

**WILLIAN DA SILVA SANTOS**

**A COVID-19 NA CONURBAÇÃO PARANAENSE CAMBÉ – LONDRINA – IBIPORÃ:  
ANÁLISES GEOESPACIAIS PARA O INÍCIO DA PANDEMIA DE SARS-COV-2 (2020)**

---

Londrina, 2023

**WILLIAN DA SILVA SANTOS**

**A COVID-19 NA CONURBAÇÃO PARANAENSE CAMBÉ – LONDRINA – IBIPORÃ:  
ANÁLISES GEOESPACIAIS PARA O INÍCIO DA PANDEMIA DE SARS-COV-2 (2020)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia: Dinâmica Espaço Ambiental da Universidade Estadual de Londrina, para obtenção de título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese  
Coorientador: Prof. Dr. Pablo G. Caldarelli

Londrina, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

W732a SANTOS, WILLIAN DA SILVA .

A COVID-19 NA CONURBAÇÃO PARANAENSE CAMBÉ – LONDRINA – IBIPORÃ: : ANÁLISES GEOESPACIAIS PARA O INÍCIO DA PANDEMIA DE SARS-COV-2 (2020) / WILLIAN DA SILVA SANTOS. - Londrina, 2023. 179 f.

Orientador: José Paulo P. Pinese.

Coorientador: Pablo G. Caldarelli.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Covid-19 - Tese. 2. Análise Espacial - Tese. 3. Epidemiologia Descritiva - Tese. 4. Determinantes Sociais da Saúde - Tese. I. Pinese, José Paulo P. . II. Caldarelli, Pablo G. . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

CDU 91

**WILLIAN DA SILVA SANTOS**

**A COVID-19 NA CONURBAÇÃO PARANAENSE CAMBÉ – LONDRINA – IBIPORÃ:  
ANÁLISES GEOESPACIAIS PARA O INÍCIO DA PANDEMIA DE SARS-COV-2 (2020)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia: Dinâmica Espaço Ambiental da Universidade Estadual de Londrina, para obtenção de título de Doutor em Geografia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese  
Universidade Estadual de Londrina  
Departamento de Geologia e Geomática

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Adriana Castreghini F. Pereira  
Universidade Estadual de Londrina  
Departamento de Geociências

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Flávia Meneguetti Pieri  
Universidade Estadual de Londrina  
Departamento de Enfermagem

---

Prof. Dr. Rivaldo Mauro de Faria  
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Instituto de Geografia da

---

Prof. Dr. Lúcio José Sobral da Cunha  
Universidade de Coimbra  
Departamento de Geografia

Londrina, 2023



## **AGRADECIMENTOS**

Com muito contento e emoção escrevo essa seção de agradecimentos rompendo algumas convenções e inicialmente agradecendo a mim mesmo. Nesses tempos em que a cobrança e a busca pela perfeição sobrecarregam tanto, pelo caminho que trilhei, pelas tristezas e dúvidas que vivi, pelos tropeços que tive e pela luta contra a minha incansável resistência, agradeço ao Willian do passado que desistiu de desistir e aqui está, contemplado pelo que tem conseguido ao longo dos anos de estudo. Minha relação mais duradoura é comigo, por isso me permitirei ganhar esse presente.

A jornada de um doutorando é repleta de pessoas significativas, e desde já, peço desculpas pela possibilidade de omitir algumas delas. Gostaria de começar expressando minha gratidão aos indivíduos mais próximos no âmbito acadêmico.

Em primeiro lugar, ao meu orientador, o Prof. Dr. José Paulo P. Pinese, que não apenas aceitou a mudança de meu tema no início de nossos dias de isolamento, mas também tem sido um apoio constante ao longo de minha trajetória, e aguentou meus picos de entusiasmo e desânimo. Obrigado pelas conversas que tivemos e pelos conselhos.

Gostaria de expressar gratidão ao meu coorientador, Prof. Dr. Pablo G. Caldarelli com sua boa energia e seus conhecimentos desde o convite inicial e na mudança de tema permaneceu sempre otimista. Agradeço sinceramente.

Também expresso meus sinceros agradecimentos aos membros que integraram minha banca de defesa. À professora Dr<sup>a</sup>. Adriana Castreghini F. Pereira, cujas contribuições e orientações foram de muita valia desde a minha qualificação. Igualmente, à Dr<sup>a</sup>. Flávia Meneguetti Pieri, que me apoiou de diversas maneiras e me acolheu no projeto de pesquisa da enfermagem sobre a Covid-19, proporcionando-me a oportunidade de conduzir esta pesquisa. Aos professores Dr. Rivaldo Mauro de Faria e Dr. Lúcio José Sobral da Cunha, meu profundo agradecimento por prontamente aceitarem participar como membros deste time, contribuindo com suas perspicazes observações. As contribuições de todos vocês foram muito importantes para a finalização deste trabalho.

Ganhei durante minha vida acadêmica na UEL uma amiga excepcional, alguém que sempre manifestou seu apoio de maneira disposta e me auxiliou desde o primeiro dia: Dr<sup>a</sup>. Fabiana Bezerra Mangili. Quero expressar minha gratidão por suas correções, pelas reflexões, por sua amizade genuína e pelas videochamadas em que você ria enquanto eu chorava achando que não conseguiria. Você é valiosa e inspiradora!

Vivido o período de 6 anos, desejo expressar minha sincera gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UEL) por proporcionar um conjunto valioso de conteúdos, professores dedicados, colaboradores eficientes na secretaria e oportunidades de colaboração que surgiram ao longo desse período. Gostaria de destacar, em especial, minha parceria contínua com a amiga Rosana Kostecki, que remonta a 2017, e quem tem sido uma fonte de apoio mútuo durante esse trajeto.

Após tantos anos imerso em temas de saúde, torna-se natural identificar aquelas pessoas com uma natureza medicinal. Uma delas, Carla M. Hayashi, tem sido parte integral da minha vida há anos. Quero expressar minha gratidão por sua contínua presença como minha maior torcedora. Suas palavras gentis funcionam como uma caixa de primeiros socorros sempre pronta para ser usada quando minha confiança vacila. Você tem desempenhado, ao longo de muitos anos, minha melhor companhia na função de viver.

Quero expressar minha gratidão à Talita Pedro, uma profissional fundamental que esteve ao meu lado durante a minhas mais desafiadoras experiências e me guiou no meu processo analítico. Sua colaboração foi inestimável para meu crescimento e enfrentamento das situações difíceis.

Gostaria de estender meu sincero agradecimento a outras duas pessoas notáveis. Primeiramente, ao amigo biólogo Ângelo Garcia, pelas conversas profundas e com sua sabedoria em muitos assuntos. Também ao amigo Emanuel Marcato, não apenas pela convivência de qualidade que vivemos, mas também por ter me apresentado o Lis, o apoio dele foi de imenso valor para a finalização da minha tese.

Meus agradecimentos também se direcionam aos guerreiros de batalha cotidiana que estiveram ao meu lado, oferecendo suporte e ânimo nos meus dias mais exasperantes que antecederam a minha defesa: Bruno Bisse, Érica Brandão, Fabio Calzavara, Hellen Serpeloni, Rodrigo Lunardelli, Rogério Gusmão, Vitória Alfinis e Wichelly Oshima.

Quero dedicar meus agradecimentos à minha família, com um destaque especial para minha mãe, dona Miriam da Silva Santos.

Meu reconhecimento se estende a todos os que reconheceram a gravidade do momento que vivemos nesta pandemia, que fizeram o possível para aderir às recomendações de saúde, àqueles que enfrentaram o negacionismo científico e aos que se empenharam em desmascarar e esclarecer assuntos obscurecidos por notícias falsas.

Expresso agradecimento e admiração aos divulgadores científicos, em especial ao biólogo e pesquisador Atila Iamarino, bem como à também bióloga Natalia Pasternak que

com protagonismo fundamental forneceram informações a população brasileira em tempo real durante o desenrolar da pandemia de Covid-19.

Quero expressar minha profunda gratidão aos profissionais de saúde, cuja importância no contexto da Covid-19 dispensa qualquer explicação. Meu reconhecimento também se estende a todos os trabalhadores da 17ª Regional de Saúde do Paraná, que se destacaram por seu comprometimento durante a pandemia e pelo fornecimento valioso dos dados que utilizei. Viva os profissionais de saúde! Viva o Zé Gotinha! Viva o SUS!

Com gratidão, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001. Pelo apoio financeiro da Fundação Araucária do Estado do Paraná, Brasil, órgão oficial de financiamento científico e tecnológico - Processos 13.015, 15.580, 19.733, 41.593 e ao CNPq processo 310.608/2017. Também ao edital 01-2016 do CEPED/FUNESPAR/SANEPAR e dos projetos do Convênio CNPq/Fundação Araucária: 61.0088/06-8 e Convênio Fundação Araucária/UEL: 063/08.

Com respeito e gratidão, dedico o modesto avanço que alcancei no campo do conhecimento científico em honra às vítimas da Covid-19 nas cidades de Cambé, Londrina e Ibiporã. Minha contribuição, embora singela, é também uma homenagem aos indivíduos que estudei e às suas famílias, como um tributo às suas jornadas e memórias.

Jamais houve na história um período em que o  
medo fosse tão generalizado e alcançasse  
todas as áreas da nossa vida: medo do  
desemprego, medo da fome,  
medo da violência,  
medo do outro.

Milton Santos,  
*Por uma outra globalização*

SANTOS, Willian S. **A Covid-19 na conurbação paranaense Cambé – Londrina – Ibiporã: análises geoespaciais para o início da pandemia de SARS-CoV-2 (2020).** 2023. 174f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

## RESUMO

A partir de 2020, as pesquisas ligadas à Covid-19 e sua disseminação têm sido impulsionadas por colaborações interdisciplinares. Nesse âmbito, a Geografia respaldada pelas geotecnologias, análises socioambientais e representações cartográficas, emerge como uma aliada nos esforços de investigação nas pesquisas em saúde. O propósito desta pesquisa é somar a este movimento buscando examinar a associação geoespacial entre a Covid-19 e os fatores sociais determinantes de saúde na conurbação paranaense Cambé – Londrina – Ibiporã (CCLI) durante o estágio inicial da pandemia em 2020. Neste recorte foram analisados n=27.087 casos e n=366 óbitos numa série temporal de 41 semanas epidemiológicas. Para atingir o objetivo, empregou-se uma variedade de técnicas de análise e representação cartográfica exploratória, bem como investigação geoespacial e estatística. Esse processo iniciou-se a partir da geocodificação de endereços dos casos confirmados com a doença. Os principais resultados desta pesquisa revelaram que a propagação da doença alcançou todas as áreas habitadas da CCLI, com uma notável concentração, correlação e prevalência observadas principalmente no eixo Centro-Sudoeste. Essa concentração foi mais pronunciada em bairros com alta verticalização, renda mais elevada e melhores padrões construtivos de habitação. Por outro lado, os óbitos estiveram associados a padrões construtivos mais simples, localizados em bairros periféricos, e apresentaram uma mortalidade mais acentuada no extremo norte da CCLI. Especificamente, identificou-se que a doença teve um impacto significativo em vendedores do comércio varejista, profissionais de saúde e na população idosa. A pesquisa conclui que a pandemia de Covid-19 na CCLI foi impactada por fatores socioeconômicos, nos quais apresentaram correlações significativas com a dinâmica espacial da doença e os indicadores de saúde. Essa constatação desempenha um papel relevante ao aprofundar a compreensão das características iniciais da doença na população, oferecendo um potencial estratégico para lidar com outras doenças emergentes e futuras pandemias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Covid-19; Análise Espacial; Epidemiologia Descritiva; Determinantes Sociais da Saúde

SANTOS, Willian S. **Covid-19 in Paraná conurbation in Cambé – Londrina – Ibiporã: geospatial analyses for the onset of the SARS-CoV-2 pandemic (2020).** 2023. 174 p. Thesis (PhD in Geography) - Londrina State University, Londrina, 2023.

### **ABSTRACT**

Since 2020, some researches related to Covid-19 and its dissemination has been driven by interdisciplinary collaborations. In this context, Geography, supported by geotechnologies, socio-environmental analyses and cartographic representations, emerges as an ally in investigative efforts within health research. The purpose of this study is to contribute to this movement by seeking to examine the geospatial association between Covid-19 and social determinants of health in the Paraná conurbation of Cambé – Londrina – Ibiporã (CCLI) during the initial stage of the Pandemic in 2020. In this scope, n=27,087 cases and n=366 deaths were analyzed within a time series of 41 epidemiological weeks. To achieve this goal, a variety of techniques for exploratory cartographic analysis, as well as geospatial and statistical investigation, were employed. This process began with the geocoding of addresses for confirmed cases of this disease. The main findings of this study revealed that the disease's spread encompassed all inhabited areas of the CCLI, with a notable concentration, correlation, and prevalence primarily observed along the Center-Southwest axis. This concentration was more pronounced in neighborhoods characterized by high verticalization, higher income, and better housing construction standards. On the other hand, deaths were associated with simpler construction patterns, located in peripheral neighborhoods and exhibited higher mortality rates in the far northern regions of the CCLI. Specifically, it was identified that the disease significantly affected retail traders, healthcare professionals, and the elderly population. The research concludes that the Covid-19 pandemic in the CCLI was influenced by socio-economic factors, which demonstrated significant correlations with the spatial dynamics of the disease and health indicators. This realization plays a relevant role in deepening the understanding of the disease's initial characteristics within the population, offering strategic potential for addressing other emerging diseases and future pandemics.

**KEYWORDS:** Covid-19; Spatial Analysis; Descriptive Epidemiology; Health Social Determinants.

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 Curva epidemiológica da Covid-19 no Brasil (2020 – 2023)</i>	19
<i>Figura 2 Variantes de SARS-CoV-2 Recorte temporal estudado (2020, acima) e período completo da pandemia (2020 – 2023) (abaixo)</i>	19
<i>Figura 3 Localização do mercado de frutos do mar de Huanan, em Wuhan - China (2020)</i>	25
<i>Figura 4 Localização da Conurbação Cambé – Londrina – Ibiporã - CCLI (2020)</i>	27
<i>Figura 5 Ilustração do novo coronavírus</i>	36
<i>Figura 6 O surgimento de SARS-CoV-2 e o surto de Covid-19.</i>	37
<i>Figura 7 Surtos a partir do <math>R_0</math> para Zika, Sarampo, Gripe e Covid-19</i>	39
<i>Figura 8 Ambiente fechado (restaurante) e dinâmica da transmissão</i>	40
<i>Figura 9 Árvore filogenética do SARS-CoV-2 (até 25 de julho de 2021)</i>	44
<i>Figura 10 Progressão típica da Covid-19 em dias a partir da exposição</i>	48
<i>Figura 11 Achatamento da curva de transmissão</i>	54
<i>Figura 12 Protesto dos comerciantes de Londrina contra o fechamento de estabelecimentos não essenciais</i>	55
<i>Figura 13 Semanas epidemiológicas para Covid-19 na CCLI (2020)</i>	71
<i>Figura 14 Representação do processo de Clusterização Espacial DBSCAN*</i>	83
<i>Figura 15 Fluxograma dos materiais de métodos</i>	95
<i>Figura 16 Curva epidemiológica para casos de Covid-19 CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020</i>	96
<i>Figura 17 Curva epidemiológica para óbitos de Covid-19 - CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020</i>	97
<i>Figura 18 Regiões e bairros da CCLI (2020)</i>	99
<i>Figura 19 Histograma com a distribuição dos círculos proporcionais de casos de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	101
<i>Figura 20 Casos confirmados de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020.</i>	102
<i>Figura 21 Óbitos confirmados de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020</i>	103
<i>Figura 22 Histograma com a distribuição dos círculos proporcionais de óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	104
<i>Figura 23 Escore - Z pela análise do vizinho mais próximo – Casos de Covid-19 na CCLI por SE (2020)</i>	105
<i>Figura 24 Estimativa Kernel para casos (acima) e óbitos (abaixo) de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020</i>	107
<i>Figura 25 Coleção de mapas concentração por Cor / Raça - Censo Demográfico 2010</i>	110
<i>Figura 26 Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios - Censo Demográfico 2010</i>	112
<i>Figura 27 Densidade demográfica - Censo Demográfico 2010</i>	113
<i>Figura 28 Concentração de pessoas idosas (<math>\geq 60</math> anos) - Censo Demográfico 2010</i>	115
<i>Figura 29 Perfil etário de casos e óbitos confirmados - Censo Demográfico 2010</i>	117
<i>Figura 30 Prevalência de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020 (/1000 hab.)</i>	121
<i>Figura 31 Mortalidade de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020 (/1000 hab.)</i>	123

