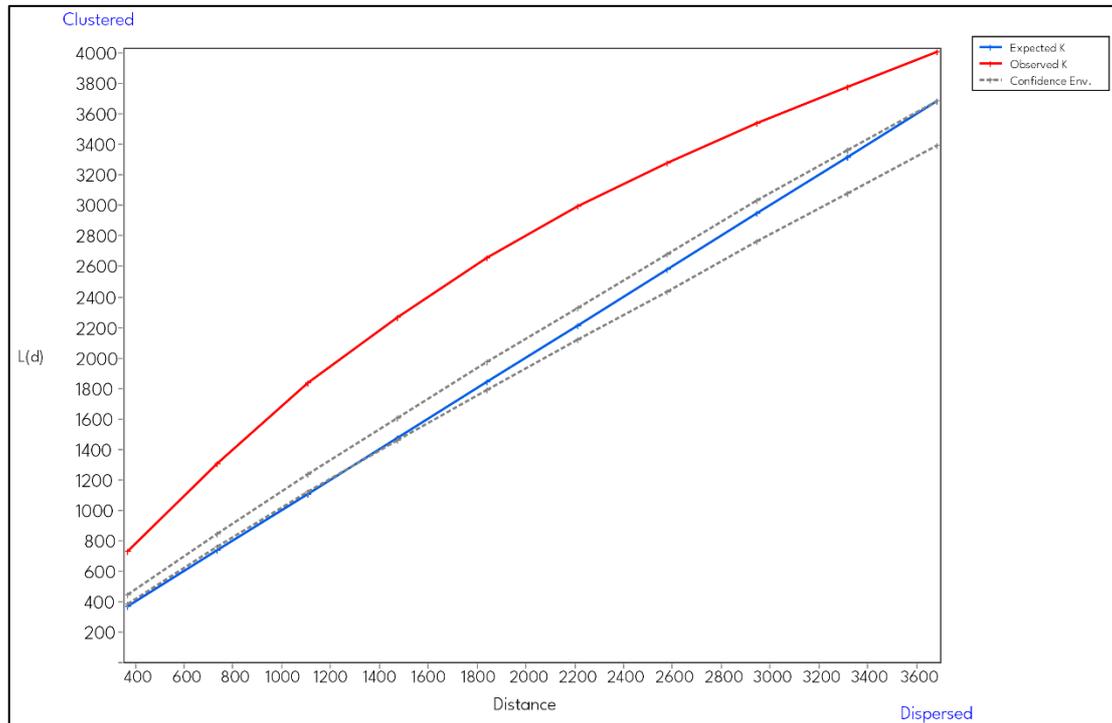
*quantidade de distâncias = 10; n = 17.411; 99 permutações

Fonte: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Para os Casos Confirmados, é possível observar que, Presidente Prudente apresenta aglomerados espaciais a partir de 400 m até 3200m, onde, a partir dos 3000 m, a linha referente aos esperados começa a ascender e o dos observados diminui, indicando que há tendência a partir desta distância, de não agrupamento de Casos Confirmados. Para Botucatu, observamos condições semelhantes, todavia, a partir dos 2000 m de distância, onde a curva dos esperados aumenta com grande intensidade, indicando a partir dessa inflexão dos observados, um não agrupamento dos dados.

O resultado gráfico apresentado para os óbitos em Presidente Prudente e Botucatu expressam agrupamentos espaciais das distancias de 400 a 3000 metros – com uma pequena exceção para Botucatu que ao passar dos 3000 m os resultados apresentam uma inflexão na curva dos observados e revelam o não agrupamento a partir desta distância.

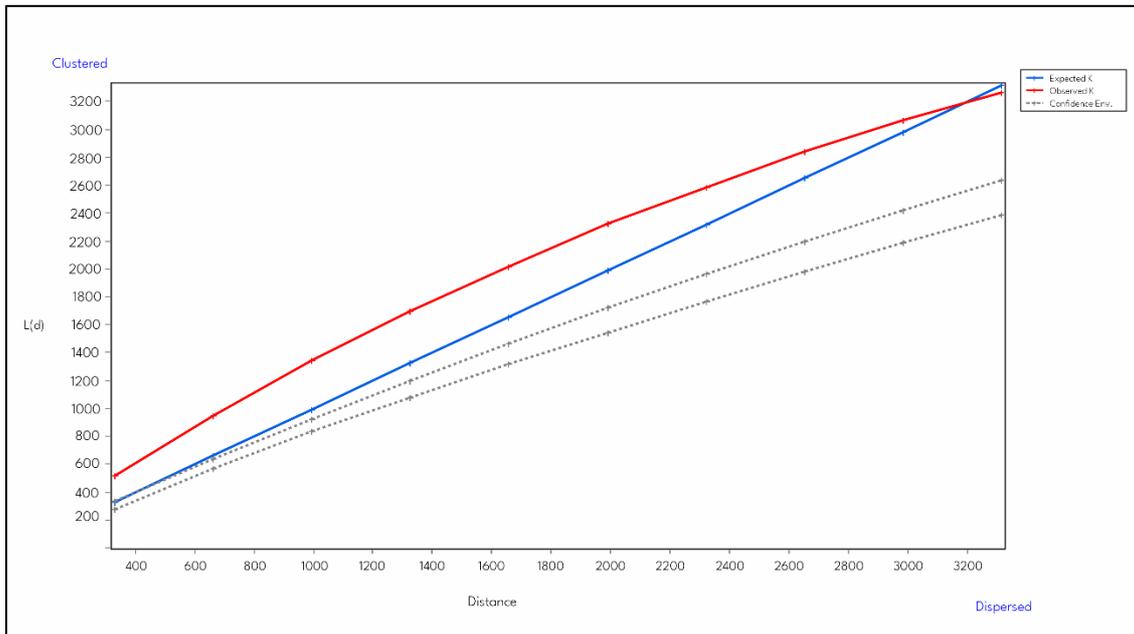
Figura 18: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Óbitos em Presidente Prudente.



*quantidade de distâncias = 10; n = 838; 999 permutações.

Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Figura 19: Análise de cluster espacial de várias distâncias (função K de Ripley) para Óbitos em Botucatu.



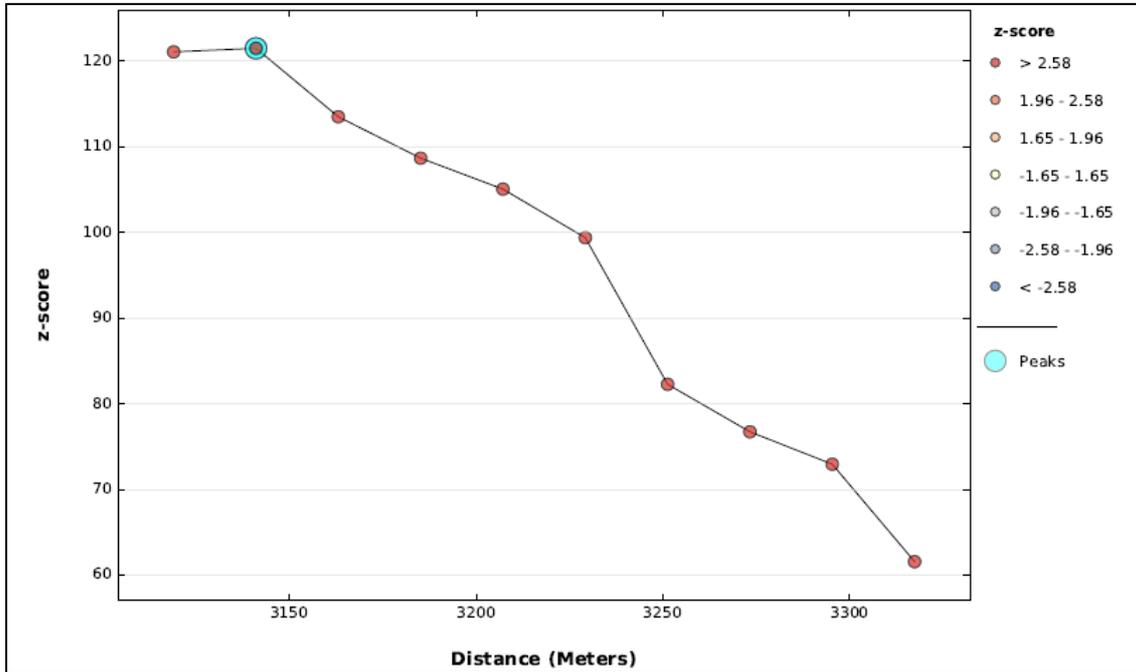
*quantidade de distâncias = 10; n = 432; 999 permutações.