<i>Figura 32 Letalidade de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020</i>	125
<i>Figura 33 Mapa coroplético bivariado – Letalidade e Mortalidade (/1000 hab.) (acima) e Prevalência e Mortalidade (/1000 hab.) (abaixo) na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020</i>	127
<i>Figura 34 Vetor de mobilidade e elipses de desvio padrão para CME – surtos de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	130
<i>Figura 35 Distância de deslocamento do vetor de surtos / SE de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	131
<i>Figura 36 Diagramas de dispersão de Moran para casos (esq.) e óbitos (dir.) de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	132
<i>Figura 37 Mapa de agrupamentos LISA para o total de casos de Covid-19 (2020)</i>	135
<i>Figura 38 G* - pontos quentes e pontos frios casos de Covid-19 CCLI (2020)</i>	137
<i>Figura 39 G* - pontos quentes e pontos frios óbitos de Covid-19 CCLI (2020)</i>	138
<i>Figura 40 Evolução temporal do padrão construtivo dos imóveis para surtos de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	141
<i>Figura 41 Evolução temporal do padrão construtivo dos imóveis para óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	142
<i>Figura 42 Ocupação profissional declarada dos casos (esquerda) e óbitos por Covid-19 (direita) (2020)</i>	145

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 Número e frequência dos casos e óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	101
<i>Tabela 2 Matriz de correlação Covid-19 CCLI (2020) x Variáveis Censo Demográfico (2010)</i>	128
<i>Tabela 3 Ocupação profissional declarada dos casos notificados (2020)</i>	144

## LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 Variáveis e subvariáveis do Censo Demográfico (2010) elegidas para representação e análise</i>	76
<i>Quadro 2 Padrões construtivos utilizados na categorização de surtos e óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)</i>	90



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CCLI	Conurbação paranaense Cambé – Londrina – Ibiporã
CDC	Centro de Controle e Prevenção de Doenças
CE-SO	Eixo central-sudoeste
CME	Centro Médio de Eventos
Covid-19	'Doença contagiosa causada pelo coronavírus de 2019' (COrona Vlrus Disease, 2019)
DBSCAN*	Clusterização Espacial Baseada em Densidade de Aplicações com Ruído
DSS	Determinantes Sociais de Saúde
EDP	Elipse de Desvio Padrão
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ESPII	Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional
G*	Índice de GetisOrd
H1N1	Influenza A, também conhecida como gripe suína
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDW	interpolação por inverso da distância ponderada
LISA	Indicador Local de Moran
MERS	Síndrome Respiratória do Oriente
MERS-CoV	Coronavírus da Síndrome Respiratória do Oriente Médio
MM7	Média móvel para 7 dias
NCBI	Centro Nacional de Informações de Biotecnologia
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização PanAmericana da Saúde
P.1	Variante do SARSCoV2 identificada no Brasil (Gamma variant)
R0	"R-zero" ou Número Básico de Reprodução
RNA	Ácido ribonucleico
RT-PCR	Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction
SARS-CoV	Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave
SARS-CoV-2	Sétimo membro da família de coronavírus que infecta humanos
SDRA	Síndrome da Angústia Respiratória Aguda
SE	Semana Epidemiológica
SE	Semana Epidemiológica
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Zika	Vírus Zika

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>22</b>
<b>3.</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>De Wuhan à CCLI: a pandemia do SARS-CoV-2 como fenômeno geográfico</b>	<b>24</b>
<b>3.2</b>	<b>Características gerais sobre a infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2)</b>	<b>35</b>
3.2.1	R <sub>0</sub> ('R zero')	38
3.2.2	A transmissão do SARS-CoV-2	40
3.2.3	Aspectos Clínicos	45
3.2.3.1	O organismo humano na presença do novo coronavírus	45
3.2.3.2	Grupos de risco	46
3.2.3.3	A progressão da doença	48
3.2.3.4	Sequelae	49
3.2.3.5	Reinfecção	50
3.2.3.6	Suscetibilidade	50
3.2.3.7	Vacinas e imunidade	51
3.2.3.8	Medicamentos	51
3.2.4	Métodos diagnósticos	52
3.2.4.1	Teste molecular	52
3.2.4.2	Teste rápido	52
3.2.5	Medidas de enfrentamento, combate e prevenção	53
3.2.6	Etiquetas de higiene	55
<b>4.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>Análises geoespaciais, as doenças e a Geografia</b>	<b>59</b>
4.1.1	A escola geográfica locacional	59
4.1.2	Análises geoespaciais	65
4.1.2.1	Dependência espacial e estudos das doenças	66

<b>5.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO</b>	<b>70</b>
<b>5.1</b>	<b>Fonte e organização dos dados</b>	<b>70</b>
<b>5.2</b>	<b>Geocodificação</b>	<b>73</b>
<b>5.3</b>	<b>Mapa de bairros</b>	<b>73</b>
<b>5.4</b>	<b>Círculos concêntricos</b>	<b>74</b>
<b>5.5</b>	<b>Concentração de ocorrências</b>	<b>74</b>
<b>5.6</b>	<b>Variáveis do Censo Demográfico</b>	<b>76</b>
<b>5.7</b>	<b>Mapas Coropléticos - Indicadores de saúde</b>	<b>79</b>
5.7.1	Prevalência	79
5.7.2	Mortalidade	80
5.7.3	Letalidade	80
<b>5.8</b>	<b>Mapas coropléticos bivariados</b>	<b>81</b>
<b>5.9</b>	<b>Clusterização Espacial</b>	<b>82</b>
5.9.1	Centro médio de eventos	83
<b>5.10</b>	<b>Elipses de desvio padrão</b>	<b>84</b>
<b>5.11</b>	<b>Vetor de mobilidade</b>	<b>84</b>
<b>5.12</b>	<b>Autocorrelação espacial</b>	<b>85</b>
5.12.1	I de Moran Univariado	86
5.12.2	I de Moran univariado local (LISA)	87
5.12.3	Índice de Getis-Ord (G*)	88
<b>5.13</b>	<b>Padrão construtivo de imóveis</b>	<b>89</b>
<b>5.14</b>	<b>Ocupação profissional</b>	<b>94</b>
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>96</b>
<b>6.1</b>	<b>A distribuição dos casos e óbitos de Covid-19 em 2020</b>	<b>96</b>
<b>6.2</b>	<b>Concentração de ocorrências</b>	<b>106</b>
<b>6.3</b>	<b>Os perfis socioeconômicos da CCLI</b>	<b>108</b>

6.3.1	Distribuição por raça / cor	108
6.3.2	Distribuição renda média	111
6.3.3	Distribuição pela densidade demográfica	111
6.3.4	Distribuição Idosos	114
<b>6.4</b>	<b>Distribuição e concentração etária de casos e óbitos</b>	<b>116</b>
<b>6.5</b>	<b>Os indicadores de saúde</b>	<b>118</b>
6.5.1	Prevalência	119
6.5.2	Mortalidade	122
6.5.3	Letalidade	124
6.5.4	Coropléticos bivariados: Letalidade x Mortalidade e Prevalência x Mortalidade	126
<b>6.6</b>	<b>Correlação entre atributos</b>	<b>128</b>
<b>6.7</b>	<b>Análise dos surtos de Covid-19</b>	<b>129</b>
<b>6.8</b>	<b>Autocorrelação espacial para Covid-19 em 2020</b>	<b>132</b>
6.8.1	I de Moran Univariado	132
6.8.2	I de Moran univariado local (LISA)	133
6.8.3	Índice de Getis-Ord (G*)	136
<b>6.9</b>	<b>O padrão construtivo dos imóveis</b>	<b>139</b>
<b>6.10</b>	<b>A ocupação profissional</b>	<b>143</b>
<b>7.</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>146</b>
<b>8.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>151</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>154</b>
<b>10.</b>	<b>APÊNDICES</b>	<b>169</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o início de 2020, a comunidade científica global tem se dedicado incansavelmente à compreensão, mitigação e controle da propagação do novo coronavírus, SARS-CoV-2, e da pandemia da Covid-19. Como resultado, a produção científica sobre o assunto tem crescido exponencialmente nas plataformas de divulgação.

A Geografia da Saúde tem como objetivo avaliar as doenças e seus vetores por meio de padrões de infecção, mortalidade e distribuição de agravos no espaço geográfico. Por meio desses arranjos e das influências ambientais e antropogênicas, busca-se desenvolver bases preventivas para o controle e mitigação de problemas de saúde pública. Nesse contexto, as ferramentas de geotecnologia, como os Sistemas de Informação Geográfica - SIG, desempenham um papel importante como contribuintes nas áreas de estudo e gestão da saúde, identificando condicionantes e fatores envolvidos na ocorrência de doenças.

Esta pesquisa adota a perspectiva da Geografia da Saúde para explorar algumas técnicas de análise e distribuição espacial dos agravos da Covid-19, considerando o contexto socioambiental da conurbação Cambé – Londrina – Ibiporã - CCLI, no estado do Paraná.

A Covid-19 é uma doença viral zoonótica que se adaptou e se transmite entre seres humanos. Afeta principalmente o trato respiratório, podendo levar a complicações respiratórias e, em casos graves, ao óbito. Embora o desfecho trágico seja mais comum em faixas etárias específicas e em indivíduos com comorbidades preexistentes, fatores como a transmissão pré-sintomática, a propagação pelo ar e a necessidade de hospitalização.

Intervenções não farmacológicas (INF) foram recomendadas para enfrentar epidemias. Essas medidas abrangeram ações individuais, ambientais e comunitárias, como lavagem de mãos, etiqueta respiratória, distanciamento social, ventilação e exposição solar em ambientes, higienização de objetos e restrição de atividades em locais com aglomerações. Adotadas precocemente, essas ações visaram prevenir a transmissão, desacelerar o contágio e suavizar a curva epidêmica (ANDERSON et al., 2020; GARCIA; DUARTE, 2020; QUALLS et al., 2017).

No dia 05 de maio de 2023 a Organização Mundial de Saúde - OMS declarou o fim da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional relacionada à Covid-19. A

organização enfatizou que a pandemia não acabou e ressaltou a necessidade contínua de medidas de prevenção, controle e resposta à doença, além da importância de um acesso equitativo às vacinas contra a Covid-19. Essa declaração marca uma transição na abordagem global da pandemia, com foco na adaptação às condições em curso, para isso, incentivou os países a fortalecerem seus sistemas de saúde, aprimorarem a vigilância da Covid-19 e a garantirem uma cobertura vacinal adequada (WHO, 2023).

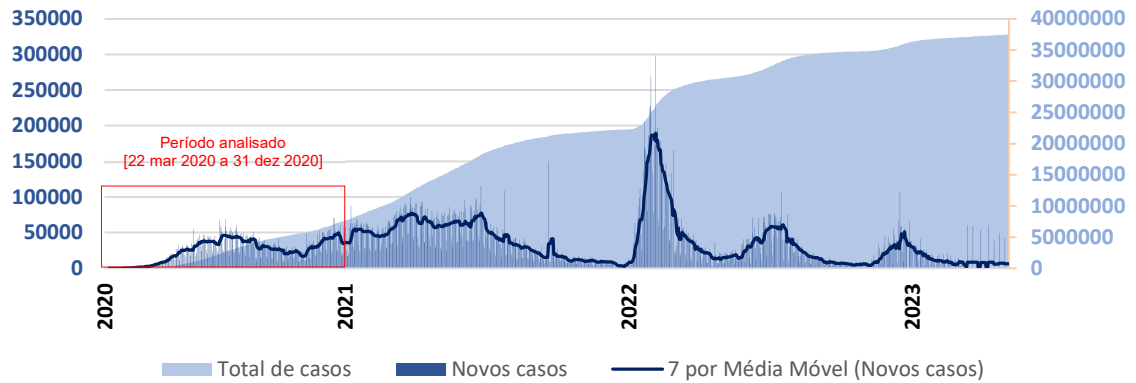
A estatística espacial é determinante na prevenção de doenças, identificando padrões geográficos e direcionando estratégias de prevenção e controle. Ela revela áreas de maior risco e vulnerabilidade, além de avaliar a eficácia de intervenções. Essa ferramenta permite ações de saúde pública mais eficazes e direcionadas, como controle de doenças transmitidas por vetores. A estatística espacial é essencial para compreender e combater doenças futuras (FERREIRA, 2014).

A justificativa de optar estudar o início da pandemia de Covid-19 (22 de março 2020 – 31 de dezembro de 2020) foi proposta pela importância de compreender as origens e os estágios iniciais da propagação do vírus, visando melhorar a preparação e resposta a futuras crises de saúde pública. A pesquisa investigará o surgimento do novo vírus, sua transmissão inicial e os fatores que contribuíram para sua disseminação, fornecendo *insights* valiosos sobre fatores de risco, medidas de intervenção e lições aprendidas. Dessa forma, será possível desenvolver estratégias mais eficazes de contenção de doenças emergentes, aprimorar os protocolos de detecção precoce, resposta rápida e promover uma colaboração global mais efetiva, visando prevenir surtos futuros.

Após o registro dos primeiros casos no Brasil, a transmissão passou a ocorrer também por contágio comunitário, ou seja, de pessoa para pessoa dentro do país (fig.01).

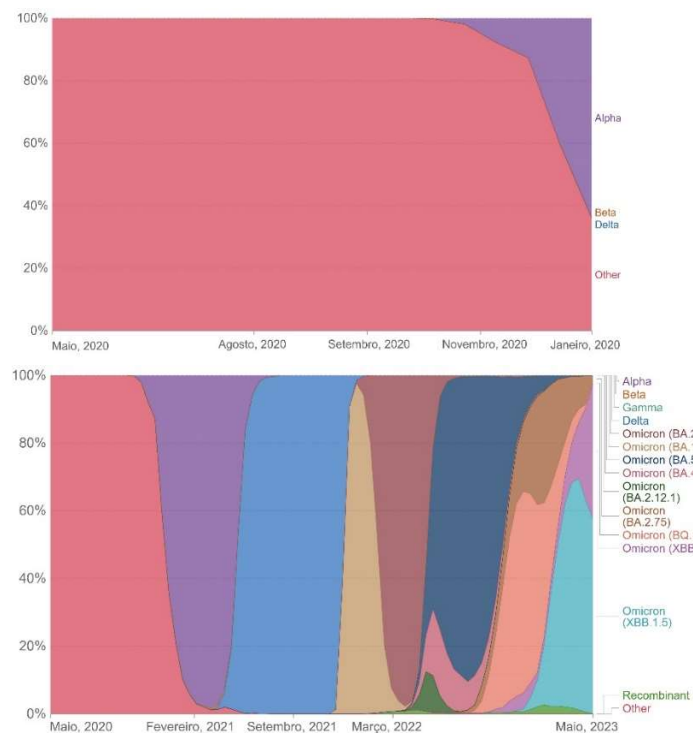
Durante o ano de 2020, observou-se uma predominância da linhagem original do vírus, com poucas variantes da Covid-19. No entanto, pouco antes de 2021, surgiram variantes com alterações genéticas significativas, apresentando características distintas em termos de transmissibilidade, gravidade da doença e capacidade de escapar da resposta imunológica (fig. 02).