Fonte: Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Ressalta-se que os resultados de Botucatu apresentam maior inflexão no final das curvas, podendo ser reflexo do menor quantitativo de Casos Confirmados e Óbitos por COVID-19 em comparação com Presidente Prudente.

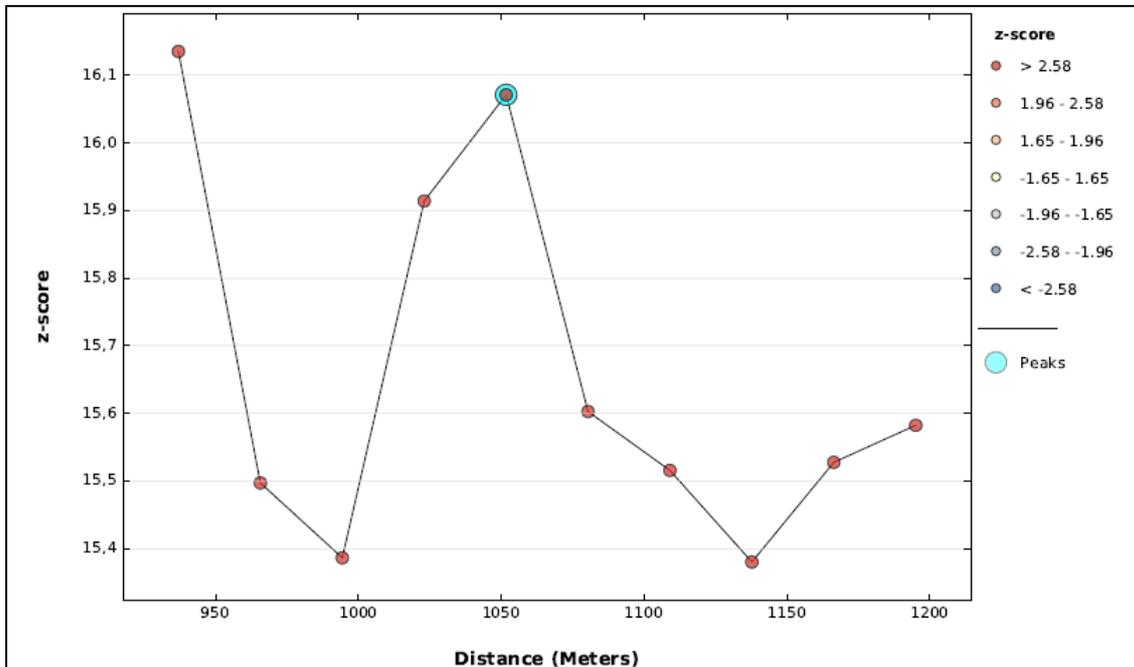
Aprofundando na autocorrelação espacial, a Autocorrelação Espacial Incremental consiste em aplicar a função para diversas bandas de distância, indicando picos e também expressando a quantidade de desvios-padrões das médias (z-score).

Figura 20: Autocorrelação Espacial Incremental para Casos Confirmados de COVID-19 em Presidente Prudente.



Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Figura 21: Autocorrelação Espacial Incremental para Casos Confirmados de COVID-19 em Botucatu.



Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Presidente Prudente possui um raio de distância maior de autocorrelação espacial que Botucatu para os Casos Confirmados como evidenciado na força de autocorrelação pelo I de Moran – indícios que podem ser relacionados a estrutura do relevo da cidade, influenciando em suas ocupações por parte dos cidadãos, onde, em Botucatu, ocorre uma “quebra” da malha urbana na porção oeste²⁶. O Pico (peak) de autocorrelação de Casos Confirmados em Presidente Prudente se dá em, aproximadamente 3000 metros, após isso a autocorrelação espacial dos dados tende a diminuir conforme aumentam-se as distâncias. Para Botucatu, os raios de distância são menores e vão até 1200 metros, entretanto, seu Pico (peak) aparece em, aproximadamente, 1050 metros.

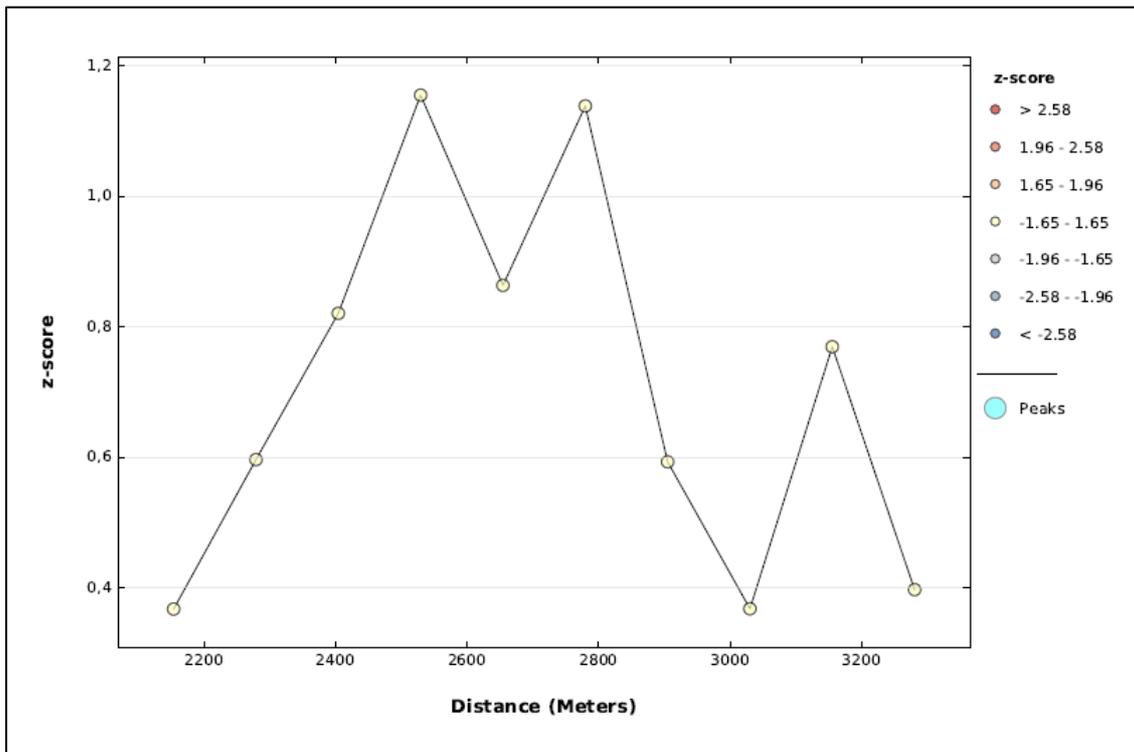
O importante ao analisar esses gráficos, é compreender que Botucatu é um município com menor porte demográfico e diferente estrutura de relevo que Presidente Prudente e que esse tamanho irá aparecer também nos resultados

²⁶ Esta relação entre morfologia urbana de Botucatu em comparação com Presidente Prudente e os processos de ocupação das populações e suas possíveis influências não foi abordada neste trabalho, mas necessita de investigações futuras e trabalhos de campo.

enquanto uma estrutura socioespacial do município pelo seu processo de ocupação e expansão urbana.

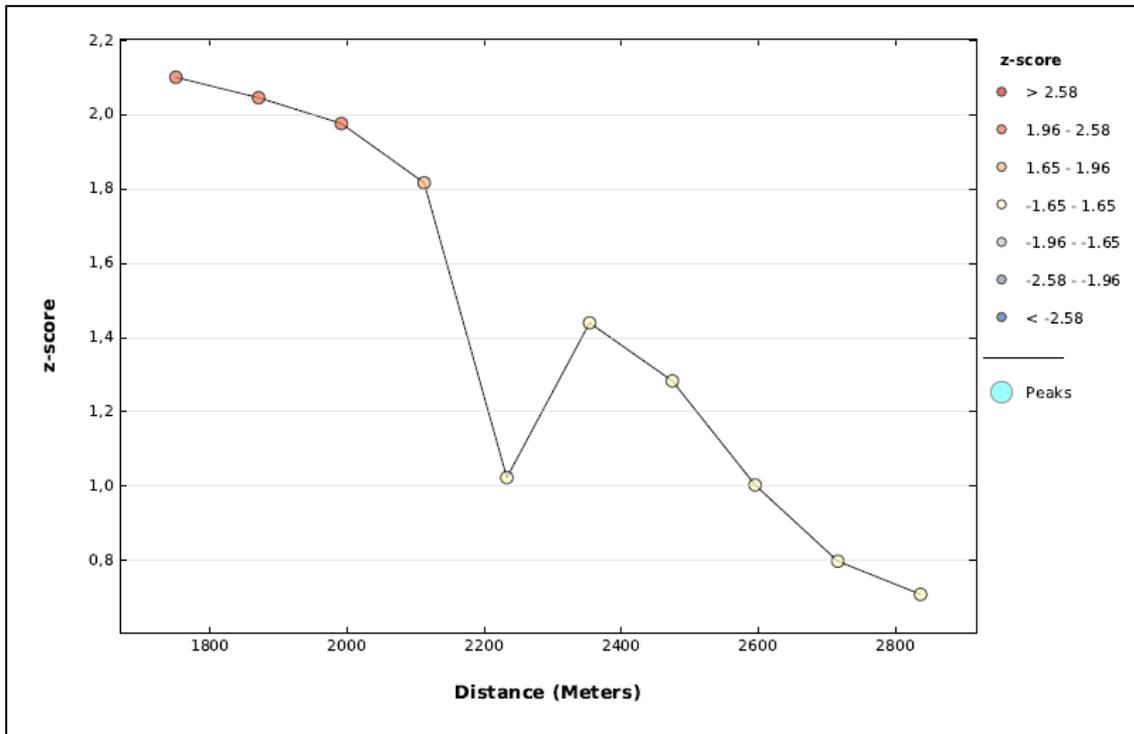
Para os Óbitos, tanto em Presidente Prudente, quanto para Botucatu, observamos que os valores de z-score vão diminuindo gradativamente, indicando uma queda na força da autocorrelação, conforme aumenta-se a distância e que não há presença de picos nas distâncias evidenciadas. Observa-se que já temos conhecimento prévio de indícios de autocorrelação espacial fraca de óbitos em Presidente Prudente e moderada para Botucatu.