**Figura 1 Curva epidemiológica da Covid-19 no Brasil (2020 – 2023)**



Fonte: RITCHIE et al. (2020). Org. o próprio autor

**Figura 2 Variantes de SARS-CoV-2 Recorte temporal estudado (2020, acima) e período completo da pandemia (2020 – 2023) (abaixo)**



Fonte: Adaptado de RITCHIE et al. (2020). Org. o próprio autor

Em janeiro de 2021, a variante P1, também conhecida como variante brasileira, ganhou destaque devido a mutações específicas em sua composição genética, que

poderiam estar associadas a uma maior transmissibilidade e potencial de escape imunológico em comparação com as variantes anteriores do vírus. Além disso, ao longo de 2020, a transmissão da Covid-19 foi influenciada por medidas de saúde pública adotadas em diferentes períodos, como restrições de viagem, distanciamento social e uso de máscaras, que tiveram impacto na redução ou aumento da transmissão, dependendo das circunstâncias (NAVECA et al., 2021).

É importante ressaltar que o plano nacional de imunização contra a Covid-19 no Brasil teve início em 17 de janeiro de 2021 (AGÊNCIA BRASIL, 2022). Nessa data, as primeiras doses das vacinas Coronavac, desenvolvida pela Sinovac em parceria com o Instituto Butantan, e da vacina Covishield, produzida pela Universidade de Oxford em parceria com a AstraZeneca e a Fiocruz, foram administradas. Portanto, a vacinação ocorreu antes do período analisado nesta pesquisa, o que proporciona um contexto original de uma doença viral emergente sem a influência de variantes e com uma população totalmente suscetível do ponto de vista epidemiológico.

Precedendo os materiais e métodos utilizado e os resultados das análises de arranjos e padrões espaciais da doença, esta pesquisa conta com os três capítulos:

Com intuito de contextualizar o leitor, o capítulo *De Wuhan à CCLI: a pandemia do SARS-CoV-2 como fenômeno geográfico* resume a trajetória da pandemia de Covid-19, desde sua origem em Wuhan até as cidades estudadas. Aborda conceitos de difusão de doenças em epidemiologia, teóricos clássicos sobre a dispersão de doenças e a influência da conurbação no espalhamento do vírus. Discute o papel dos humanos na criação de oportunidades virais potencialmente pandêmicas, lacunas de pesquisa na análise espacial da Covid -19 e características da difusão em cidades médias. Também se refere a temas como a verticalização urbana e transmissão da doença, abordando os surtos de Covid -19 nas cidades.

O capítulo II *Características gerais sobre a infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2)*, oferece ao leitor uma caracterização da epidemiologia da doença contendo as várias características da pandemia de forma abrangente. Explora a possível origem do vírus, sua transmissão e impacto no corpo humano, além de detalhar aspectos clínicos, como a progressão da doença, sequelas e imunização. O texto também discute as medidas de enfrentamento, combate e prevenção recomendadas globalmente. O objetivo é fornecer ao leitor conhecimentos fundamentais para compreender a complexidade dessa doença pandêmica.



Como referencial teórico, no capítulo III *Análises geoespaciais, as doenças e a Geografia*, são apresentadas as diversas maneiras de análise de padrões e distribuições de morbidades, tendo como ferramentas os SIGs e outros softwares geoestatísticos. Tais ferramentas respondem às perguntas espaciais para as doenças. Nesta pesquisa serão implementadas análises a partir de áreas (polígonos) e análises a partir de eventos (pontos). Tais referenciais darão sustentação aos procedimentos metodológicos utilizados.

O percurso desta tese teve início com uma mudança de rota devido à interrupção das atividades escolares gerada pela pandemia, o que resultou em uma nova estratégia. Esta pesquisa foi motivada pelo desejo de explorar uma vertente adicional na interseção entre a Geografia e a Saúde na minha trajetória acadêmica.

Após realizar a espacialização e análise de uma arbovirose durante epidemias de dengue no interior de São Paulo e a distribuição espacial do flúor em águas subterrâneas e sua relação com a fluorose dentária no nordeste do Paraná, deparei-me convivendo com uma doença viral emergente de potencial pandêmico, o que me proporcionou um desafio sugestivo.

Durante os dias de isolamento, entre a curiosidade pelo assunto e o receio que ele gerava, comecei a me dedicar ao estudo da Covid-19 e sua manifestação em Londrina - PR. Consciente de que a doença não respeitaria os limites administrativos, optei por considerar os municípios conurbados de Cambé e Ibiporã como um contínuo para minhas análises.

O resultado desta pesquisa é o fruto do intenso trabalho que consegui empenhar até este momento. Acredito no poder da curiosidade como estímulo para a investigação científica.

Desejo a todos uma boa leitura.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a associação geoespacial da Covid-19 aos determinantes sociais da saúde na conurbação paranaense Cambé – Londrina – Ibiporã (CCLI) durante o início da pandemia da Covid-19 (2020).

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para realização deste objetivo serão cumpridos os dois objetivos:

Objetivo Secundário 1: Analisar as características demográficas e socioeconômicas da população afetada pela Covid-19 na CCLI, incluindo a distribuição demográfica, a renda e extratos etários, a fim de compreender as peculiaridades existentes.

Objetivo Secundário 2: Identificar as áreas de maior concentração de casos e óbitos de Covid-19 na região estudada, por meio da análise espacial e sua correlação entre os indicadores de saúde.

## De Wuhan à CCLI: a pandemia do SARS-CoV-2 como fenômeno geográfico



**'Higienização no Terminal Central' (FONTANA, 2020b)**

### 3. CONTEXTUALIZAÇÃO

#### 3.1 De Wuhan à CCLI: a pandemia do SARS-CoV-2 como fenômeno geográfico

Os casos do novo coronavírus SARS-CoV-2 pelo mundo impulsionam a agilidade científica em compreender as dinâmicas estatísticas, sociais e espaciais da doença Covid-19 na tentativa de diminuir a velocidade de infecções e com isso atingir um grande objetivo, não a interrupção dos contágios, ao que se mostrou impraticável, mas o não colapso dos sistemas de saúde e a morte de pessoas. Além do desafio de adquirir conhecimentos do ineditismo biológico deste vírus durante o percurso da pandemia, têm-se como ferramentas de análise unicamente dados incompletos das infecções e óbitos que atuam em momentos, velocidades e localidades particularmente. Dentre as medidas recomendadas e adotadas na maioria do mundo estão diferentes intensidades de isolamento e distanciamento social (ZHU et al., 2020).

Em 29 de dezembro de 2019, um grupo de pessoas foram hospitalizadas em Wuhan, província de Hubei, República Popular da China (fig.3), com um caso desconhecido de pneumonia, e por posterior investigação concluiu-se que muitos dos acometidos frequentaram um mercado úmido atacadista com animais vivos<sup>1</sup>. O paciente zero<sup>2</sup> desta nova doença nos tempos de hoje ainda não foi identificado. O Centro de Controle de Doenças chinês detectou nelas um agente etiológico novo, um novo coronavírus, denominado 2019-nCoV. Diferente do MERS-CoV e do SARS-CoV, o 2019-nCoV é o sétimo membro da família dos coronavírus que infectam humanos (ZHU et al., 2020).

Análogo aos surtos provocados por outros dois coronavírus patogênicos respiratórios humanos — coronavírus da síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV) e coronavírus da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV), o SARS-COV-2 provoca uma doença respiratória grave sendo transmitido entre humanos. A diferença entre eles é a capacidade de ser transmitido quando os acometidos ainda estão assintomáticos

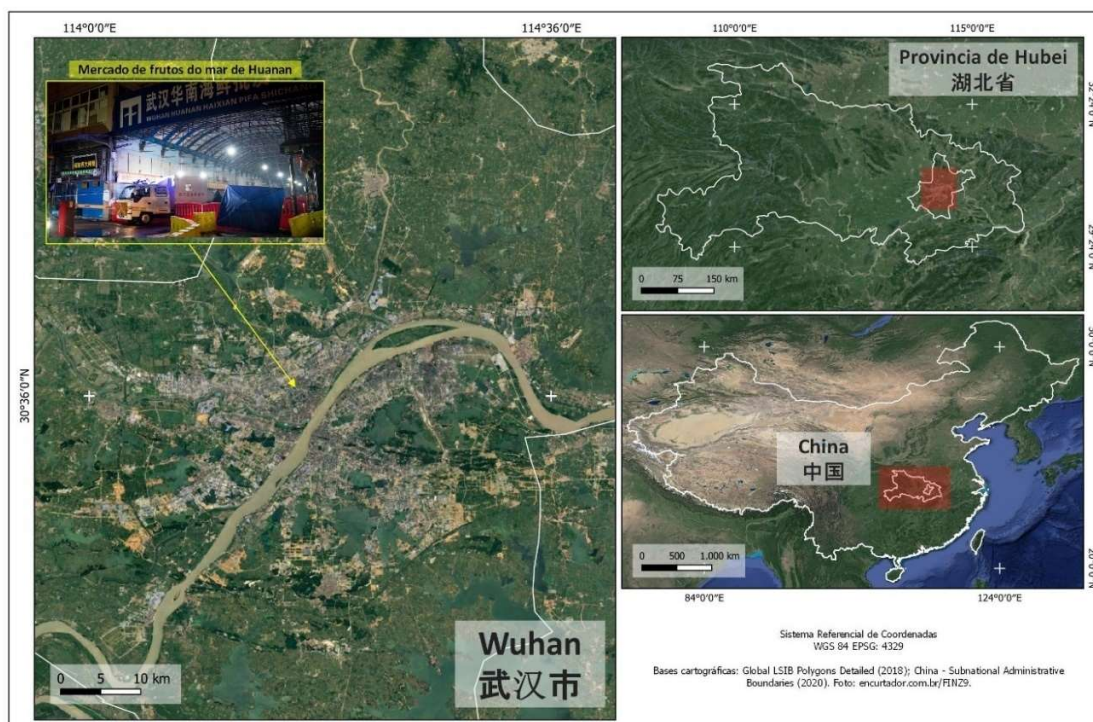
---

<sup>1</sup> O termo "mercado úmido" refere-se a grandes bazares muito comuns no Sul da China, onde animais silvestres vivos e mortos são vendidos para consumo humano. De acordo com David Quammen, os chineses do Sul têm o hábito de consumir uma variedade maior de espécies animais do que praticamente qualquer outro povo do mundo. Durante a "Era do Sabor Selvagem", a diversidade, a abrangência e a quantidade de alimentos feitos com animais selvagens aumentaram, incluindo praticamente todas as espécies terrestres, marinhas e aéreas. Quammen também aborda que as condições desses mercados não são higiênicas; os espaços são minúsculos e geralmente há contato entre diferentes animais selvagens e domésticos, como cães e gatos. É comum encontrar gaiolas empilhadas verticalmente, o que permite que as fezes caiam de um animal para outro. Esses ambientes propiciam o surgimento de doenças animais que podem ser transmitidas aos seres humanos. (QUAMMEN, 2020)

<sup>2</sup> Termo utilizado para se referir ao primeiro caso de um surto (KUCHARSKI, 2020)

e evoluindo para manifestações graves, leves ou que não desenvolvem a doença. Esses fatores dificultam a contenção e amplificam a propagação do vírus (MUNSTER et al., 2020).

**Figura 3 Localização do mercado de frutos do mar de Huanan, em Wuhan - China (2020)**



**Fonte: Google Earth (2020). Org. o próprio autor**

No dia 30 de janeiro de 2020, a OMS declarou que o surto do novo coronavírus configurava-se uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII)<sup>3</sup>, o nível de alerta mais alto do regulamento sanitário da instituição (OPAS/OMS BRASIL, 2020). Esse alerta busca a cooperação, aprimoramento da coordenação e uma solidariedade global pela interrupção da propagação do vírus. Em 02 de fevereiro de 2020 ocorreu a primeira morte de um infectado fora da China e posteriormente a OMS nomeou a nova doença causada pelo novo coronavírus de Covid-19, por referência ao tipo do vírus e tendo o ano de início da epidemia: *Coronavirus disease — 2019* (OPAS, 2020).

<sup>3</sup> A ESPII (Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional) é classificada conforme o Regulamento Sanitário Internacional (RSI) como um evento extraordinário que representa um risco à saúde pública em outros países devido à disseminação global de doenças, exigindo uma resposta coordenada e imediata a nível internacional. É importante destacar que essa é a sexta vez na história em que uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional é declarada, conforme relatado pela OPAS/OMS em 2020.

Em aproximadamente um mês os casos da nova doença iniciaram surtos no continente europeu, com destaque à Espanha e Itália. Posteriormente os Estados Unidos protagonizaram o epicentro do contágio. No Brasil, o primeiro caso oficial foi confirmado em 26 de fevereiro, um cidadão de 61 anos, da capital São Paulo, que retornou de uma viagem da Itália entre 9 e 20 de fevereiro. (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020a). Devido à rápida dispersão geográfica da doença, no dia 26 de fevereiro, o vírus apresentava mais casos pelo mundo do que a soma dos casos confirmados na China. Em 11 de março de 2020, a OMS alertou o mundo declarando a nova doença como uma pandemia<sup>4</sup>, nomeada como Covid-19 (AGÊNCIA BRASIL, 2020).

A chegada da Covid-19 nas cidades do norte paranaense, incluindo a CCLI (fig. 04) foi marcada pela propagação da doença a partir de casos iniciais identificados em diferentes regiões. A disseminação ocorreu por meio de contatos locais e por pessoas que retornaram de outras áreas com transmissão ativa do vírus. As medidas de contenção, como restrições de mobilidade e suspensão de atividades não essenciais, foram implementadas posteriormente, buscando controlar a propagação da doença e reduzir o impacto nos sistemas de saúde locais.

A disponibilidade de dados espaciais sobre a dinâmica da Covid-19 nos municípios de Cambé e Ibiporã é significativamente escassa, exceto no caso de Londrina, onde o trabalho de Susuki et al. (2021) ofereceu uma análise desta natureza. O estudo abordou a representação dos casos, medidas de combate à pandemia adotadas pela gestão municipal e forneceu uma visão sobre a ocupação dos leitos de UTI.

O município de Londrina adotou medidas preventivas robustas para enfrentar a Covid-19, incluindo a suspensão de atividades não essenciais. Além disso, o município conseguiu atender à demanda por leitos hospitalares durante o avanço da doença.

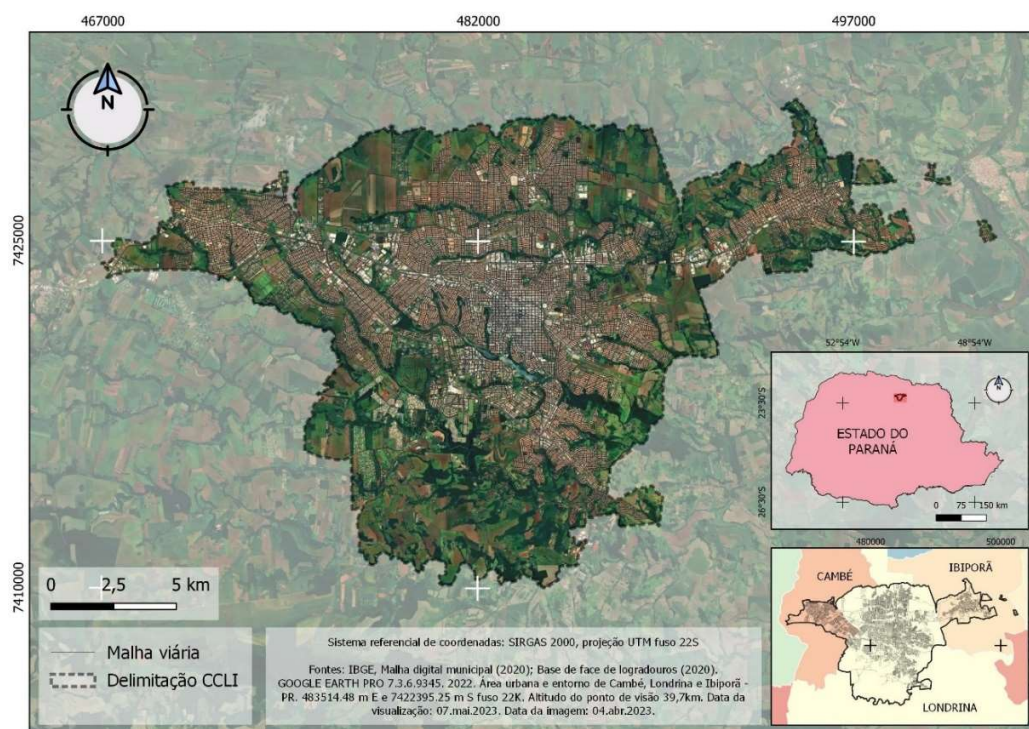
Durante esse período, certas áreas da cidade, como o centro, Gleba Palhano e região norte, foram identificadas como mais densamente afetadas. A implementação precoce das decisões tomadas pela gestão municipal desempenhou um papel determinante na prevenção de um maior número de casos e óbitos no município. A criação de grupos de enfrentamento, a realização de reuniões e a comunicação frequente com a população foram

---

<sup>4</sup> A palavra "pandemia", de origem grega, composta pelo prefixo neutro "pan" e o termo "demos", que significa povo, foi utilizada pela primeira vez por Platão em seu livro Das Leis. Na ocasião, Platão empregou o termo em um sentido genérico, referindo-se a qualquer evento que pudesse afetar toda a população. No conceito moderno, uma pandemia é uma epidemia de proporções significativas, que se espalha por diversos países e continentes. Um exemplo frequentemente citado é o da "gripe espanhola", que ocorreu após a Primeira Guerra Mundial, entre os anos de 1918 e 1919, e resultou na morte de aproximadamente 20 milhões de pessoas em todo o mundo, conforme mencionado por Rezende (1998).

partes integrantes da estratégia adotada pela gestão municipal de Londrina (SUSUKI et al., 2021).