Figura 22: Autocorrelação Espacial Incremental para Óbitos de COVID-19 em Presidente Prudente.



Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Figura 23: Autocorrelação Espacial Incremental para Óbitos de COVID-19 em Botucatu.

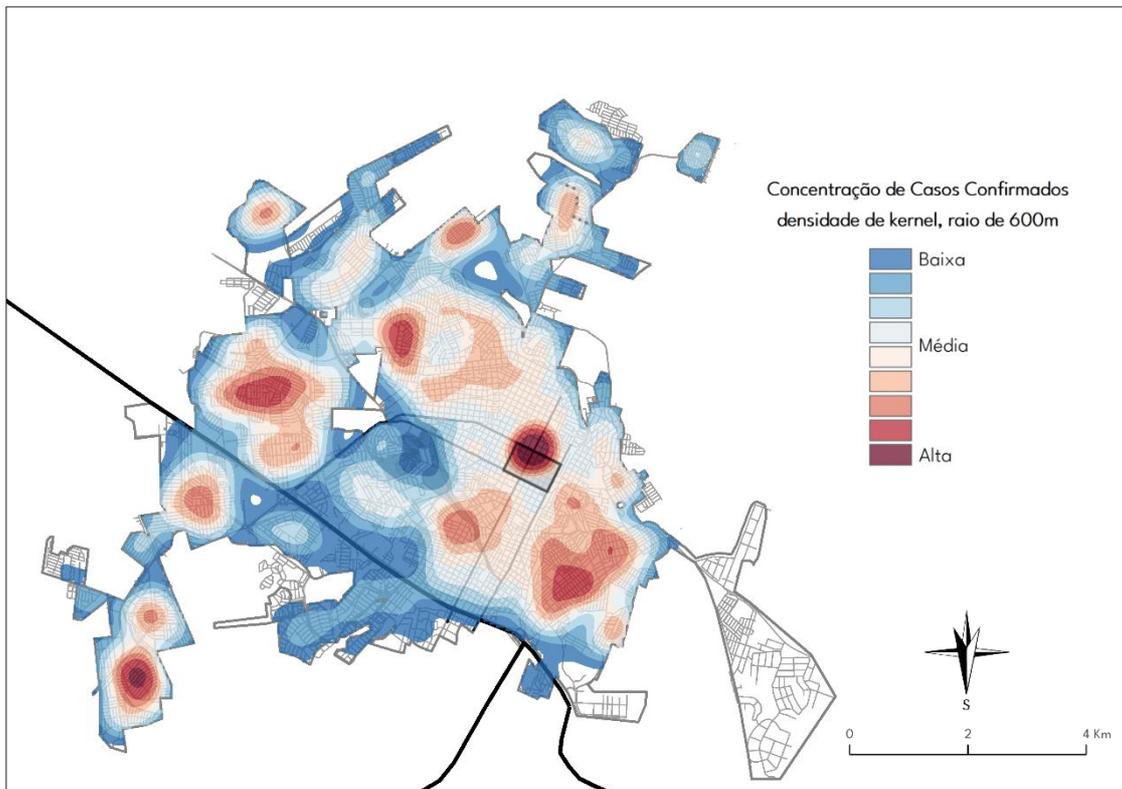


Fonte: Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

4.1. CONCENTRAÇÕES E ANÁLISES DE PONTOS QUENTES E PONTOS FRIOS DE CASOS E ÓBITOS POR COVID-19

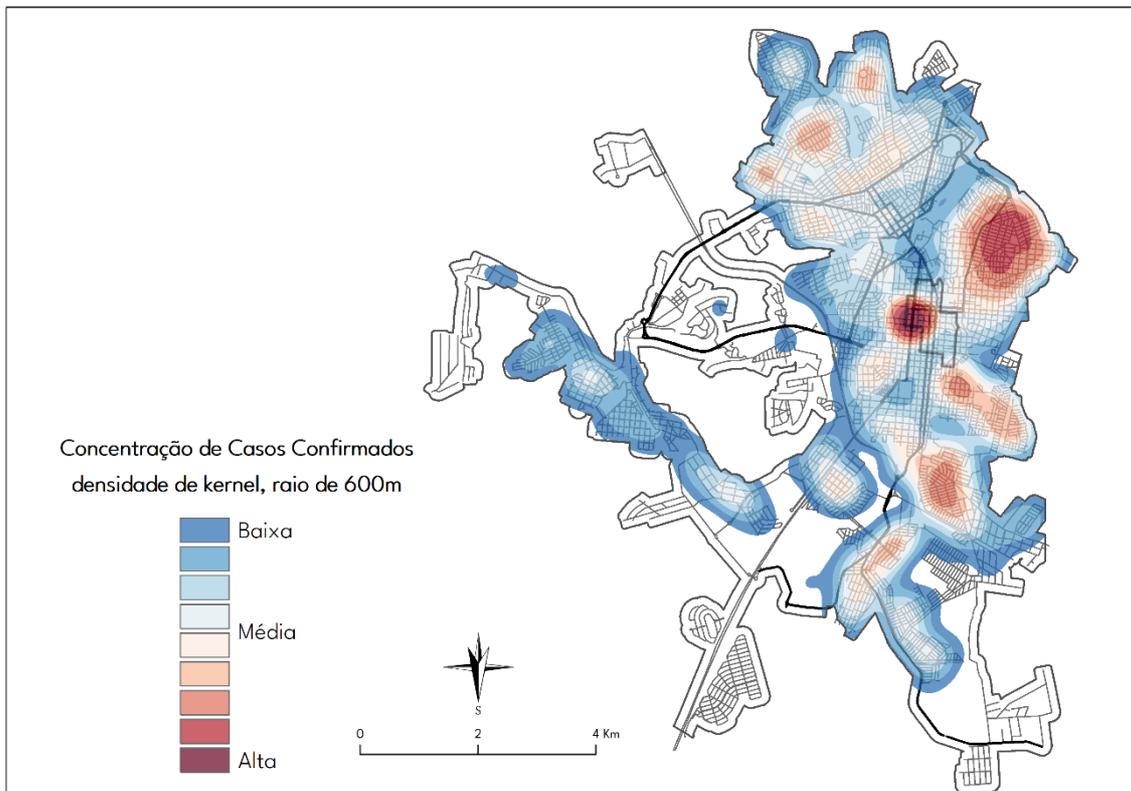
As análises inferidas a partir das funções de autocorrelação e agrupamento espacial serviram de base para a definição do raio do Estimador de Kernel em 600 metros, onde, tanto a superfície não estava descontinuada, quanto não estava tão generalizada, amaciada, mas também apresentava forte agrupamento espacial. Outros raios poderiam ter sido utilizados para o Estimador de Kernel, mas optou-se pela utilização dos 600m para evidenciar núcleos de intensidade mais definidos que, por exemplo, 1000, 1200 metros.

Mapa 33: Concentração de Casos Confirmados de COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Presidente Prudente de 17 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 34: Concentração de Casos Confirmados de COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Botucatu de 19 de março de 2020 a 31 de julho de 2021.