**Figura 4 Localização da Conurbação Cambé – Londrina – Ibiporã - CCLI (2020)**



**Fonte: IBGE (2020) Google Earth (2020). Org. o próprio autor**

A difusão de doenças na epidemiologia envolve o processo de propagação de uma doença em uma população ou região geográfica. É uma análise essencial para compreender como a doença se espalha, identificar padrões de transmissão e implementar medidas de controle. A análise da difusão pode ser feita através do estudo de *clusters* de casos e do uso de modelos matemáticos, como o modelo SIR, que simula a evolução da doença ao longo do tempo. Essa análise permite identificar estratégias de prevenção e controle eficazes para conter a disseminação da doença (KUCHARSKI, 2020).

Dentre alguns teóricos clássicos que se debruçaram sobre as doenças e sua dispersão nas cidades incluem: John Snow considerado um dos pioneiros na análise espacial de doenças e pai da Epidemiologia foi um médico britânico que em 1854 investigou um surto de cólera em Londres. Ele mapeou a distribuição dos casos e descobriu que a maioria estava concentrada em torno de uma fonte de água contaminada. Sua análise foi fundamental para a identificação da fonte da doença e para a implementação de medidas de controle (ALMEIDA, 2011);



O estatístico e epidemiologista britânico do século XIX, William Farr, foi um dos primeiros a utilizar técnicas de análise espacial para estudar a dispersão de doenças. Ele desenvolveu métodos para a análise de dados de mortalidade, incluindo a utilização de taxas de mortalidade padronizadas por idade para comparar diferentes áreas geográficas (DECLICH S.; CARTER A.O., 1994);

E Ronald Ross, médico britânico que recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1902 por sua descoberta de que a malária era transmitida por mosquitos. Ross utilizou técnicas de análise espacial para investigar a distribuição da doença, mapeando áreas de alta incidência e identificando possíveis fontes de infecção (OLOWE OA et al., 2015).

Os surtos de Covid-19 em áreas urbanas estão relacionados a diversos fatores, incluindo a densidade populacional, a falta de acesso a equipamentos de proteção individual (EPIs), a escassez de água potável e saneamento básico, bem como a desigualdade social (UNICEF, 2020). Ademais, o deslocamento de indivíduos entre cidades também pode desempenhar um papel significativo na propagação da doença.

Sendo a densidade populacional um fator, faz-se necessário abordar a definição de conurbação. Este se refere à fusão ou integração de duas ou mais áreas urbanas contíguas em uma única área urbana. Em seu livro *"Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States"* o geógrafo francês que cunhou o termo "megalópole" Jean Gottmann descreveu a conurbação entre Boston, Nova York, Filadélfia e Washington DC afirmou "A megalópole não é senão o gigantismo da conurbação" (OLIVEIRA, 1973).

A teoria da "megalópole" ou "conurbação", que se concentrou na análise das áreas metropolitanas em crescimento e na forma como elas se interligam. A teoria da "conurbação" de Gottmann explorou o fenômeno em que centros urbanos separados, muitas vezes cidades individuais, crescem tanto que eventualmente se aproximam e se fundem, resultando em uma ampla região urbana contínua. Ele cunhou o termo "conurbação" para descrever essa situação na qual as cidades ou áreas metropolitanas, em sua expansão, se interligam e compartilham infraestruturas, economia e outros aspectos. Essa ideia enfatiza a integração de áreas urbanas adjacentes em uma unidade funcional mais ampla. O exemplo clássico da teoria de Gottmann é a megalópole do nordeste dos Estados Unidos, que engloba grandes cidades como Boston, Nova York, Filadélfia e Washington D.C. Essas cidades, por meio de seu crescimento e conectividade, formaram uma extensa região urbana contínua, exemplificando o conceito de conurbação (GOTTMAN, 1970 apud OLIVEIRA, 1973).



No caso da conurbação de cidades como Londrina, Cambé e Ibiporã no norte paranaense, pode-se identificar semelhanças com a descrição do fenômeno. Essas cidades cresceram ao longo de estradas e vias de transporte, especialmente a BR-369 e a PR-445, que conectam as cidades da região. À medida que a urbanização se expandiu, as cidades começaram a se aproximar umas das outras, criando uma contiguidade urbana ao longo dessas vias principais. A formação da conurbação do norte-paranaense resultou em uma região onde as fronteiras físicas entre as cidades se tornaram menos distintas. As áreas urbanas dessas cidades estão interligadas de maneira que a paisagem urbana contínua dificulta a identificação exata de onde uma cidade termina e outra começa. Assim como descrito pelo autor, as cidades nesse tipo de conurbação podem compartilhar infraestrutura e serviços, e a população pode se deslocar entre elas de forma fluida, sem muitas barreiras físicas evidentes (FRESCA, 2012; POLIDORO; BARROS, 2012; POLIDORO; TAKEDA; BARROS, 2009)

Contribuindo a esse contexto, Walter Christaller desenvolveu a teoria dos lugares centrais, que explora como os assentamentos desempenham papéis diferentes nas redes de distribuição e serviços. De acordo com essa teoria, as cidades atuam como centros para serviços e comércio, abrangendo áreas de influência hierarquicamente organizadas. Os lugares centrais maiores oferecem serviços mais especializados, enquanto os menores atendem às necessidades locais mais básicas. Relacionando isso à conurbação como uma localidade central, podemos considerar que nas áreas metropolitanas conurbadas, cidades diferentes podem assumir funções e serviços específicos, criando uma hierarquia funcional dentro da conurbação. Por exemplo, em uma conurbação como a do norte-paranaense, cidades como Londrina podem desempenhar um papel mais central, oferecendo serviços mais especializados, enquanto cidades menores ao redor podem atender às necessidades locais. Essa hierarquia funcional é moldada pelas interações econômicas, sociais e geográficas entre as cidades. (BESSA, 2012; CHRISTALLER, 1966)

A propagação de uma doença contagiosa pode ser influenciada por vários fatores relacionados à conurbação, como o movimento de pessoas entre diferentes localidades, a alta densidade populacional nas áreas urbanas conurbadas e a desigualdade no acesso aos recursos de saúde. Além disso, as desigualdades sociais e a mobilidade dos trabalhadores, que dependem de deslocamentos diários entre cidades e bairros, também podem contribuir para a disseminação do vírus. De acordo com Rojas (1998), as conurbações podem ser consideradas unidades independentes para investigar a

transmissão e difusão de doenças, levando em consideração as características específicas de cada localidade e as interações entre os diferentes espaços urbanos envolvidos.

Segundo Quammeen (2020), spillover é o termo usado na ecologia e saúde pública para descrever a transmissão de doenças de animais para humanos, como no caso da Covid-19, onde ocorreu a partir de um animal hospedeiro ainda desconhecido para a população humana, possivelmente em um mercado em Wuhan, China.

A geografia desempenha um papel relevante na compreensão dos processos de spillover e da disseminação da doença, permitindo mapear as condições socioeconômicas, ambientais e culturais que contribuíram para a emergência e propagação da Covid-19. Isso inclui a análise da distribuição geográfica dos mercados de animais e sua relação com áreas urbanas e rurais, bem como a identificação de padrões espaciais na disseminação da doença, fundamentais para a tomada de decisões em saúde pública.

De acordo com Milton Santos, encontrar uma definição única e imutável para espaço e território é uma tarefa difícil, já que cada categoria possui várias interpretações e recebe diferentes elementos ao longo do tempo. Essas definições não são fixas e eternas, mas sim flexíveis e passíveis de mudanças. Isso indica que os conceitos têm significados diversos, historicamente estabelecidos, assim como ocorreu com o espaço e o território.

Na obra *Por uma geografia nova* (1990), Milton Santos argumenta que:

(...) O espaço por suas características e por seu funcionamento, pelo que ele oferece a alguns e recusa a outros, pela seleção de localização feita entre as atividades e entre os homens, é o resultado de uma práxis coletiva que reproduz as relações sociais, (...) o espaço evolui pelo movimento da sociedade total. (SANTOS, 1990, p. 171).

De acordo com o conceito de espaço de Milton Santos, o espaço é o resultado das relações sociais e da práxis coletiva, sendo influenciado pela seleção de localizações e pelo funcionamento que oferece a alguns e recusa a outros. O espaço evolui por meio do movimento da sociedade como um todo. No contexto da dispersão de doenças, esse conceito de espaço sugere que as relações sociais e as práticas coletivas desempenham um papel fundamental. A forma como as pessoas interagem, se deslocam e se agrupam em determinados espaços afeta diretamente a propagação de doenças infecciosas.

Por exemplo, a densidade populacional, o acesso a serviços de saúde, a qualidade do ambiente e a infraestrutura disponível são elementos do espaço que podem influenciar a disseminação de doenças. Além disso, as relações sociais, como o contato físico e as interações sociais, desempenham um papel importante na transmissão de doenças contagiosas. Portanto, o entendimento do espaço como uma construção social e da sua

influência nas relações sociais e práticas coletivas é relevante para compreender como as doenças se propagam e como as intervenções de saúde pública devem ser planejadas e implementadas.

A relação entre espaço, saúde e globalização é complexa e interligada. Milton Santos (SANTOS, 2000) compreende o fenômeno da globalização como um processo complexo e contraditório que envolve a interligação e interdependência de diferentes partes do mundo. Ele vê a globalização como um fenômeno impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico, pelas relações econômicas e pela disseminação da cultura. No entanto, ele critica a ideia de uma globalização homogênea e uniforme, destacando as desigualdades e assimetrias presentes nesse processo. Na perspectiva do autor, a era da globalização marca um novo capítulo na história, caracterizado por uma crise. O autor salienta que, nesse contexto, a globalização traz vantagens para certos grupos e áreas em detrimento de outros, resultando em disparidades sociais, econômicas e geográficas. Além disso, Santos argumenta que a globalização não deve ser encarada como um curso inevitável e irreversível, mas sim como uma construção social passível de ser moldada através da ação política e da busca por opções mais equitativas e ecologicamente sustentáveis.

No contexto da Covid-19, a globalização desempenhou um papel fundamental na disseminação do vírus. O surto inicial em Wuhan, na China, se espalhou rapidamente para outros países por meio das viagens internacionais. As redes de transporte global permitiram que o vírus se propagasse em escala global, levando à rápida disseminação da doença.

Além disso, a globalização também influencia a saúde por meio de suas consequências socioeconômicas. As desigualdades no acesso a recursos de saúde e sistemas de saúde precários são agravadas pela globalização, especialmente em países de baixa renda. A globalização também afetou a disponibilidade e a qualidade dos alimentos, o acesso a medicamentos e o desenvolvimento de políticas de saúde pública.

Como mencionado, a globalização apresenta contradições, mas também favorece aspectos positivos em relação à pandemia. A disseminação de conhecimentos e melhores práticas médicas, os avanços tecnológicos na área da saúde e a cooperação internacional são elementos que contribuem para o desenvolvimento rápido das vacinas contra a Covid-19 (INSTITUTO BUTANTAN, 2021).

Os fluxos econômicos e sociais interconectados em escala global, influenciaram as condições socioeconômicas e a distribuição de recursos, contribuindo para as disparidades observadas durante a pandemia (CARVALHO; PIRES; XAVIER, 2020). A interdependência econômica entre países afetou a estabilidade do mercado de trabalho, levando a demissões

em massa e perdas de renda, principalmente para os trabalhadores em setores mais vulneráveis. Além disso, a globalização também influenciou a disponibilidade de recursos de saúde, como acesso a cuidados médicos e equipamentos de proteção individual, que foram escassos em muitas regiões, agravando a situação das pessoas de baixa renda. Ainda é preciso destacar a desigualdade em relação à moradia, com a concentração de pessoas em áreas urbanas densamente povoadas e condições habitacionais precárias. Essas condições, aliadas à falta de acesso a serviços básicos, aumentaram o risco de infecção e disseminação da Covid-19 entre a população de baixa renda. Portanto, a pandemia destacou a importância de abordar as desigualdades socioeconômicas e de saúde em um contexto globalizado, buscando medidas de proteção social, melhoria das condições de trabalho e acesso equitativo a recursos de saúde para garantir a saúde e o bem-estar de todas as pessoas, independentemente de sua renda (TÖWS; MALYSZ; ENDLICH, 2020).

A relação entre a degradação do meio ambiente e o surgimento de pandemias é um tema de extrema relevância e está profundamente interligada. A degradação ambiental, como a destruição de habitats naturais e a produção intensiva de alimentos, pode aumentar o contato entre animais selvagens e humanos, facilitando a transmissão de doenças zoonóticas. Além disso, a mudança climática, como as alterações nos padrões climáticos e eventos extremos, pode afetar a disponibilidade de alimentos e água, levando à migração de animais e aumentando o risco de transmissão de doenças. Quammen (2020) argumenta que, devido à degradação ambiental, à perda de habitat e à exploração desenfreada da vida selvagem, os seres humanos estão cada vez mais em contato com animais portadores de vírus desconhecidos. Esses vírus, que normalmente são mantidos sob controle em populações de animais silvestres, podem "transbordar" para os seres humanos, causando pandemias.

Por fim, apesar dos esforços globais de pesquisa em relação à Covid-19, ainda há lacunas de conhecimento a serem preenchidas. Diversas áreas permanecem incertas, como a duração da imunidade, a transmissão do vírus, os efeitos de longo prazo da doença, a eficácia dos tratamentos e o impacto em grupos específicos. No que se refere à análise espacial da doença, também existem lacunas a serem abordadas. Questões relacionadas à mobilidade da população, subnotificação de casos, análise de dados de testagem, impacto das medidas de controle e análise de fatores socioeconômicos ainda precisam ser mais aprofundadas.

Com base na análise deste e dos capítulos anteriores, podemos levantar a **hipótese** de que: A disseminação inicial da pandemia de Covid-19 na CCLI foi influenciada por fatores demográficos e socioeconômicos, além da correlação entre os indicadores de saúde. Trazendo assim uma pergunta norteadora: Esses fatores podem ser explorados por meio de análises geoespaciais para explicar as dinâmicas da Covid-19?