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

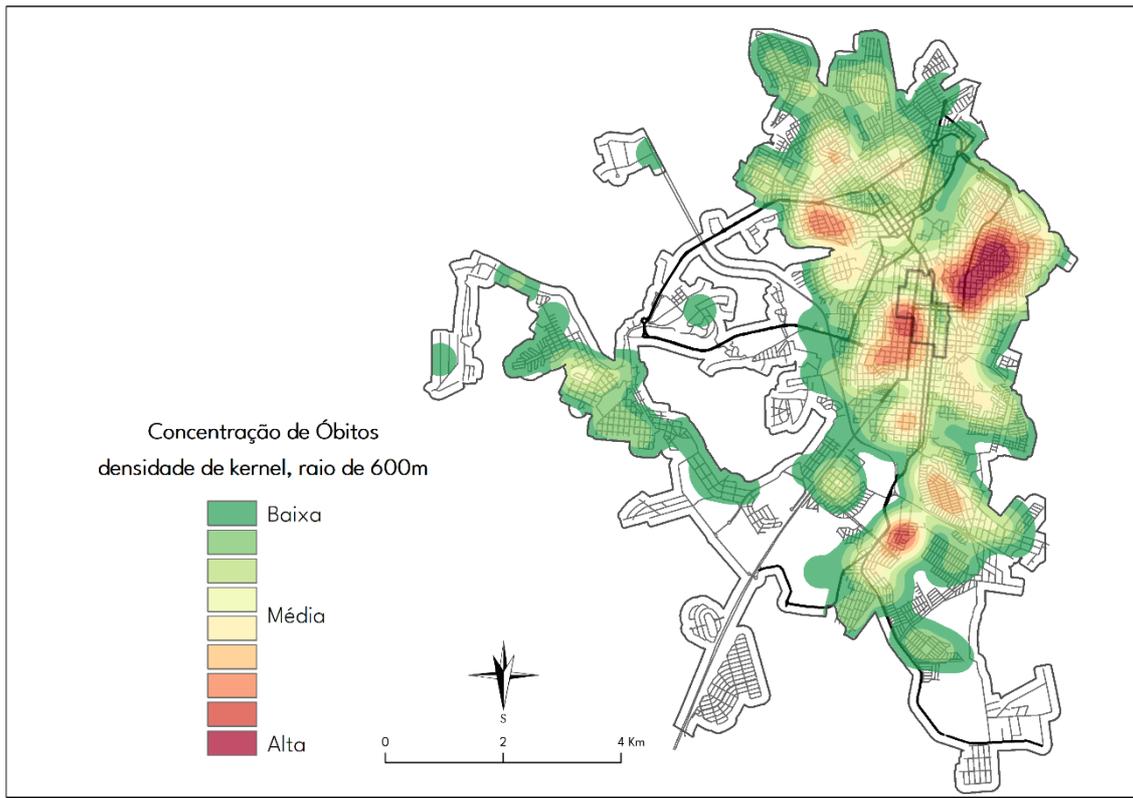
Estas concentrações (Mapas 33 e 34) sugerem relação com a condição demográfica, entre os perfis das populações, e os Casos Confirmados de COVID-19. Presidente Prudente, por ter mais registros de infecção por COVID-19, expressa maior quantidade de concentrações altas (destaques para as porções Sul, Leste e Centro da cidade) e também maior adensamento destas concentrações. Para Botucatu, é possível observar apenas dois núcleos expressivos de concentrações – a porção Centro e a porção Leste.

Mapa 35: Concentração de Óbitos por COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Presidente Prudente.



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 36: Concentração de Óbitos por COVID-19 pelo Estimador de Densidade de Kernel em Botucatu.



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

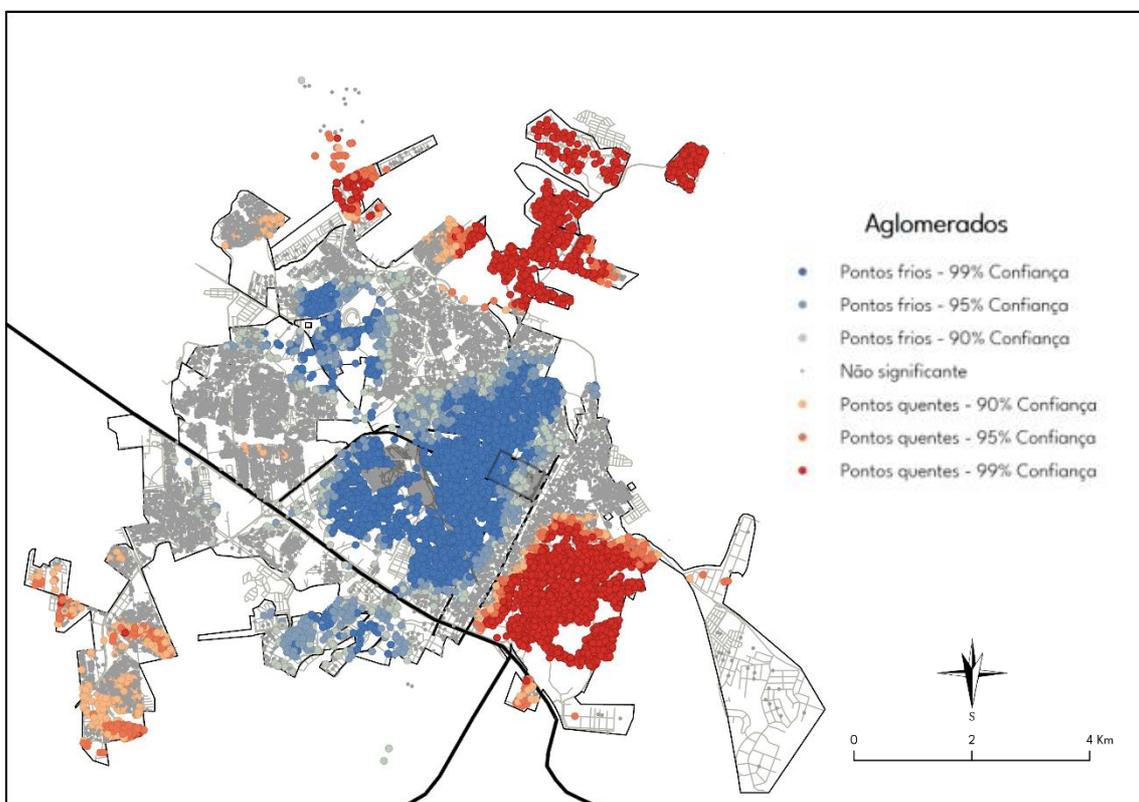
O resultado observáveis das concentrações de Óbitos por COVID-19 (Mapas 35 e 36) nos dois municípios apresentam padrões semelhantes aos Casos Confirmados, e da população idosa. Presidente Prudente expressa maiores áreas com maior volume de atenção, pois diversas localidades (Zona Sul, Leste e Centro) apresentam, mesmo que mais segmentadas, grandes concentrações de óbitos – corroborando com os padrões de população não-branca. Botucatu apresenta um grande núcleo de atenção para nós, que, similar aos resultados de Casos Confirmados, houve um deslocamento de concentrações para a porção Leste da cidade, onde há grande adensamento de habitações e conjuntos residenciais verticalizados.

É importante ressaltar que esta ferramenta não realiza tratamento estatístico de probabilidade ou testes de significância, mas realiza cálculos das quantidades de pontos em determinada área de influência, inferindo as

concentrações observadas. É por isso que aprofundaremos nas análises de pontos quentes (hot spots).