## Características gerais sobre a infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2)



‘Lotação’ (FONTANA, 2021)

### 3.2 Características gerais sobre a infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2)

Os coronavírus são uma ampla família de vírus comuns em diversas espécies de animais, como gado, camelos, gatos e morcegos. Geralmente, esses vírus permanecem restritos aos seus hospedeiros animais e não infectam seres humanos. No entanto, em alguns casos, ocorre a transmissão interespecíes seguida de transmissão de humano para humano, como ocorreu com o MERS-CoV e o SARS-CoV (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b)

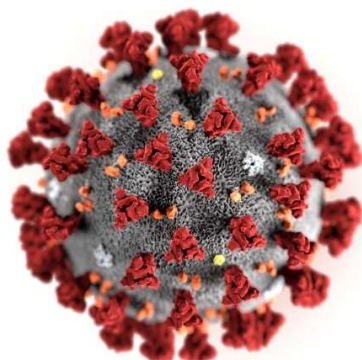
A aparência esférica dos coronavírus dá a eles uma aparência semelhante a uma "coroa solar", daí o nome "coronavírus". Essa classificação também é aplicada ao SARS-CoV-2, o vírus responsável pela pandemia de Covid-19. As espículas, ou proteínas S, que circundam o vírus (representadas como pontos vermelhos na figura 05), são responsáveis por sua capacidade de se ligar às células humanas. Essas proteínas desempenham um papel crucial na entrada do vírus nas células hospedeiras (UZUNIAN, 2020).

O SARS-CoV-2 é um vírus de RNA pertencente à família *Coronaviridae* e ao gênero Betacoronavírus. Ele possui um genoma composto por uma única cadeia de RNA de sentido positivo, com cerca de 30.000 nucleotídeos. Esse genoma codifica várias proteínas, incluindo a proteína *spike* (S), a proteína envelope (E), a proteína de membrana (M) e a proteína nucleocapsídeo (N). A estrutura viral do SARS-CoV-2 consiste em uma partícula esférica com um diâmetro médio de 120 nm, envolta por uma membrana lipídica que protege seu material genético. A proteína *spike* é responsável pela entrada do vírus nas células humanas, sendo um alvo importante para o desenvolvimento de vacinas e terapias (UZUNIAN, 2020).

Devido à prevalência e diversidade genética dos coronavírus, bem como à sua capacidade de sofrer rearranjos genômicos, era esperado que ocorresse uma interação entre humanos e animais, como ocorreu a partir de dezembro de 2019. Essa interação foi o que deu origem à pandemia, sendo o SARS-CoV-2 o agente causador da doença Covid-19, declarada uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020 (XIE et al., 2020; ZHU et al., 2020)

A doença que tem afetado pessoas em todo o mundo desde dezembro de 2019 é conhecida como Covid-19, que é a abreviação de "doença causada pelo coronavírus de 2019" (em inglês, Coronavirus Disease 2019). O termo "19" faz referência ao ano em que a doença foi identificada, ou seja, 2019 (GUAN et al., 2020).

**Figura 5 Ilustração do novo coronavírus**



**Fonte: (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2020)**

David Quammen (2020) explica que o termo "*spillover* zoonótico" é utilizado pelos ecologistas para descrever quando um patógeno que existe em determinado animal há muito tempo "salta" para membros de outra espécie, prospera neles e se propaga. Isso resulta nas chamadas zoonoses, ou seja, doenças que são transmitidas de animais não humanos para humanos. Alguns exemplos recentes de zoonoses incluem a AIDS<sup>5</sup>, Zika, influenza e Ebola. De acordo com Wu et al. (2020a), novos coronavírus parecem surgir periodicamente em humanos devido à alta prevalência e ampla distribuição desses vírus, bem como a sua grande diversidade genética e recombinação frequente de genomas, juntamente com o aumento da interação entre humanos e animais.

Embora a ciência ainda esteja buscando compreender completamente o processo de *spillover*, estudos prévios baseados em linhagens virais com sequenciamento genético semelhante sugerem que o SARS-CoV teria emergido décadas atrás. Esses estudos identificaram morcegos-ferradura como o reservatório natural do vírus, enquanto as civetas desempenharam o papel de hospedeiros de amplificação em meados de 2006 (CALISHER et al., 2006; CHENG et al., 2007).

Três anos após o início da pandemia, embora a origem ainda não esteja completamente esclarecida, há evidências que apontam para uma alta probabilidade de o novo coronavírus ter origem em morcegos. Seu genoma apresenta uma similaridade de 91,5% com vírus encontrados em morcegos da espécie *Rhinolophus affinis* (morcego-de-

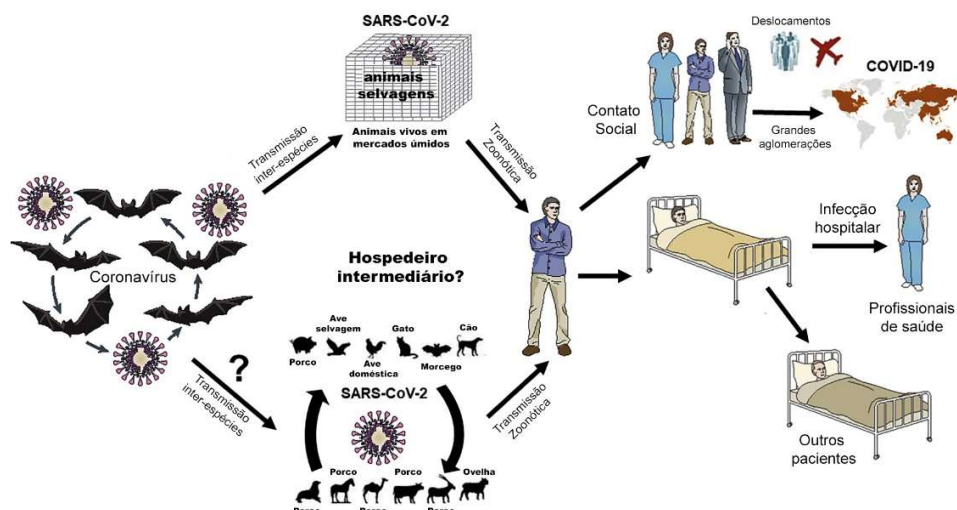
---

<sup>5</sup> AIDS, em inglês: *acquired immunodeficiency syndrome*, em português, Síndrome da imunodeficiência adquirida – SIDA.



ferradura) distribuídos em uma extensão de 4800 km no sudeste asiático (WACHARAPLUESADEE et al., 2021). A figura 06 mostra uma hipótese de origem do vírus e uma rota generalizada de transmissão do coronavírus zoonótico epidêmico.

**Figura 6 O surgimento de SARS-CoV-2 e o surto de Covid-19.**



Fonte: (adaptado) (EL ZOWALATY; JÄRHULT, 2020)

Informações sobre a existência do(s) animal(is) intermediário(s) também não foram totalmente esclarecidas. Segundo afirmam Persuhn:

O SARS-CoV codifica uma série de proteínas estruturais que facilitam a entrada celular e a montagem de vírions, das quais a proteína spike S mostrou-se importante para o vírus se ligar à célula, parecendo agir como um guia. Esta proteína é a maior do grupo de quatro proteínas estruturais (incluindo proteínas M, E N) e contém um domínio de ligação ao receptor (RDB), um domínio de fusão e um domínio transmembranar. O RDB da proteína S se liga à enzima conversora de angiotensina 2 (ACE2) para iniciar a entrada celular (PERSUHN, 2020, p. 11).

Embora seja possível adaptar um vírus de animal para infectar humanos, análises pautadas em bioinformática mostraram categoricamente que o SARS-CoV-2 não é uma construção de laboratório ou um vírus propositalmente manipulado (DALLAVILLA et al., 2020). A compreensão detalhada de como um vírus animal ultrapassa os limites das espécies para infectar humanos tão produtivamente ajudará na prevenção de eventos zoonóticos futuros. A identificação de um potencial hospedeiro intermediário de SARS-CoV-

2, bem como o sequenciamento do vírus de casos muito iniciais, ainda não é conclusiva e será altamente informativo quando compreendida (ANDERSEN et al., 2020).

### **3.2.1 $R_0$ ('R zero')**

A velocidade de transmissibilidade de uma doença pode ser medida pelo indicador básico de replicação  $R_0$  (ou "R zero"), que representa o número médio de casos gerados por um caso inicial. Em outras palavras, o  $R_0$  indica quantas pessoas podem ser infectadas a partir de um ou mais indivíduos infectados. Valores mais altos indicam um aumento maior no contágio (fig. 07). No entanto, é importante considerar que a estimativa do  $R_0$  pode ser comprometida por baixos índices de testagem e subnotificações, além de depender das medidas comportamentais adotadas pela população e das características biológicas do patógeno. Para que uma epidemia diminua ou termine, o valor do  $R_0$  precisa ser inferior a 1 ou idealmente inferior a 0,5 (FIOCRUZ, 2021).

Isso pode ser alcançado por meio de imunização e redução das oportunidades de contágio, como a prevenção de eventos "superdisseminadores" (KUCHARSKI, 2020). Estudos estimam que o SARS-CoV-2 possui um  $R_0$  variando entre 1,6 e 4,1 (CAO et al., 2020; LIU et al., 2020; READ et al., 2020).

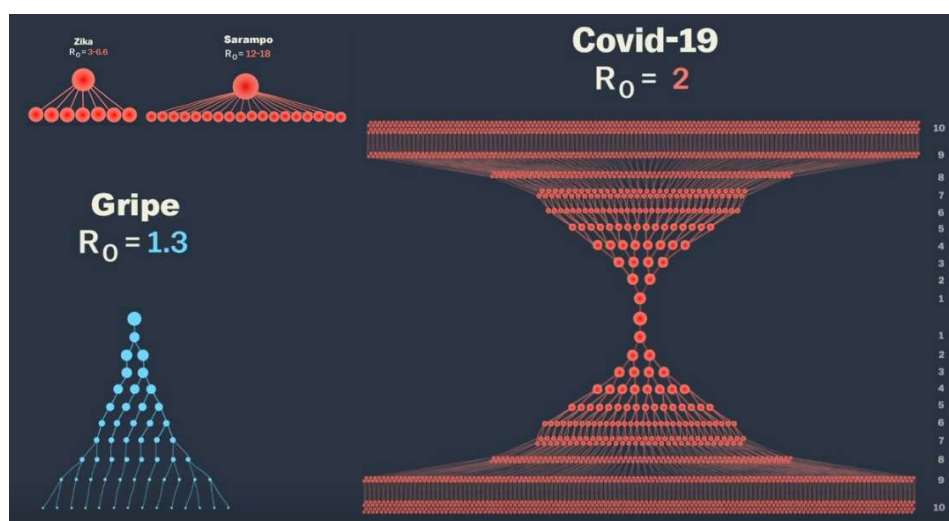
$R_0$  (número básico de reprodução) é uma medida que indica a taxa média de transmissão de um patógeno em uma população suscetível. No caso do SARS-CoV-2, o valor do  $R_0$  pode variar dependendo do local, do período e das medidas de controle implementadas.

Durante o início da pandemia, estimava-se que o  $R_0$  para o SARS-CoV-2 fosse em torno de 2 a 3, indicando que cada pessoa infectada transmitiria o vírus para outras duas ou três pessoas, em média. No entanto, esse valor pode variar em diferentes regiões geográficas, de acordo com o comportamento humano e as medidas de saúde pública adotadas. No Brasil, o valor do  $R_0$  para o SARS-CoV-2 tem variado ao longo do tempo e em diferentes regiões do país. Em alguns momentos da pandemia, o  $R_0$  estimado chegou a ser superior a 3, indicando uma alta taxa de transmissão do vírus. Em outros momentos, esse valor diminuiu para menos de 1, o que sugere uma redução na transmissão em âmbito global, o  $R_0$  para o SARS-CoV-2 também tem variado, dependendo das diferentes fases da pandemia em cada região. No geral, com o aumento da vacinação e a implementação de medidas de controle eficazes, o  $R_0$  tem se mantido abaixo de 1 em vários países. Isso

significa que, em média, cada pessoa infectada está transmitindo o vírus para menos de uma pessoa, indicando uma tendência de redução na transmissão (DUTRA, 2020).

É importante ressaltar que, embora o  $R_0$  seja uma medida útil para compreender a dinâmica de transmissão de um patógeno, ele não deve ser o único fator considerado no controle da pandemia. Outros aspectos, como a eficácia das medidas de saúde pública, a adesão da população às recomendações de prevenção e a disponibilidade de recursos

**Figura 7 Surtos a partir do  $R_0$  para Zika, Sarampo, Gripe e Covid-19**



**Fonte: (adaptado) (VOX, 2020)**

Em analogia, a Influenza H1N1 apresentou em 2009  $R_0$  de 1,3 a 1,4 (FRASER et al., 2009). O Zika vírus possui  $R_0$  de 3,8 (TOWERS et al., 2016), o sarampo em média  $R_0$  de 12 a 18 e a varíola tinha  $R_0$  de 4 a 6. O  $R_0$  depende de quatro principais fatores: a suscetibilidade dos indivíduos, a duração das infecções, a oportunidade de um infectado infectar outro diariamente e a probabilidade de que a oportunidade tenha êxito na transmissão (KUCHARSKI, 2020).

Mesmo que seja um conceito epidemiológico valioso, Delamater et al. complementam que:

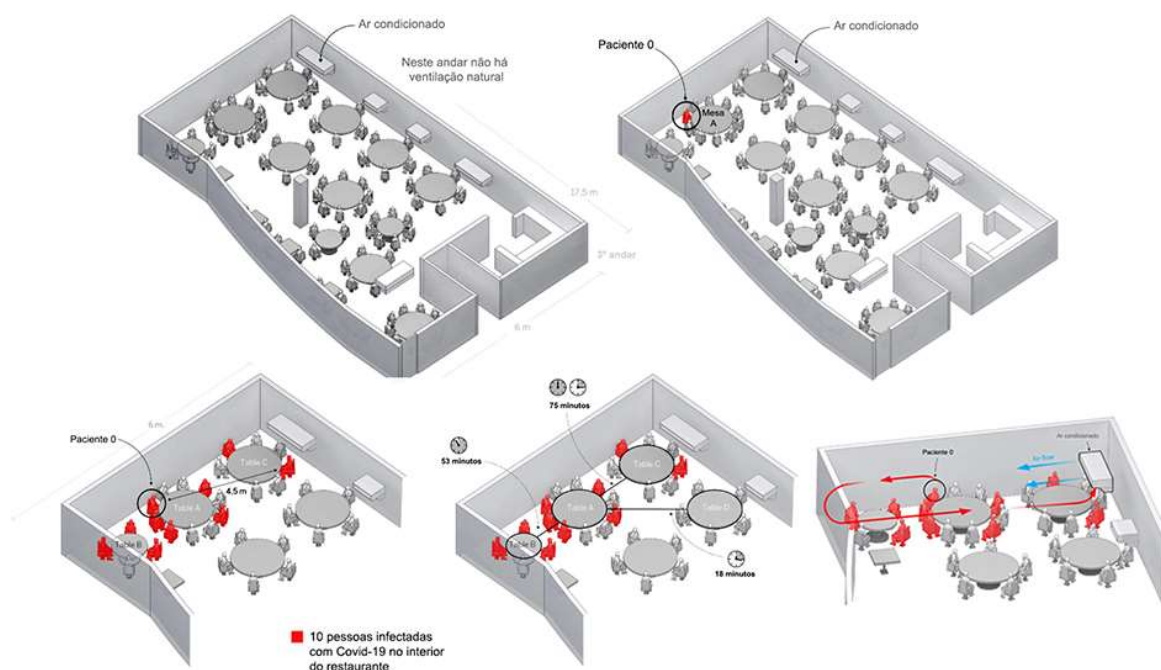
Alguns dos valores  $R_0$  comumente relatados na literatura para epidemias anteriores podem ser inválidos para surtos da mesma doença infecciosa hoje. O  $R_0$  pode ser mal interpretado e mal aplicado de uma variedade de maneiras que distorcem o verdadeiro significado e valor da métrica. Por causa dessas várias fontes de confusão, o  $R_0$  deve ser aplicado e discutido com cautela na pesquisa e, na prática. Esta construção epidemiológica só permanecerá valiosa e relevante quando usada e interpretada corretamente (DELAMATER et al., 2019, p. 1).

Ainda que a taxa de contágio seja menor que de outras doenças, há transmissão de uma para até quatro pessoas. A taxa de mortalidade (3,4%) diferencia a Covid-19 da mortalidade de outras doenças também causadas por coronavírus como a SARS (9,6%) e a MERS (35%) (HUANG et al., 2020).