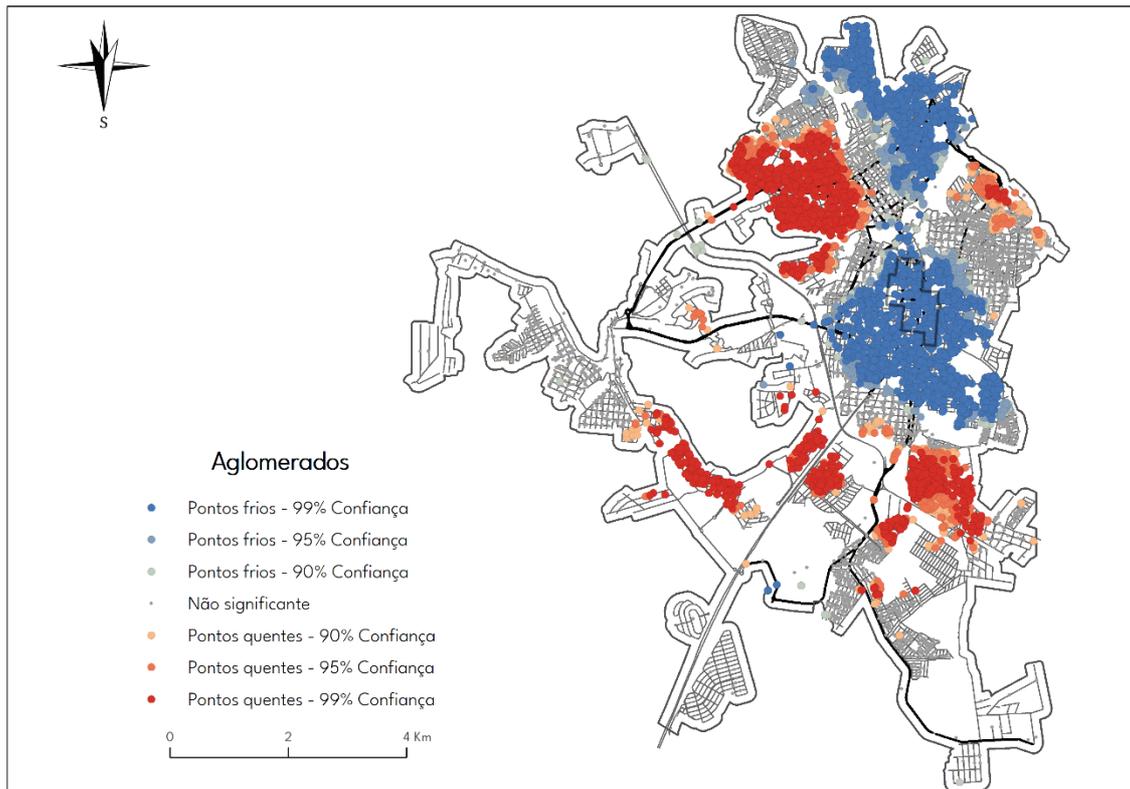
A técnica de análise estatística de padrões espaciais (pontos quentes e pontos frios e não significantes) de G^* realiza estatísticas locais, como explicado na seção dois, permitindo identificar e analisar pontos de atenção que considere o nível intraurbano a partir dos eventos individuais, permitindo a identificação de padrões “quentes”, “frios” e “não-significativos” estatisticamente. Para esta técnica a função de distância é de suma importância para agregar maiores áreas ou segmenta-las. Após diversos testes de distância, a optada neste trabalho foi a de 1000 m por apresentar núcleos definidos, mas também delimitados – acompanhando os resultados gráficos das funções de agrupamentos espaciais por distância supracitados.

Mapa 37: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para Casos Confirmados de COVID-19 em Presidente Prudente (1000m).



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 38: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para Casos Confirmados de COVID-19 em Botucatu (1000m).



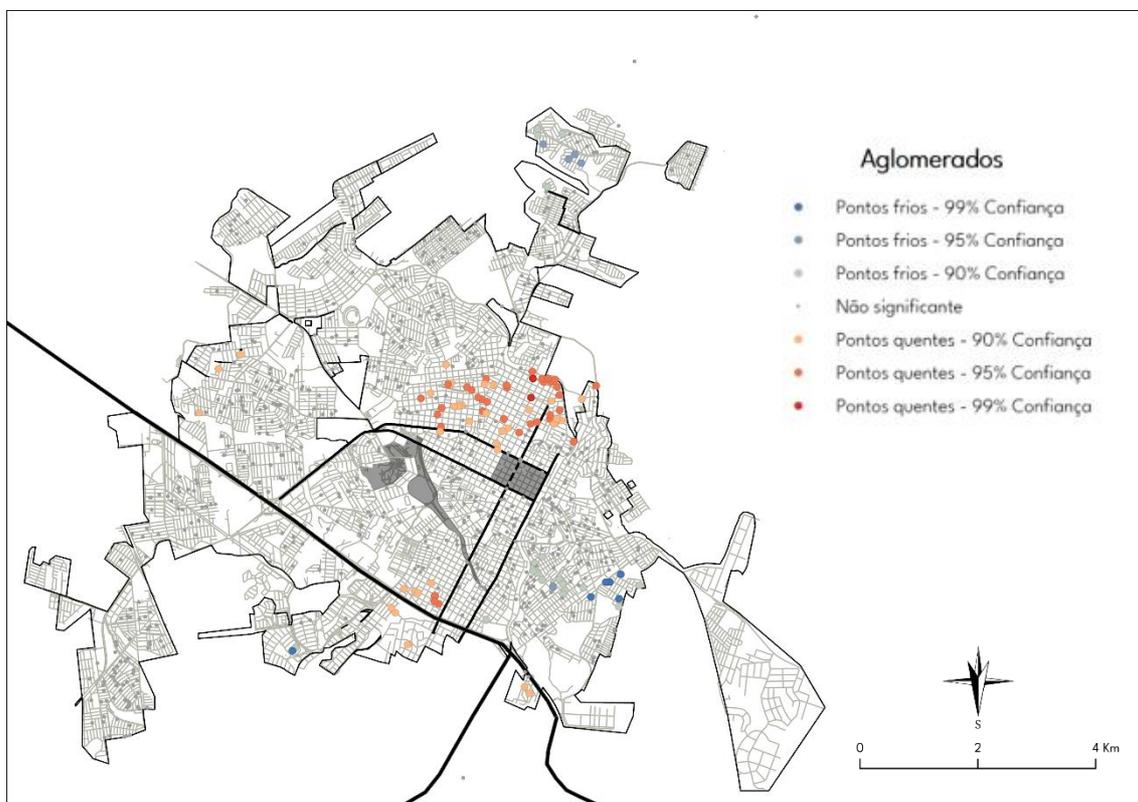
Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Nestes mapas é possível observar que, apesar das concentrações de Casos Confirmados aparecerem como altas pelo Estimador de Densidade de Kernel, um tratamento estatístico com base em intervalos de confiança e com adaptações para o uso em escalas locais, os padrões invertem-se. Em Presidente Prudente a porção central é delimitada enquanto uma área de pontos frios, ou seja, a análise estatística em conjunto com sua vizinhança, definiu que outras áreas demandam mais atenção no quesito de aglomerações. Este é o caso da porção Leste e Norte da cidade, onde os pontos quentes apresentam 99% de intervalo de confiança, expressam, de fato, os agrupamentos espaciais de contaminação por COVID-19. Em Botucatu, semelhantemente, direções Sul e Noroeste, e com pequeno agrupamento alto de Casos Confirmados no extremo Leste, é onde estes aglomerados de casos estão, contrastando com as baixas taxas de aglomerados na porção Central e Norte da cidade.

Os resultados desta ferramenta são interessantes porque as áreas com os aglomerados de altas taxas de casos confirmados são similares as áreas onde o vírus chegou primeiro nas cidades. Ou seja, ele chegou, se proliferou, e se manteve em altas proporções. São as áreas de alto adensamento populacional.

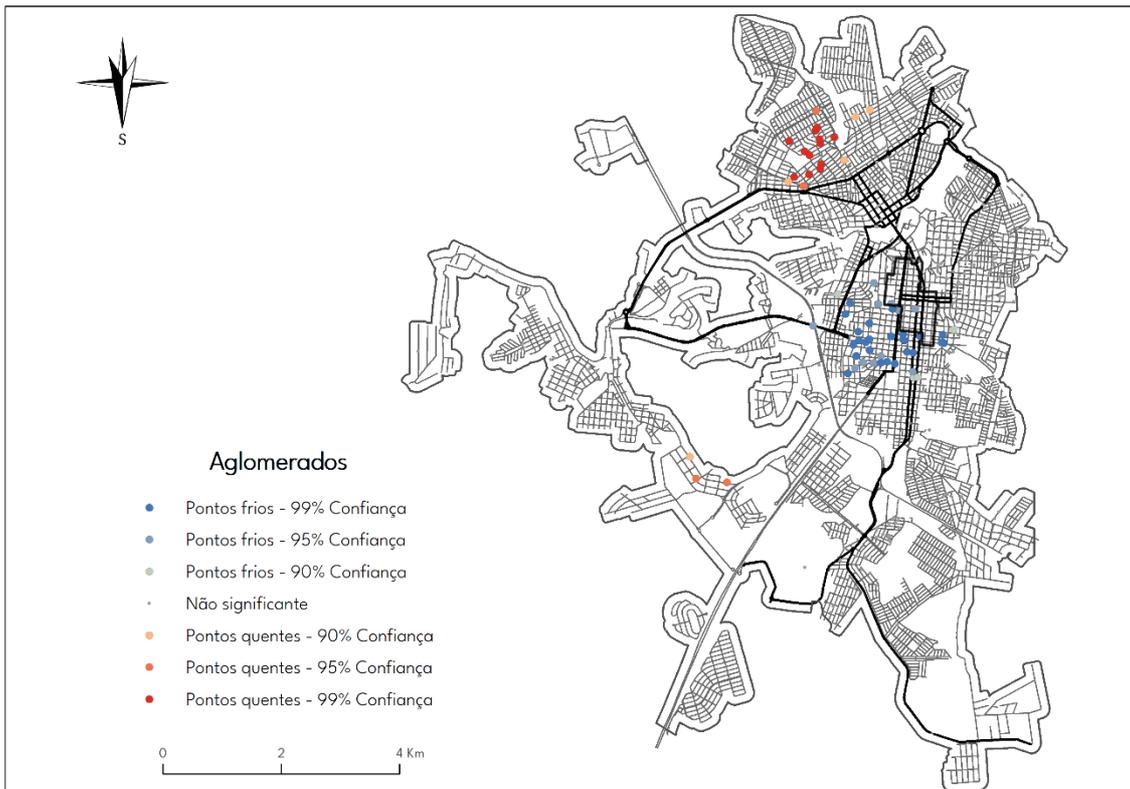
Para os óbitos:

Mapa 39: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para os Óbitos por COVID-19 em Presidente Prudente (1000m).



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Presidente Prudente (2022). Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Mapa 40: Análise de Pontos Quentes (Getis-Ord G^*) para os Óbitos por COVID-19 em Botucatu (1000m).



Fonte: IBGE (2010); OSM (2021); Vigilância Epidemiológica de Botucatu (2022).
Elaboração: João Pedro Pereira Caetano de Lima, 2022.

Os aglomerados resultantes da análise de pontos quentes para os Óbitos apresentam não-significância estatística para formação de aglomerados, diminuindo conforme o raio testado. Devido ao fato dos dados de Óbitos por COVID-19 nos municípios serem de menor quantidade que os Casos Confirmados, e esses óbitos estarem fragmentados por toda a extensão da malha urbana, é possível observar que nos dois municípios, os aglomerados de taxas altas de óbitos deslocam-se das concentrações expressas pelo Kernel nas porções centrais e encontram-se nas porções de transição centro-norte e centro-sul em Presidente Prudente e apenas na porção norte para Botucatu.

Os padrões de taxas de aglomerados, quentes e frios, nos revelam áreas de atenção que não estavam expressas em outras análises, evidenciando que compreender os desvelares da COVID-19 perpassa pela utilização de várias

ferramentas de análise de dados, pontuais, zonas, areais, para contar esta história – ferramentas estas que devem ser ponderadas quanto ao uso e também os resultados inferidos a partir destas. O uso de análises geoestatísticas como o G^* , sendo uma técnica local, nos permite observar o comportamento espacial dos dados pontuais à nível dos indivíduos relacionados a seus vizinhos (mais próximos e não ao total dos dados), por isso encontramos relacionamentos frios nos centros.

É possível observar que ao buscar compreender a difusão espacial da COVID-19 e seus desdobramentos, diversas variáveis que aqui não puderam ser abarcadas, são de extrema relevância, por exemplo, diagnósticos negativos²⁷, dados socioeconômicos como renda, situação de moradia, estratificação das análises por faixa etária, e análises segmentadas em temporalidades distintas. Ademais, foi possível observar com clareza que os Casos Confirmados de COVID-19 se relacionam fortemente com as dinâmicas populacionais e demográficas dos municípios, pois, ao ser uma doença transmitida pelo contato entre pessoas, estes encontros nas cidades, os adensamentos populacionais advindo de conjuntos habitacionais, podem contribuir com a realidade observada através do conjunto de análise espacial trabalhada. Os óbitos possuem maior determinação com as populações idosas e também com áreas de periferia das cidades como pôde ser observado nas análises de perfis realizadas, entretanto, as condições de Saúde das populações são fortes determinantes deste processo de adoecer-morrer por COVID-19 – e aqui não puderam ser evidenciadas.

Ressalto que todo o esforço empreendido neste trabalho para contar estas histórias da COVID-19 em dois municípios do interior do Estado de São Paulo, marcados por fortes iniquidades que remontam sua formação história, demonstra que não é a COVID-19 que escolhe quem infectar, muito menos quem vai a óbito, mas é importante ressaltar que os grupos que puderam realizar isolamento, se infectaram menos, ou não se infectaram na contramão de outros

²⁷ Como não houve testagem em massa, nós apenas temos os Casos Confirmados e Suspeitos. Se tivéssemos inquiridos, teríamos uma análise mais rebuscada.

que não puderam ter a segurança financeira ou de trabalho que permitisse, por exemplo, realizar seus trabalhos estando em sua residência.

Contudo, a análise espacial permite a identificação de grupos e áreas que necessitam de maior atenção. Afinal, pensar em Saúde não é apenas o momento, mas sim o processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de escrita desta monografia de bacharelado em Geografia perpassa um combinado de emoções. Desde o primeiro dia que pude estar em uma Universidade pública, gratuita e de qualidade – direito conquistado por luta – me foi ensinado que a docência, a pesquisa e a extensão devem ser feitas com compromisso social. E é assim que este trabalho está posto, como uma ação propositiva de compreensão da COVID-19 em dois municípios de porte médio do interior do Estado de São Paulo.

A centralidade que Presidente Prudente e Botucatu apreendem para suas respectivas regiões são fundamentais para compreender a dinâmica também expressa em seus entornos. É a primeira pandemia do mundo globalizado e ainda estamos aprendendo conforme passa o tempo. É por isso que compreender as estruturas urbanas, a hierarquia urbana dos municípios estudados, a dinâmica populacional e as iniquidades decorrentes do processo de urbanização, serve de base sólida para os estudos em escala local, pois os municípios não existem alheios a sua região de Saúde, seu Estado da Federação, seu país, a possibilidade de um vírus acometer a população e as políticas públicas que permeiam essas facetas.

O papel da Geografia da saúde, que veste lentes críticas para compreender os fenômenos de Saúde, que se organiza em Rede a partir da emergência posta pela COVID-19, foi, é, e será de extrema importância para analisar os impactos da pandemia que sucederão décadas a fio. É como nos ensinou Guimarães (2015) que, independentemente de pensarmos ou não sobre as questões que envolvem a produção de Saúde, os indivíduos nascem, morrem e produzem suas próprias Geografias, e é no local onde a vida se manifesta!

A utilização das poderosas ferramentas de Geoprocessamento e Análise Espacial evidenciado por Rojas, Barcellos, Peiter (1999), atreladas ao Raciocínio Geográfico, foram utilizadas para identificar, compreender e avaliar a situação de Saúde da COVID-19 nos municípios estudados. Ressalto que ainda temos muito o que aprender sobre os desvelares da COVID-19 no intraurbano de cidades de

porte médio, elencando elementos de vulnerabilidades e avaliando o processo em diferentes recortes temporais – processos que continuarão sendo analisados, pois esta pesquisa compreende uma delimitação teórico-metodológica e de tempo, mas não cessa neste trabalho.

Os desenhos metodológicos expostos para a realização da coleta e organização dos bancos de dados, o georreferenciamento, a transformação dos dados textuais em dados vetoriais, as diferentes ferramentas utilizadas, as representações escolhidas, todas essas, e outras que foram evidenciadas neste trabalho, servirão de base para estudos futuros de outros municípios do interior do Estado de São Paulo e/ou de outros Estados da Federação. Este desenho metodológico compõe um rol de ferramentas essenciais para aprofundar na análise exploratória espacial de dados, que por sua vez, permite investigar não somente o fenômeno da COVID-19, mas diversos outros que apreendam as limitações das ferramentas.

A Análise Exploratória Espacial aqui realizada nos mostra que há diversas relações socioeconômicas, demográficas, atreladas desde o primeiro caso confirmado da COVID-19 nos municípios, no Estado e no Brasil. As análises de Casos Confirmados da doença revelam a emergência em Saúde decorrida da pandemia de COVID-19, as análises de Óbitos revelam as áreas de maior atenção e prioridade do serviço de Saúde, pois são vidas que se foram e não voltam.

Todos os mapas, tabelas, gráficos, figuras expostas neste trabalho são com base em dados de Saúde, portanto, este é um trabalho para mostrar e visualizar análises muitas vezes suprimidas. Espera-se que o serviço de Saúde e pessoas engajadas em políticas públicas possam se apropriar e utilizá-los se não como resultados para a mudança, como reflexões que possam (positivamente) incomodar. Dessa forma, afirmamos que os resultados aqui obtidos serão entregues para que as equipes de Vigilância Epidemiológica dos municípios estudados para que identifiquem áreas prioritárias e que possam possivelmente direcionar recursos de prevenção, isolamento, quarentena, testagem ativa e diagnóstico precoce de quadros graves da doença e políticas em Saúde.

Por fim, não podemos esquecer que no Brasil até o dia 15 de março de 2022 foram 29.838.793 casos confirmados e 655.249 óbitos por COVID-19 (BRASIL, 2022) e a pandemia não acabou. Portanto, o trabalho apenas começou, e este trabalho é marcado pela preocupação com essas vidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, Elissa; SZEFLER, Stanley. COVID-19 and the impact of social determinants of health. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 8, n. 7, p. 659-661, 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30234-4](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30234-4)>.