### 3.2.2 A transmissão do SARS-CoV-2

A principal estrutura de transmissão entre humanos se dá por gotículas e objetos/superfícies que armazenam o vírus (fômites), ou seja, não se dá unidimensionalmente, isto é, ocorre por múltiplos fatores: ambiente, distância entre as pessoas, tempo de interação e atividades realizadas (PERSUHN, 2020) (fig. 08). Na transmissão por gotículas, as secreções respiratórias (respiração, fala, espirro ou tosse) carregam quantidades de vírus que infectam direta ou indiretamente pelo contato com as mucosas, ou contaminando as mãos que posteriormente podem ser levadas ao nariz, olhos e boca (ASADI et al., 2019; PAPINENI; ROSENTHAL, 1997).

**Figura 8 Ambiente fechado (restaurante) e dinâmica da transmissão**



Fonte: Adaptação de JAVIER SALAS, 2020

Geralmente essa dispersão transita numa distância de dois a trinta metros em condições específicas para o tamanho dos aerossóis e da circulação de ar dos locais, podendo permanecer em suspensão por até 14 minutos, inclusive durante a fala (STADNYTSKYI et al., 2020).

Em 8.437 funcionários e clientes chineses de um supermercado da cidade Liaocheng foram rastreados no fim de janeiro de 2020 após um dos funcionários testar positivo para Covid-19 no período em que trabalhava no estabelecimento. O estudo de Zhang et al. (2020) apontou que o risco era maior para trabalhadores do que para os clientes, cerca de 9% dos funcionários (11 de 120) foram infectados, mas apenas 0,02% dos clientes (2 de 8.224) foram acometidos (sem apontar o uso de máscaras pelos observados no estudo). Este cenário aponta para o tempo passado pelos funcionários dentro do mesmo espaço físico.

Outro estudo chinês investigou um surto iniciado em um templo religioso. No deslocamento para um templo, dois ônibus com recirculação de ar trouxeram 128 pessoas. Em um dos ônibus havia uma pessoa infectada sem manifestação sintomática. No outro ônibus estavam pessoas não infectadas. No encontro, todas as pessoas estiveram no mesmo evento, num mesmo ambiente fechado. 24 das 67 pessoas do primeiro ônibus contraíram Covid-19, no segundo ônibus ninguém teve o mesmo desfecho (SHEN et al., 2020c).

No evento, outras 172 se juntaram ao grupo dos dois ônibus deslocadas por outros meios de condução, de estes, 7 pessoas se infectaram. O estudo aponta como conclusão de que o espaço amplo (do templo) diminuiu o risco que um espaço reduzido (do ônibus), decrescendo a oportunidade dos contágios e, além do espaço, o estudo destaca o tempo de convivência com infectados (SHEN et al., 2020c).

Entre janeiro e fevereiro de 2020, o navio de cruzeiro Diamond Princess se tornou um caso emblemático para compreender a dinâmica de espalhamento do novo coronavírus. Após a detecção de casos positivos para Covid-19, a embarcação contendo 3.700 passageiros e tripulantes atingiu a situação de primeiro surto fora da China, permanecendo em quarentena no porto de Yokohama por duas semanas. A infecção ocorreu devido a um único passageiro de Hong Kong, que havia anteriormente visitado a província chinesa de Guangdong, resultando num total de 712 contágios e 14 vítimas.

A tripulação a princípio compartilhava quartos e refeitórios, após as recomendações mantiveram-se isolados em suas cabines. Ainda assim, não deixou de oferecer atividades como serviços de quarto e higienização, o que mais tarde seria denominado 'trabalhadores

essenciais'. Realizadas por Xu et al. (2020), as análises do estudo buscaram inferir sobre a dinâmica e os modos potenciais de transmissão, como conclusão afirmam que a maioria dos contágios ocorreu por meio de fômites e contato próximo. O sistema de ar-condicionado central do navio, neste caso, não teve protagonismo, uma vez que o alcance que exercia não correspondeu à distribuição do surto (XU et al., 2020)

O potencial de eventos e práticas que se configuram como 'superdisseminadores' pode ser observado no estudo de Hamner et al. (2020) onde num ensaio de coral em Washington, uma pessoa infectada praticou canto durante 2,5 horas aproximadamente a 1,80 metros dos outros participantes e infectou 32 pessoas e outros 20 prováveis casos de Covid-19. Neste estudo, o distanciamento físico é ressaltado e demonstra que aglomerações em reuniões facilita a propagação do vírus, neste caso ainda potencializado pelo ato de cantar, liberando mais partículas virais no ar.

Estes eventos superdisseminadores além do comportamento coletivo envolvem outra característica, a de que algumas pessoas liberam maior carga viral e por mais tempo que outras, indicando diferenças em seus sistemas imunológicos e distinta distribuição de receptores de vírus em seus organismos (KUPFERSCHMIDT, 2020). Nishiura et al. (2020) afirmam que o risco de infecção em ambientes fechados é quase 19 vezes maior do que ao ar livre.

Reforçando estes apontamentos, Furuse et al. (2020) identificaram que muitos agrupamentos de casos confirmados de Covid-19 estavam associados a respirações intensas e cerceadas, como em torcidas esportivas, clientes em bares e restaurantes, festas de karaokê e usuários de academias de ginástica.

Um estudo chinês analisou 318 surtos de contágio entre 4 de janeiro e 11 de fevereiro de 2020, que envolviam 1245 casos, e seus respectivos cenários de infecção. Os surtos domiciliares representaram dominância  $n=254$  (79%), em transportes (provavelmente)  $n=108$  (24%), em ambientes externos um único surto que envolveu dois casos. Em síntese, concluíram que compartilhar o espaço interno indica maior risco de infecção por SARS-CoV-2 (QIAN et al., 2020).

Além de evidências da transmissão principal ocorrer por gotículas e aerossóis, Xiao et al. (2020b) detectaram a presença de SARS-CoV-2 nas fezes de um paciente morto por Covid-19, mesmo que ainda inconclusivo, apontam para a potencial contaminação fecal-

respiratória e fecal-oral. Posteriormente, diversos países apontaram a presença do novo coronavírus em coletas de esgoto semanas ou meses antes do epicentro inicial da China<sup>6</sup>.

A transmissão por contato em superfícies, ainda que representem eventos de baixo risco relativo de transmissão, podem ocorrer (CDC, 2020). Segundo Doremalen et al. (2020) o vírus pode permanecer ativo e viável em superfícies duras e não porosas como aço ou plástico por aproximadamente três dias e em superfícies ásperas como papelão por pelo menos um dia, embora a carga viral da superfície é reduzida à metade após algumas horas e prossegue diminuindo. Objetos de toque frequente como balaústres do transporte coletivo, balcões e corrimãos mostram-se locais de atenção.

Em janeiro de 2020 foi realizado o primeiro sequenciamento genômico do SARS-CoV-2, disponibilizada no Genbank NCBI. Até meados de abril do mesmo ano, havia 7000 genomas do vírus sequenciados em diferentes países, quantia significativa para mapear a pandemia temporal e geograficamente. Por haver um alto número de introduções independentes do vírus, a diversidade genética da epidemia se deu pelo seu espalhamento em diferentes países, com exceção da China e da Itália, os primeiros países a conviverem com o surto e possuírem baixa variação genética (VAN DORP et al., 2020). Mediante estudos epidemiológicos indica-se uma origem comum de uma única versão originária em Wuhan com posterior circulação. Em países do hemisfério sul indicou-se uma mistura de muitas linhagens filogenéticas (DHAMA et al., 2020; STEFANELLI et al., 2020).

Segundo Valverde (2021), um processo natural e esperado para qualquer vírus que possua material genético do tipo RNA é a ocorrência de mutações durante a replicação viral, tal fenômeno faz parte da evolução, podendo ser neutra, maléfica ou benéfica, para o vírus e/ou para o hospedeiro. Ao circular em demasia por entre uma população a probabilidade de ocorrência de mutações aumenta, isso se dá devido às oportunidades de replicação. Caso a mutação ocorra numa faixa de características observáveis do vírus (fenotípicas) utilizada pelo sistema imunológico humano na neutralização do patógeno ou na faixa utilizada para a fabricação de vacinas, a variante passa ser uma cepa. Ainda que grande parte das mutações não representem impacto significativo na patogenicidade e transmissibilidade do vírus, essas precisam ser monitoradas constantemente, pois caso ocorram alterações em determinadas propriedades do material genético, podem resultar no aumento de hospitalizações e sobrecarga dos serviços de saúde. Organismos que

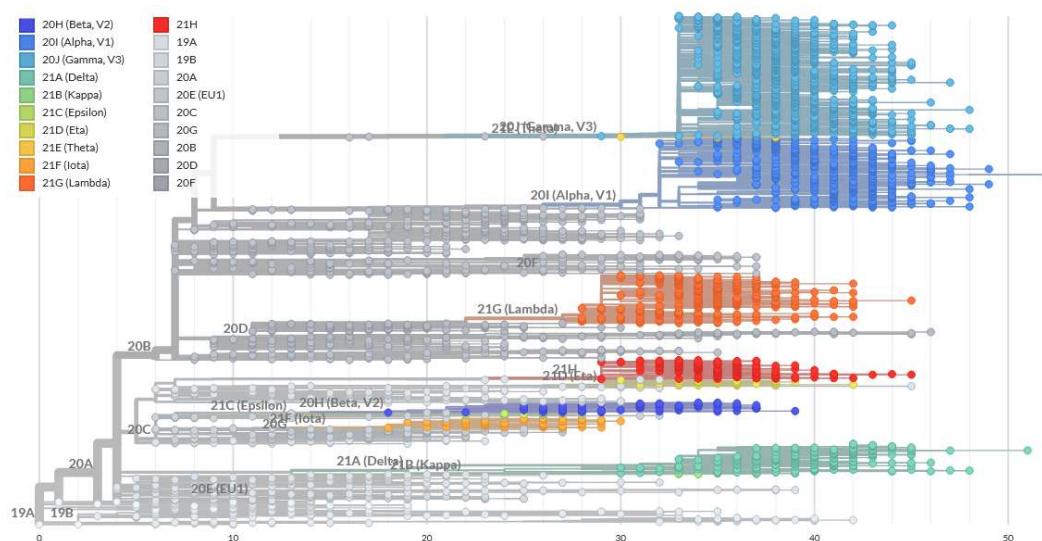
---

<sup>6</sup> Os primeiros casos detectados em esgoto foram nos Países Baixos (MEDEMA et al., 2020), na sequência, em Massachusetts, nos Estados Unidos (WU et al., 2020b) e no Brasil, nas cidades de Contagem — MG e em Belo Horizonte — MG (ANA, 2021).

comungam de um ancestral comum e mutações similares são definidos como linhagens (fig.09). Elas surgem continuamente em simetria ao número de infecções (VALVERDE, 2021).

O monitoramento constante dos diferentes tipos de linhagem e a evolução genômica do vírus se mostra de extrema necessidade. Até o início de 2020 a variante D614G foi única versão do SARS-CoV-2, porém, em novembro do mesmo ano identificou-se a cepa inglesa<sup>7</sup> B.1.1.7 (alpha), com maior transmissibilidade que a versão original oriunda de Wuhan (GALLOWAY, 2021). No mês seguinte detectou-se a variante sul-africana B.1.351 (beta), a P.1 (gamma) de Manaus, no Brasil (FARIA et al., 2021) e posteriormente a variante B.1.617.2 (delta) em outubro, na Índia (CHERIAN et al., 2021), compondo a lista das 'variáveis de preocupação'. A compreensão dessas mutações traduz a trajetória e transmissibilidade do vírus na população global, as adaptações ao hospedeiro humano e no posterior desenvolvimento de medicamentos e vacinas mais eficazes. Todas as mutações têm potencial de influenciar na disseminação e na gravidade da doença (VALVERDE, 2021).

**Figura 9** Árvore filogenética do SARS-CoV-2 (até 25 de julho de 2021)



Fonte: (HADFIELD et al., 2018)

<sup>7</sup> As variantes possuem referências aos países onde houve aceleração da propagação e detecção genômica, não necessariamente onde ele ocorreu exclusivamente (VALVERDE, 2021).



Animais domésticos podem ser infectados pela Covid-19, casos foram relatados em diversos países, sendo o vírus, neste caso, transmitido por humanos (DE MORAIS et al., 2020), entretanto, segundo a Organização Mundial da Saúde não há evidências de que estes animais transmitam o novo coronavírus para humanos.

### **3.2.3 Aspectos Clínicos**

#### **3.2.3.1 O organismo humano na presença do novo coronavírus**

Em média, 80% dos casos de Covid-19 manifestam-se em casos assintomáticos, porém, quando ocorrem, os sinais e sintomas clínicos referidos são essencialmente respiratórios acompanhados de febre, porém também podem evoluir em quadros de injúria ou sepse pulmonar, falha respiratória, pneumonite, falência múltipla de órgãos e potencial óbito (NIKOLICH-ZUGICH et al., 2020; ROKNI; GHASEMI; TAVAKOLI, 2020). A inflamação no pulmão resulta na dilatação dos vasos sanguíneos que extravasa plasma e leucócitos, e com isso, dificultando a troca gasosa. Como consequência, ocorre dificuldade para respirar, taquipneia e redução da oxigenação sanguínea. Em quadros mais graves, para mitigar a situação, o oxigênio é injetado para o pulmão numa pressão adequada via ventilação mecânica. Quando há ineficácia destas medidas, acentua-se a redução dos níveis de oxigênio, resultando em hipóxia (GU; KORTEWEG, 2007; TAY et al., 2020). Posteriormente, perdas de olfato e paladar foram reconhecidas como sintomas (FIOCRUZ, 2020).

Proporcionalmente, os principais sintomas são: febre (83%), tosse (82%), falta de ar (31%), dor muscular (11%), alterações nos níveis de consciência (9%), dor de cabeça (8%), dor de garganta (5%), rinorreia (4%), dor no peito (2%), diarreia (2%) e náusea / vômito (1%). Segundo exames de imagem, 75% apresentaram pneumonia bilateral, 14% apresentaram manchas múltiplas e opacidade em vidro fosco e 1% pneumotórax. Também podem ser acompanhados de sintomas menos comuns como dores estomacais, conjuntivite e lesões de pele. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020a)

### 3.2.3.2 Grupos de risco

Durante o percurso da pandemia foram mapeados perfis de pessoas enquadradas no chamado grupo de risco, ou seja, aquelas que apresentam maior frequência nos quadros evolutivos graves do que outras. Ao envelhecer, o risco de contrair a Covid-19 aumenta, tornando a idade um fator de risco para a doença. Os idosos têm maior probabilidade de serem infectados ao entrar em contato com familiares e conhecidos infectados por meio de tosse, espirros ou durante a hospitalização. Além disso, o envelhecimento afeta negativamente a função pulmonar e retarda a ativação do sistema imunológico, o que pode resultar em maior replicação viral, desencadeando respostas pró-inflamatórias e aumentando o risco de morte. (RASHEDI et al., 2020).

Além da idade, condições médicas pré-existentes como doenças cardiovasculares (AVC, doenças cardíacas, hipertensos), doenças respiratórias crônicas, fumantes de longa data, pessoas com Síndrome de Down, anemia falciforme, diabetes, indivíduos imunossuprimidos e significativo risco para pacientes oncológicos (FIOCRUZ, 2020; WHO, 2020).

Quanto às variáveis e características dos pacientes, a partir de uma revisão sistemática de 76 estudos com um total de 17.860.001 pacientes de 14 países, Booth et al. (2021) apontam que para idade >75 anos, sexo masculino, obesidade grave e ter câncer ativo há um risco aumentado de desfecho grave.

Rashedi et al. (2020) afirmam que os homens são mais sensíveis ao SARS-CoV-2, sendo o sexo masculino considerado um dos fatores de risco para a Covid-19. Crianças apresentam sintomas leves da doença geralmente, porém, podem ocorrer agravos para essa mesma faixa etária (FIOCRUZ, 2020).