AGUIAR, Marco Alexandre de. **Botucatu: imprensa e ferrovia**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001. 152 p.

BARCELLOS, Christovam; BUZAI, Gustavo D.; HANDSCHUMACHER, Pascal. Geografia e saúde: o que está em jogo? História, temas e desafios. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 37, 2018.

BECEYRO, Ana Carolina. La calidad de las bases de datos para el uso de geotecnologías en salud: El caso de intoxicación por plaguicidas en Mendoza. **Estrabão**, [S. l.], v. 2, p. 105–119, 2021. DOI: 10.53455/re.v2i.12. Disponível em: <<https://estrabao.press/ojs8/index.php/estrabao/article/view/12>>. Acesso em: 19 de março de 2022.

BERTIN, Jacques. **Semiology of Graphics: diagrams, networks, maps**. Wisconsin: University of Wisconsin Press, 1983 [1918]. p. 438.

BHALA, Neeraj et al. Sharpening the global focus on ethnicity and race in the time of COVID-19. **The Lancet**, v. 395, n. 10238, p. 1673-1676, 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31102-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31102-8)>.

BOTARO, Luís Gustavo Martins. Botucatu: modernização e infraestrutura urbana no interior paulista (1928-1934). 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/131924>>.

BRASIL, Ministério da Saúde. Coronavírus Brasil. **Painel Coronavírus**. 2020. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br>>. Acesso em: 15 de março de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância Epidemiológica: emergência de Saúde Pública de Importância Nacional pela doença pelo Coronavírus 2019 – COVID-19**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://www.conasems.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Guia-de-vigila%CC%82ncia-epidemiolo%CC%81gica-da-covid_19_15.03_2021.pdf>.

BREWER, Cynthia; PICKLE, Linda. Evaluation of Methods for Classifying Epidemiological Data on Choropleth Maps in Series. **Annals of the Association of American Geographers**, n. 4, v. 92, p. 662-681, 2002. DOI: doi.org/10.1111/1467-8306.00310.

CÂMARA, Gilberto et. al. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: DRUCK, Sandra; CARVALHO, Marília Sá; CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>.

CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília Sá. Análise Espacial de Eventos. In: DRUCK, Sandra; CARVALHO, Marília Sá; CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2001. Disponível em: <http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1423/_introducao_a_ciencia_d_e_geoinformacao__inpe.pdf>.

CATÃO, Rafael de Castro. **Expansão e consolidação do complexo patogênico do dengue no Estado de São Paulo: difusão espacial e barreiras geográficas**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/141450>>.

CESTARI, Virna Ribeiro Feitosa et al. Vulnerabilidade social e incidência de COVID-19 em uma metrópole brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 1023-1033, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232021263.42372020>>.

DATASUS, Ministério da Saúde. **Suporte ao sistema de registro de notificações e-SUS Notifica**. 2021. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/notifica>>. Acesso em: 18 de março de 2022.

DORN, Aaron van; COONEY, Rebecca; SABIN, Miriam. COVID-19 exacerbating inequalities in the US. **The Lancet** (London, England), v. 395, n. 10232, p. 1243, 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30893-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30893-X)>.

ESRI, Environmental Systems Research Institute. **How Multi-Distance Spatial Cluster Analysis (Ripley's K-function) works**. 2022. Disponível em: <<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-statistics/h-how-multi-distance-spatial-cluster-analysis-ripl.htm>>. Acesso em: 19 de março de 2022.

FERREIRA, Marcos César. **Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento**. São Paulo: Editora Unesp. 2014. 343 p.

FORTALEZA, Carlos Magno Castelo Branco et al. Elementary spatial structures and dispersion of COVID-19: health geography directing responses to public health emergency in Sao Paulo State, Brazil. **medRxiv**, p. 1-10, 2020a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2020.04.26.20080895>>.

FORTALEZA, Carlos Magno Castelo Branco et al. Taking the inner route: spatial and demographic factors affecting vulnerability to COVID-19 among 604 cities from inner São Paulo State, Brazil. **Epidemiology & Infection**, v. 148, p. 1-5. 2020b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S095026882000134X>>.

GATRELL, Anthony; BAILEY, Trevor. Interactive spatial data analysis in medical geography. **Social Science & Medicine**, v. 42, n. 6, p. 843-855, 1996. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00183-2](https://doi.org/10.1016/0277-9536(95)00183-2)>.

GEARY, Will. **Geocoding with Google Sheets**. 2016. Disponível em: <<https://willgeary.github.io/data/2016/11/04/Geocoding-with-Google-Sheets.html>>. Acesso em: 30 de março de 2022.

GETIS, Arthur; ORD, J. K. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. **Geographical Analysis**, n. 3, v. 24, p. 189-206, 1992. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>>.

GUAN, Wei-jie et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. **The New England Journal of Medicine**, v. 382, p. 1708-1720, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>>.

GUIMARÃES, R. B. Saúde Coletiva e o fazer geográfico. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 41, p. 119-132, 2019.

GUIMARAES, Raul Borges et al. O raciocínio geográfico e as chaves de leitura da COVID-19 no território brasileiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 34, n. 99, p. 119-140, 2020a. Disponível em: <doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3499.008>.

GUIMARÃES, Raul Borges et al., Nota técnica 1 - COVID-19 no município de Presidente Prudente. **Radar COVID-19**, Disponível em: <<http://covid19.fct.unesp.br/analise-drs/data/nota-1.pdf>>. 2020b.

GUIMARÃES, Raul Borges et al., Nota técnica 2 - COVID-19 na DRS XI e no município de Presidente Prudente 27 de maio de 2020. **Radar COVID-19**, Disponível em: <<http://covid19.fct.unesp.br/analise-drs/data/nota-2.pdf>>. 2020c

GUIMARÃES, Raul Borges. **Saúde: fundamentos de geografia humana**. São Paulo: Editora Unesp Digital. 2015. 109 p. Disponível em: <<https://doi.org/10.7476/9788568334386>>.

GUIMARÃES, Raul Borges; CATÃO, Rafael de Castro; NOSSA, Paulo Nuno. Geografia a serviço da emergência em Saúde Pública. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 28 jul. 2020.

GUIMARÃES, Raul Borges; PICKENHAYN, Jorge Amado; LIMA, Samuel do Carmo. **Geografia e saúde sem fronteiras**. Uberlândia: Assis Editora, 2014.

GUIMARÃES, Raul Borges; SIMON, Carolina Russo; LIMA, João Pedro Pereira Caetano de. COVID-19, Regiões de Saúde e os desafios do planejamento territorial no Brasil. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 370 - 379, 2020. Disponível em: <doi.org/10.14393/Hygeia0054640>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de influência das cidades 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Manuais: Tutoriais de Geoprocessamento**. *Sem data*. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: 30 de março de 2022

JOLY, Fernand. **A Cartografia**. Tradução: Tânia Pellegrini, 15. ed. Campinas: Papirus, 2013. 112 p.

JORDAN, Rachel E; ADAB, Peymane. Who is most likely to be infected with SARS-CoV-2? **The Lancet Infectious Diseases**, v. 20, n. 9, p. 995-996, 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30395-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30395-9)>.

KEARNS, Robin; MOON, Graham. From medical to health geography: novelty, place and theory after a decade of change. **Progress in Human Geography**, v. 26, n. 5, p. 605-625, 2002.

LIMA, João Pedro Pereira Caetano de. "Corrida com o vírus": Gráficos Animados da COVID-19 no Brasil. **Observatório geográfico sobre os impactos da COVID-19**. Disponível em: <<https://www.agb.org.br/covid19/2020/08/08/corrida-com-o-virus-graficos-animados-da-covid-19-no-brasil/>>. 2020a.

LIMA, João Pedro Pereira Caetano de. Anamorfose Geográfica da COVID-19 no Brasil. **Observatório geográfico sobre os impactos da COVID-19**. Disponível em: <<https://www.agb.org.br/covid19/2020/08/08/anamorfose-geografica-da-covid-19-no-brasil/>>. 2020b.

LIMA, João Pedro Pereira Caetano de. Evolução temporal da COVID-19 no Estado de São Paulo. **Observatório geográfico sobre os impactos da COVID-19**. Disponível em: <<https://www.agb.org.br/covid19/2020/08/08/evolucao-temporal-da-covid-19-no-estado-de-sao-paulo/>>. 2020c.

LINTON, Natalie Marie et al. Incubation period and other epidemiological characteristics of 2019 novel coronavirus infections with right truncation: a statistical analysis of publicly available case data. **Journal of clinical medicine**, v. 9, n. 2, p. 538, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/jcm9020538>>.