Ao analisar 340 mil gestantes do Reino Unido que deram à luz entre maio de 2020 e janeiro de 2021, Gurol-Urganci et al. (2021) testaram todas ao serem admitidas para o parto, dentre as quais 3.527 estavam com Covid-19. Destas mulheres, concluíram que a infecção por coronavírus na época no nascimento apresentem riscos baixos, entretanto, pode aumentar a chances de natimortos (óbito do bebê em até 24h após o parto) 8,5 por 1000 mulheres que tiveram teste positivo, comparado a 3,4 por 1000 mulheres que tiveram teste negativo e partos prematuros (anterior a 37 semanas), 12% para mulheres que tiveram teste positivo em comparação com 5,8% para mulheres com testes negativos.

Se faz importante ressaltar que o grupo de risco quando observado em diferentes escalas geográficas se modificam a partir da vulnerabilidade à Covid-19. Os Determinantes

Sociais de Saúde (DSS) corroboram com o agravamento e óbito pela doença e estão intrinsecamente encadeados às características sociodemográficas. Os determinantes sociais de saúde (DSS) referem-se aos fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população. Esses determinantes são as condições de vida e trabalho dos indivíduos e grupos da população, incluindo suas circunstâncias sociais, econômicas, culturais e ambientais. Eles representam as interações complexas entre fatores sociais, econômicos e comportamentais que afetam a saúde das pessoas e podem contribuir para desigualdades na saúde. Os DSS são elementos que moldam as condições em que as pessoas vivem e trabalham, influenciando seu acesso a recursos, oportunidades, educação, emprego, habitação, serviços de saúde e outros elementos que impactam diretamente sua saúde. A compreensão e abordagem dos determinantes sociais de saúde são essenciais para a promoção da equidade em saúde e para a implementação de políticas e intervenções que visam melhorar as condições de vida e saúde das populações (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007).

No Brasil, povos indígenas são um grupo altamente vulnerável à Covid-19, uma vez que há o espalhamento rápido de doenças infectocontagiosas devido à ausência de imunidade e por conta do estilo de vida coletivo. O acesso aos serviços de atenção especializada à saúde é comprometido pelas características geográficas onde por vezes são necessários mais de um dia para o deslocamento, neste ínterim, populações quilombolas e ribeirinhas se apresentam em condições análogas. Além destes grupos populacionais destacam-se também pela vulnerabilidade econômica e social pessoas em situação de rua, idosos residentes em abrigos e asilos, refugiados e pessoas com deficiência, num cenário de grande exposição à infecção e agravos pela doença. (MATTA et al., 2021; SANTOS et al., 2022)

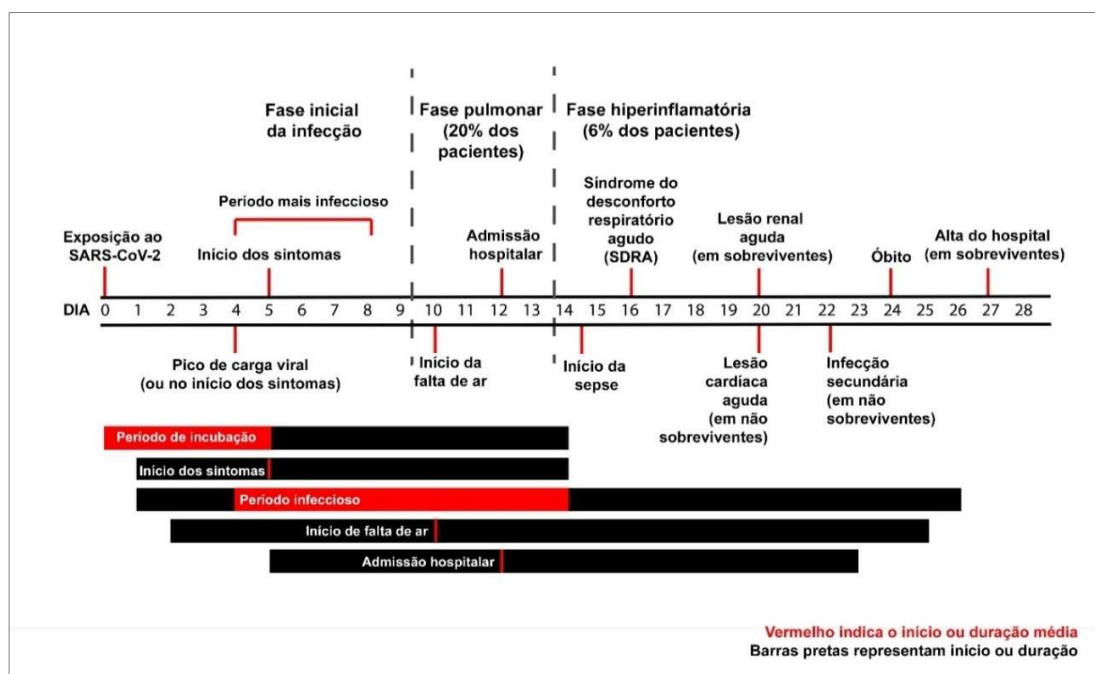
As questões sociais como comorbidades, renda, idade, raça e cor podem contribuir para a infecção e o desfecho de óbito pela Covid-19 como demonstrado por Rollston e Galea (2020) e Abram e Szeffler (2020).

Em comparação à população em liberdade, a prevalência é aumentada na população carcerária devido à impossibilidade de distanciamento que favorece potencialmente a ocorrência de surtos e se torna fonte de propagação do vírus para o ambiente externo via os servidores das instituições (BRASIL, 2021).

### 3.2.3.3 A progressão da doença

Segundo a pesquisa de Diab et al. (2021), a progressão da Covid-19 é dividida em três fases. A patogênese se configura como a primeira fase, ou Infecção precoce, acometendo 80% dos pacientes. Ocorre após inaladas as gotículas ou contato indireto do vírus com as mucosas. A segunda fase, ou fase pulmonar, atinge 20% dos infectados com aparecimento de sintomas semelhantes a uma gripe, sendo recomendado sua permanência isolada em casa e medicada para mitigação dos sintomas, ou ainda, 6% dos acometidos em média acabam progredindo para a terceira fase, a fase hiper inflamatória (fig. 10).

**Figura 10 Progressão típica da Covid-19 em dias a partir da exposição**



**Fonte: (adaptado) (DIAB; CARLETON; GORALSKI, 2021)**

O pico de carga viral comumente ocorre 4 dias após a exposição ao SARS-CoV-2 tendo a manifestação sintomática no 5º dia (embora possa também aparecer entre o 1º e o 14º dia), logo, o período de incubação pode variar em até 14 dias, mas na maioria dos pacientes é de 5 dias. O período mais contagioso dá-se em média em 10 dias em torno do início sintomático, embora possa haver testes positivos para até 26 dias após a exposição. A falta de ar se manifesta no 10º dia, porém há variações entre 2 e 25 dias após a exposição (DIAB; CARLETON; GORALSKI, 2021)

Caso haja progressão da doença, a admissão hospitalar realiza-se em média no dia 12, podendo ocorrer também em algumas pessoas desde o dia 5º até o 22º dia. Na terceira fase, a sepse ocorre geralmente entre o 14º ao 15º dia, a Síndrome da Angústia Respiratória (SDRA) no dia 16, a lesão renal aguda e a lesão cardíaca aguda comumente acontecem por volta do dia 20, alguma infecção secundária no dia 22 e evoluindo para óbito no 24º dia. Para pacientes que sobrevivem, a alta hospitalar normalmente ocorre no 27º dia (DIAB; CARLETON; GORALSKI, 2021; GUAN et al., 2020; MASON, 2020; WU; MCGOOGAN, 2020).

#### **3.2.3.4 Sequelas**

Devido ao ineditismo da doença, suas consequências a longo prazo são parcialmente desconhecidas, entretanto, a partir de dezembro de 2020 a compreensão sobre as sequelas ocasionadas pela Covid-19 se ampliaram. Como principal sequela decorrente de infecções graves, a ocorrência de fibrose pulmonar costuma se manifestar, da mesma forma que ocorre em outras pneumonias. A maioria dos casos, entretanto, evolui para uma melhora sem sequelas. Além disso, também foram identificadas:

[...] miocardite relacionada à infecção, com; declínio cognitivo de longo prazo, como deficiências de memória, atenção, velocidade de processamento e funcionamento, juntamente com perda neuronal difusa; encefalopatia aguda, alterações de humor, psicose, disfunção neuromuscular ou processos desmielinizantes; sequelas psicológicas relacionadas ao distanciamento social; entre outras (OPAS, 2020)

Puntmann et al. (2020) identificaram em 78% de pacientes (sem históricos de doenças prévias) recuperados da doença anomalias cardíacas e inflamação do miocárdio 70 dias após a recuperação. No estudo de Lindner et al. (2020), a presença do SARS-CoV-2 no coração foi observada via autópsia em 61% de 39 vítimas da Covid-19.

Inflamação, psicose e delírio resultaram como complicações neurológicas graves detectadas em 43 pacientes pós - Covid-19 no Reino Unido, além de apresentarem outros distúrbios cerebrais, derrames e danos centrais ao nervo também foram identificados. Observou-se uma condição nominada como encefalomielite aguda disseminada contemporânea à primeira onda de contágio do país. O estudo de Paterson et al. (2020) sugere que o vírus não ataca diretamente o cérebro, uma vez que não foi detectada a

presença do SARS-CoV-2 no liquor, possivelmente tais resultados sejam ocasionados por resposta do sistema imunológico. Varatharaj et al. (2020) também identificaram danos cerebrais em 125 pacientes que tiveram a manifestação grave da doença, podendo estar relacionados à falta de oxigenação do cérebro durante a evolução clínica, porém, fatores como problemas de coagulação ou respostas hiper inflamatórias podem ter relação com o desfecho.

#### **3.2.3.5 Reinfecção**

É compreendido e aceito que pessoas uma vez infectadas pelo SARS-CoV-2 podem estar suscetíveis a uma segunda infecção. Entre março e dezembro de 2020 foram monitorados 30 pacientes por diagnóstico molecular, dentre eles, quatro apresentaram sintomas positivos durante o primeiro contágio. Na segunda infecção houve sintomas mais frequentes e mais intensos, sendo estes: perda do paladar e olfato, dores no corpo, dores de cabeça, fadiga, tosse e febre. Entretanto, não houve demanda de hospitalização (FINTELMAN-RODRIGUES et al., 2021). Complementam Hansen et al. (2021) que as reinfecções por Covid-19 apontam uma relativa raridade e mais comuns em pessoas com idade acima de 65 anos. Para esta pesquisa foram realizadas taxas de reinfecção em aproximadamente 4 milhões de pessoas na Dinamarca.

#### **3.2.3.6 Suscetibilidade**

A princípio, a suscetibilidade a doença iniciou-se total, por se tratar de um vírus novo ao sistema imunológico. Quanto a imunidade naturalmente adquirida, não se sabe se a infecção em humanos que não evoluíram para o óbito irá gerar imunidade contra novas infecções por variantes emergentes e se essa imunidade é duradoura por toda a vida, uma vez compreendida a possibilidade de reinfecção.

### **3.2.3.7 Vacinas e imunidade**

Após meses transcorridos pelas diversas fases de desenvolvimento e de testes por diversos laboratórios de vacinas, no dia 08 de dezembro de 2020 o Reino Unido iniciou a vacinação contra a Covid-19 (BBC, 2020).

Somada às medidas não-farmacológicas, a vacinação massiva da população apresenta-se como maneira mais eficaz de erradicar uma doença, a depender da eficácia de cada vacina e de cada organismo, podendo haver ou não a imunização. Compete à vacinação reduzir a circulação do vírus, minimizar o número de pessoas sintomáticas, desfechos graves, internações e óbitos. A imunidade coletiva (ou de rebanho) é o objetivo fim que garante a proteção de toda uma população, onde 'cercadas' de pessoas imunizadas estão aqueles que não foram vacinados ou não desencadearam a resposta imune. Contra a Covid-19, os valores do percentil da população vacinada para atingir a imunidade coletiva não é conhecido (OPAS, 2020).

O tempo de proteção imunológica é insuficiente para estimar a duração da resposta imune após a exposição à vacina. Os indivíduos das fases de testes serão acompanhados por anos até se conhecer o tempo de cobertura imunológica (OPAS, 2020). Em um estudo de Chia et al. (2021), aponta que a duração da resposta imune pode variar individualmente.

### **3.2.3.8 Medicamentos**

Atualmente, não existe uma medicação específica para eliminar o SARS-CoV-2 do organismo humano, sendo o tratamento voltado para a mitigação dos sintomas específicos de cada paciente. Durante a pandemia, o uso da hidroxicloroquina foi amplamente discutido em diversos países, incluindo o Brasil, como um possível medicamento para combater a Covid-19. Um estudo preliminar questionável metodologicamente, utilizando a hidroxicloroquina, um medicamento indicado para tratar malária, como hipótese, gerou desinformação e resultou em um consumo excessivo desse fármaco pela população. A Organização Mundial de Saúde (OMS), com base em seis estudos envolvendo mais de 6000 pacientes que utilizaram a medicação, concluiu que não recomenda o seu uso (WHO, 2021). A pesquisa Solidarity, organizada pela OMS e conduzida pela Fiocruz no Brasil, teve como objetivo avaliar a efetividade da hidroxicloroquina e de outros medicamentos, como Remdesivir, Lopinavir e Interferon, chegando a conclusões semelhantes (FIOCRUZ, 2020).

Resultados semelhantes foram encontrados em uma pesquisa realizada no Brasil com 500 pacientes que apresentavam infecções moderadas e leves por Covid-19, onde esses medicamentos não se mostraram eficazes (CAVALCANTI et al., 2020). Uma revisão sistemática realizada por Lee et al. (2021) concluiu que terapias combinadas com hidroxicloroquina estavam associadas a um maior risco de mortalidade.

### **3.2.4 Métodos diagnósticos**

#### **3.2.4.1 Teste molecular**

A detecção de uma porção de vírus via identificação de ácidos nucleicos virais em amostras é feita através do teste molecular vastamente utilizado desde a década de 1980, o RT-PCR (*Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction*) (CLEMENTI et al., 1993). Este caracteriza-se por alta especificidade, sensibilidade e rápido resultado (SHEN et al., 2020a). Além da cinética viral em diferentes sítios anatômicos, protocolos de manejo e conservação, a coleta da amostra no paciente quando não avaliada na história natural da doença pode apresentar falsos-negativos (TAHAMTAN; ARDEBILI, 2020), sendo recomendado a realização do teste nos primeiros 7 dias após o aparecimento dos sintomas (HONG et al., 2020). O escarro e a raspagem da nasofaringe mostram-se como as melhores fontes de coleta devida ao acúmulo de carga viral (XIAO et al., 2020a; ZOU et al., 2020).

#### **3.2.4.2 Teste rápido**

O teste rápido se apoia no diagnóstico sorológico partindo da identificação de anticorpos do hospedeiro e antígenos virais em amostras sanguíneas que reage visualmente em caso positivo. Apresenta-se como opção mais rápida (30'), mais acessível e de fácil aplicação que os testes moleculares, porém com menor especificidade e sensibilidade. É indicado para uso após o 7º dia de infecção (PAN et al., 2020; SHEN et al., 2020b; XIANG et al., 2020). Devido à sua dinâmica, a testagem rápida apresenta a incidência muito menor do que a incidência real de infecções para a doença (RAOULT et al., 2020).