MARACCI, M. T. **O movimento por moradia e políticas do Estado no contexto da produção do espaço-território urbano em Presidente Prudente (São Paulo)**. 1998, Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente.

MARTINELLI, Marcello. **Cartografia Temática: Caderno de Mapas**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2016.184 p.

MARTINELLI, Marcello. **Curso de cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 1991. 180 p.

MARTINUCCI, Oseias da Silva et. al. Análise geográfica da COVID-19 em Maringá/PR. **Hygeia – Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 88-101, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/Hygeia0054628>>.

MATSUMOTO, Patrícia Sayuri Silvestre et al. Mapeamento de COVID-19 e isolamento social: ferramentas de monitoramento e vigilância em saúde pública. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 298-311, 2020. Disponível em: <doi.org/10.14393/Hygeia0054553>.

MATSUMOTO, Patrícia Sayuri Silvestre. **A Geografia é uma forma de pensar: padrões espaciais e epidemiológicos da leishmaniose visceral em Araçatuba, Presidente Prudente e Votuporanga-SP, Brasil**. 2019. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências e

Tecnologia. Presidente Prudente. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/182323>>.

MATSUMOTO, Patrícia Sayuri Silvestre. **Acidentes de trânsito em Presidente Prudente – SP: Aplicação de Estatística Espacial**. (Monografia) Bacharel em Geografia. Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente. 2011.

MATSUMOTO, Patrícia Sayuri Silvestre; CATÃO, Rafael de Castro; GUIMARÃES, Raul Borges. Mentiras com mapas na Geografia da Saúde: métodos de classificação e o caso da base de dados de LVA do SINAN e do CVE. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 13, n. 26, p. 211-225, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/Hygeia132618>>.

MATSUMOTO, Patrícia Sayuri Silvestre; FLORES, Edilson Ferreira. Estatística Espacial na Geografia: um estudo dos acidentes de trânsito em Presidente Prudente – SP. **Geografia em Atos**, n. 12, v. 1, p. 95-113, 2012. DOI: 10.35416/geoatos.v1i12.1755. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/1755>>.

MEADE, Melinda; EMCH, Michael. **Medical geography**. New York: Guilford Press, 3. ed. 2010. 497 p.

MELAZZO, Everaldo Santos. **Mercado imobiliário, expansão territorial e transformações intra-urbanas: o caso de Presidente Prudente- SP**. Rio de Janeiro: 1993. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NAZÁRIO, Heleno Rocha. COVID-19. **Universidade Federal do Sul da Bahia**, 2020. Disponível em: <<https://ufsb.edu.br/funcionamento-ufsb?view=article&id=2287:covid-19&catid=329%20>>. Acesso em: 15 de março de 2022.

OPAS, Organização Pan-Americana da Saúde. **Histórico da pandemia de COVID-19**. 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>>. Acesso em: 15 de março de 2022.

OPAS, Organização Pan-Americana da Saúde. **Módulo de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades (MOPECE)**, Medição das condições de saúde e doença na população. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_3.pdf>.

OPAS, Organización Panamericana de La Salud. Indicadores de Salud: Elementos Básicos para el Análisis de la Situación de Salud. **Boletín Epidemiológico**. v. 22, n. 4, p. 1-5, 2001.

PAHO. Pan American Health Organization. **WHO declares Public Health Emergency on novel coronavirus. 2020**. Disponível em: <<https://www.paho.org/en/news/30-1-2020-who-declares-public-health-emergency-novel-coronavirus>>. Acesso em 21 de setembro de 2021.

- PESSÔA, Samuel Barnsley. **Ensaio médico-sociais**. São Paulo: Cebes, 1978.
- RAGU. Space-Time-Attribute Analysis. **Life Long Learning**. 2014. Disponível em: <<https://jragunath.wordpress.com/2014/07/07/space-time-attribute-analysis/amp>>. Acesso em: 15 de março de 2022.
- RASHEDI, Jalil et. al. Risk Factors for COVID-19. **Le Infezioni in Medicina**, n. 4, p. 469-474, 2020. PMID: 33257620.
- RICAN, Stéphane; SALEM, Gérard. Mapping Disease. In: BROWN, Tim; MCLAFFERTY, Sara; MOON, Graham. **A Companion to Health and Medical Geography**. Wiley-Blackwell: United Kingdom, 2010. p. 604.
- RODRIGUEZ-MORALES, Alfonso et. al. COVID-19 in Latin America: The implications of the first confirmed case in Brazil. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 35, 101613. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.TMAID.2020.101613>>.
- ROJAS, Luisa Iñiguez. Geografía y salud: temas y perspectivas en América Latina. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 14, n. 4, p. 701-711, 1998.
- ROJAS, Luisa Iñiguez; BARCELLOS, Christovam. Geografía y salud en América Latina: evolución y tendencias. **Revista cubana de salud pública**, v. 29, n. 4, p. 330-343, 2003.
- ROJAS, Luiza Iñiguez; BARCELLOS, Christovam; PEITER, Paulo. Utilização de mapas no campo da Epidemiologia no Brasil: reflexões sobre trabalhos apresentados no **IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia**. Informe Epidemiológico do Sus, Brasília, v. 8, n. 2, p. 27-35, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16731999000200004>>.
- ROLLSTON, Rebekah; GALEA, Sandro. COVID-19 and the social determinants of health. **American Journal of Health Promotion**, v. 34, n. 6, p. 687-689, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0890117120930536b>>.
- SANTOS, Flávia. de Oliveira. Geografia Médica ou Geografia da Saúde? Uma reflexão. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 32, p. 41-52, 2010.
- SANTOS, Jefferson Pereira Caldas dos et al. Vulnerabilidade a formas graves de COVID-19: uma análise intramunicipal na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, p. 1-12, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00075720>>.
- SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4. ed. 9. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017. p. 392.
- SANTOS, Milton. O Espaço Geográfico como Categoria Filosófica. São Paulo: **Terra Livre**, v. 05, p. 9-20, 1998.
- SANTOS, Milton. Saúde e ambiente no processo de desenvolvimento. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 309-314, 2003. Disponível em: <doi.org/10.1590/S1413-81232003000100024>.

SANTOS, Simone Maria dos; BARCELLOS, Christovam. **Abordagens Espaciais na Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 135 p. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/1197>>.

SÃO PAULO, Secretaria de Saúde. **Nota técnica sobre a reclassificação dos casos notificados**. 2022. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/Nota_tecnica_reclassificacao.pdf>. Acesso em: 18 de março de 2022.

SCHNEIDER, Ione Jayce Ceola et al. Incidência e mortalidade por COVID-19 nos municípios de Santa Catarina: associação com indicadores sociodemográficos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-20, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9208>>.

SEPÚLVEDA-VILDÓSOLA, Ana Carolina et al. Scientific publications during the COVID-19 pandemic. **Archives of Medical Research**, v. 51, n. 5, p. 349-354, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2020.05.019>>.

SIMON, Carolina Russo; GUIMARÃES, Raul Borges. Mulheres Assassinadas no Brasil: o que revela e esconde os mapas? In: **Anais do XIV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia**. Campina Grande: Realize Editora, p. 1-20, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78304>>. Acesso em: 15 de março de 2022.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **O Chão em Presidente Prudente: a lógica da expansão territorial urbana**. 1983. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1983. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/202451>>.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão; GUIMARÃES, Raul Borges. Por que a circulação de pessoas tem peso na difusão da pandemia. **UNESP Notícias**, 2020 Disponível em: <<https://www2.unesp.br/porta#!/noticia/35626/por-que-a-circulacao-de-pessoas-tem-peso-na-difusao-da-pandemia>>. Acesso em: 10 de março de 2022.

SWIFT, Hannah J.; CHASTEEN, Alison L. Ageins in the time of COVID-19. **Group Processes & Intergroup Relations**, n. 2, v. 24, p. 246-252, 2021. DOI: doi.org/10.1177/1368430220983452.

TOBLER, Waldo Rudolph. A computer movie simulating urban growth in the detroit region. **Economic Geography**, v. 46, p. 234-240, 1970. DOI: [10.2307/143141](https://doi.org/10.2307/143141). Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/143141>>. Acesso em: 16 de março de 2022.

TUTHILL, Kathleen. John Snow and the Broad Street Pump on the Trail of na Epidemic. **UCLA Department of Epidemiology – Fielding School of Public Health**. 2003. Disponível em: <<https://www.ph.ucla.edu/epi/snow/snowcricketarticle.html>>. Acesso em: 15 de março de 2022.

WHO. World Health Organization. **WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 – 11 March 2020**. 2020. Disponível em:

<<https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>>.
Acesso em: 20 de setembro de 2021.