Atualmente, testes de autodiagnóstico para Covid-19 estão disponíveis para compra em farmácias, são projetados para que os indivíduos possam realizar o teste por conta própria, sem a necessidade de assistência médica. Esses testes geralmente envolvem a coleta de uma amostra do trato respiratório, como amostras de saliva ou *swabs* nasais. Após a coleta da amostra, o indivíduo segue as instruções fornecidas no kit de teste para processar a amostra e obter um resultado. Isso pode incluir a inserção da amostra em um dispositivo de teste, a adição de reagentes ou a ativação de uma plataforma de teste automatizada. O resultado do teste é então exibido em um período específico, geralmente indicado nas instruções do kit. Vale ressaltar que os testes de autodiagnóstico têm limitações e podem ter uma taxa de erro maior em comparação com os testes realizados por profissionais de saúde em laboratórios. Portanto, é recomendável buscar orientação médica adicional em caso de resultados positivos ou sintomas persistentes (RAMOS; CAMARGO; ELIAS, 2021)

### **3.2.5 Medidas de enfrentamento, combate e prevenção**

As chamadas medidas não-farmacológicas atuam na redução da velocidade de contágio ao limitarem o contato entre pessoas e mudanças nos hábitos de higiene (fig. 11). Durante este período os governos devem atuar intensamente na detecção da doença via testagens, rastreamento e isolamento de casos positivos, além de conscientizar e informar a sociedade sobre doença. Aplicadas em escalas locais, regionais ou até mesmo nacionais a restrição de movimento conhecidas se classificam em:

**Lockdown:** A mais restrita medida se dá no impedimento total de circulação de pessoas e do trânsito, com exceção de trabalhadores de serviços essenciais como farmácias, supermercados, segurança e profissionais de saúde. É a medida mais eficaz e rápida de contenção de uma epidemia (FIOCRUZ, 2020)..

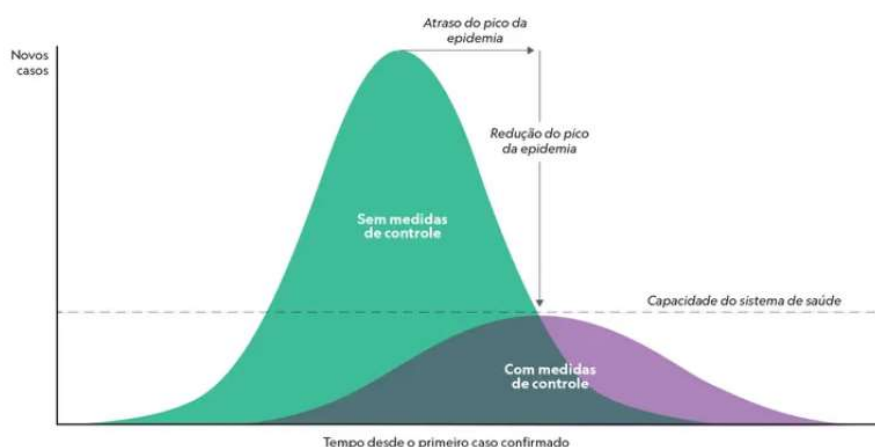
**Isolamento e distanciamento social:** Neste cenário evita-se ao máximo se deslocar e a realização de encontros entre pessoas. Há proibição de eventos que propiciem aglomeração, incluindo escolas e universidades. O chamado 'isolamento vertical' consiste em apenas o grupo de risco permanecer isolado, entretanto, no caso da Covid-19, jovens continuariam a circular. A OMS é contrária a esta forma de isolamento, visto que os jovens (ainda que possam apresentar complicações quando infectados) atuam como vetores da

doença, infectando ainda assim aqueles que permanecem em isolamento. Como relatado, todas as pessoas desempenham um papel na cadeia de transmissão (FIOCRUZ, 2020).

**Quarentena:** Pessoas que tiveram contato próximo com casos confirmados da doença ou retornaram de algum deslocamento nacional, ou internacional são orientadas a permanecerem voluntariamente em isolamento residencial por 14 dias, ainda que não tenha apresentado sintomas (FIOCRUZ, 2020).

Quaisquer modalidades de isolamento resultam em impactos negativos sobre uma população ao paralisar a vida social e econômica. Grupos menos favorecidos como pessoas em situação de pobreza, migrantes, refugiados, que vivem em locais com poucos recursos, superlotados e aqueles que dependem do deslocamento diário para o sustento familiar sentem os maiores prejuízos (OPAS/OMS, 2020).

**Figura 11 Achatamento da curva de transmissão**



**Fonte: (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2020)**

Durante a pandemia, todo o país enfrentou uma série de protestos protagonizados pela classe média, que manifestaram seu descontentamento em relação ao fechamento dos estabelecimentos (EL PAÍS BRASIL, 2020). Os protestos também ocorrem na CCLI e foram motivados principalmente pelas restrições impostas às atividades comerciais e serviços não essenciais, as quais afetaram significativamente a economia e o sustento de muitos indivíduos (fig. 12) (24H, 2022; FOLHA DE LONDRINA, 2020, 2021).

**Figura 12 Protesto dos comerciantes de Londrina contra o fechamento de estabelecimentos não essenciais**



**Fonte: O próprio autor (2020)**

Os manifestantes argumentaram que as medidas de isolamento social adotadas pelo governo eram excessivas e desproporcionais, destacando a necessidade de equilibrar as preocupações com a saúde pública e os impactos socioeconômicos negativos decorrentes das restrições. Esses protestos refletiram as tensões existentes entre as políticas de saúde e a estabilidade econômica durante a crise da Covid-19 no país.

### **3.2.6 Etiquetas de higiene**

Dentre as formas diárias e individuais de prevenção à infecção pelo SARS-CoV-2 está a recomendação da lavagem das mãos com água corrente e sabão, além disso, o uso tópico de álcool 70%. Práticas eficazes como estas auxiliam contra a infecção indireta (quando se leva as mãos aos olhos, nariz e boca) das partículas virais. A etiqueta respiratória também é altamente recomendada como proteger boca e nariz com o antebraço/cotovelo ao tossir e espirrar. Além destas, a higienização de objetos utilizados fora de casa também é aconselhada como telefones celulares, por exemplo (PERSUHN, 2020).

Durante os primeiros quatro meses da pandemia, a utilização generalizada de máscaras profissionais era contraindicada para a população em muitos países ao redor do mundo, incluindo o Brasil. Isso ocorreu devido a diversos fatores, como a escassez desses produtos no mercado global, a necessidade de priorizar o acesso a equipamentos de proteção individual para os profissionais de saúde na linha de frente e a falta de evidências

científicas sólidas sobre a eficácia das máscaras na prevenção da transmissão do SARS-CoV-2 (CNN BRASIL, 2020).

No Brasil, assim como em muitos outros países, a orientação inicial era de que apenas profissionais de saúde deveriam utilizar máscaras, pois eram considerados os mais expostos ao vírus. Além disso, havia uma preocupação com o desabastecimento de máscaras e a necessidade de garantir a disponibilidade desses equipamentos para aqueles que mais necessitavam (FOLHA, 2020).

Com o agravamento do surto, especialistas do Centro de Controle e Prevenção de doenças (CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2020) e a OMS passaram a encorajar o uso de máscara (mesmo que de tecido comum) em ambientes públicos partir de junho de 2020 visando como complemento às medidas de isolamento minimizar a propagação do vírus. Um relatório de especialistas em saúde pública do *American Enterprise Institute* recomendou categoricamente que todos deveriam utilizar máscara de tecido quando estivessem em público (GOTTLIEB et al., 2020). O uso universal de máscaras pode dificultar principalmente que os portadores assintomáticos transmitam o vírus inadvertidamente.

Mesmo que possam dar às pessoas uma sensação de demasiada segurança, as máscaras não substituem as outras medidas, elas dificultam, mas não impedem a transmissão de pessoas infectadas (JEFFERSON et al., 2008), e quando combinadas com a lavagem de mãos, usadas precocemente podem de fato colaborar neste mesmo intuito. Ainda assim, elas desempenham um efeito visual, o de não normalidade (MACINTYRE; CHUGHTAI, 2015).

A pandemia de Covid-19 apresentou complexidades sem precedentes. O vírus teve fases altamente transmissíveis, inclusive por pessoas assintomáticas, dificultando o controle da disseminação. Além disso, o vírus se mostrou por vezes mutável, possibilitando o surgimento de novas variantes mais transmissíveis ou graves. A desigualdade também foi evidenciada, com pessoas economicamente desfavorecidas correndo maior risco de contrair e morrer da doença GARCIA; DUARTE, 2020; QUALLS et al., 2017).

A saúde mental ainda se mostra afetada devido ao isolamento social e preocupações com a saúde. A resposta política dos países foi variada até mesmo no território brasileiro, dificultando a coordenação global na contenção da pandemia. O impacto econômico ainda é significativo, pelo fechamento de empresas e perda de empregos,

ampliando as desigualdades em saúde e bem-estar (NABUCO; PIRES DE OLIVEIRA; AFONSO, 2020)

Essas complexidades abrangeram a transmissibilidade do vírus, sua variabilidade genética, desigualdades socioeconômicas e de acesso à saúde, impacto na saúde mental, resposta política diversificada e o impacto econômico global. Esses desafios demandaram esforços concertados para controlar a disseminação da doença, visando garantir a equidade na resposta à pandemia e mitigar os impactos negativos na saúde e na sociedade como um todo.

A compreensão espacial da disseminação da Covid-19 é fundamental para entendermos o fenômeno. O princípio de localização desempenha um papel essencial na aproximação da realidade e na identificação de problemas com base em contextos reais.

## Análises geoespaciais, as doenças e a Geografia



**'Centro de Londrina. 29/03/2020 (FONTANA, 2020a)**

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 Análises geoespaciais, as doenças e a Geografia**

#### **4.1.1 A escola geográfica locacional**

A Escola Geográfica Locacional, também conhecida como Escola de Chicago, foi um movimento teórico na geografia humana que surgiu no início do século XX. A abordagem locacional enfatizava a análise das atividades humanas em relação às condições do espaço geográfico. Esta vertente do conhecimento geográfico argumentava que as atividades humanas e as relações sociais eram influenciadas pelas condições locais, incluindo o ambiente físico e os aspectos sociais e culturais do lugar. Ela enfocava o estudo dos processos sociais e econômicos em um determinado lugar, bem como as interações entre os grupos sociais que ocupam esse espaço (FERREIRA, 2014).

Segundo o autor, os estudos da Escola Geográfica Locacional foram amplamente aplicados no estudo de fenômenos urbanos, como a formação de cidades, os padrões de distribuição das atividades urbanas e as relações sociais e econômicas no espaço urbano. A abordagem locacional utiliza métodos quantitativos, como análise de dados estatísticos e modelagem matemática, para compreender os fenômenos. No entanto, enfrentou críticas, pois alguns geógrafos argumentavam que ela não considerava adequadamente a influência dos aspectos não locais, como as relações de poder e as dinâmicas sociais. Apesar das críticas, as contribuições da Escola Geográfica Locacional foram fundamentais para o avanço da geografia humana e urbana, como a aplicação de técnicas de concentração (*clusters*) e a dispersão espacial, numa perspectiva mais ampla, considerando fatores como a influência política, a desigualdade social e as dinâmicas culturais.

A abordagem locacional teve um impacto significativo em disciplinas além da geografia, como a economia regional e o planejamento urbano, ao destacar a importância da localização geográfica para o desenvolvimento econômico e as políticas urbanas. Em um mundo cada vez mais globalizado, onde os lugares estão interconectados e os fluxos globais intensificados, compreender as implicações da localização geográfica se torna ainda mais relevante para compreender os desafios e oportunidades do mundo contemporâneo (FERREIRA, 2014).

Os avanços tecnológicos, especialmente nas áreas de geoprocessamento e análise de dados espaciais, têm ampliado significativamente as oportunidades de estudo e aplicação da abordagem locacional. A utilização de Sistemas de Informação Geográfica

(SIG), sensoriamento remoto e *Big Data* espacial tem possibilitado análises mais detalhadas e sofisticadas dos fenômenos relacionados à localização. Essas ferramentas se aplicaram em diversas áreas, como o estudo da localização de empresas e serviços, a análise de redes de transporte e comunicação, a compreensão dos padrões de segregação e desigualdade espacial, bem como a investigação dos impactos das mudanças climáticas na distribuição de fenômenos socioeconômicos.

Dentre os princípios da Escola Geográfica Locacional, pode-se mencionar alguns como "localização", "acessibilidade", "centralidade" e a dependência espacial. A dependência espacial é um dos principais e possui uma importância fundamental nessa corrente de pensamento geográfico.

Waldo Tobler (1970), geógrafo estadunidense, é conhecido pela formulação da "primeira lei da geografia", que resume o princípio da dependência espacial: "Tudo está relacionado a tudo, mas coisas próximas estão mais relacionadas do que coisas distantes". Essa lei reflete a noção de que a interação entre objetos ou fenômenos geográficos diminui à medida que a distância entre eles aumenta. Em outras palavras, as características de um lugar ou evento são mais fortemente influenciadas por lugares ou eventos próximos do que por aqueles que estão distantes. Isso implica que a proximidade geográfica desempenha um papel categórico na maneira como os fenômenos se distribuem e se relacionam no espaço. Essa afirmação sugere também a existência de processos de interação espacial que moldam a distribuição de fenômenos, como migração, comércio, disseminação de doenças, fluxos de informação, entre outros.

Diversos outros autores são notáveis por suas valiosas contribuições para a geografia locacional. Entre eles, destaca-se Walter Christaller, cujo trabalho sobre lugares centrais desempenhou um papel significativo na compreensão da disposição espacial das atividades econômicas (CHRISTALLER, 1966)

Brian J.L. Berry, um geógrafo amplamente reconhecido, é conhecido por suas relevantes contribuições na aplicação da análise espacial, especialmente no campo do geomarketing. Esse campo utiliza técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para compreender os padrões de comportamento dos consumidores e tomar decisões estratégicas nos negócios (BERRY, 1968)

Anthony Gatrell, por sua vez, é um destacado geógrafo da saúde que direcionou sua atenção para a análise espacial dos determinantes da saúde e para a compreensão dos padrões de disseminação de doenças. Ele empregou métodos de análise espacial para



explorar a relação entre o ambiente físico, social e econômico e a saúde da população (GATRELL; BAILEY, 1996).

O eminente analista espacial da escola locacional da geografia, Peter Haggett, concentrou uma considerável parte de sua obra na análise das epidemias como processos espaciais, culminando em sua obra "*The Geographical Structures of Epidemics*". Dentro desse livro, Haggett empreende uma análise minuciosa da influência da geografia na disseminação de doenças infecciosas, explorando a interação entre fatores geográficos, sociais e ambientais que configuram esses processos intrincados. Por meio de abordagens matemáticas e cartográficas, o autor investiga detalhadamente os padrões de propagação das epidemias, considerando vários componentes, como a estrutura geográfica das áreas afetadas, os elementos climáticos e topográficos que afetam a transmissão de doenças e a contribuição dos sistemas de transporte que viabilizam a disseminação de agentes patogênicos. Adicionalmente, Haggett explora a maneira pela qual as interações humanas e a mobilidade, incluindo migração, viagens internacionais e urbanização, desempenham um papel fundamental na expansão dessas epidemias. (HAGGETT, 2000).

Dentro dessa linha de pesquisa, Haggett destaca o impacto das sociabilidades em rede e das interações humanas na propagação de doenças, sublinhando a viabilidade de elaborar estratégias de saúde pública embasadas na compreensão geográfica das epidemias. Sua obra não se limita a analisar a dinâmica das epidemias desde seu surgimento até suas implicações em várias escalas geográficas, mas também incorpora modelos explicativos e estudos de caso, como as epidemias de sarampo em ilhas remotas, para ilustrar suas proposições. Ao longo do trabalho, Haggett reforça a importância de considerar os contextos históricos, socioeconômicos e culturais ao examinar as epidemias e sua relação com as transformações globais. Por meio de uma abordagem abrangente, ele enfatiza estratégias de intervenção cruciais, visando interromper as correntes de infecção e controlar eficazmente a disseminação de doenças. Em resumo, a obra "*Geographical Structures of Epidemics*" oferece uma visão integral e fundamentada sobre como a geografia molda o curso das epidemias, destacando como tal compreensão pode orientar ações de prevenção e controle. Nesse contexto, Haggett contribui significativamente para a interface entre a geografia e a saúde pública. (HAGGETT, 2000).

Junto a outros autores, Haggett investiga de que maneira as epidemias oferecem exemplos notáveis de padrões e processos de difusão. Em sua abordagem, ele explora como a partir de uma localização específica, a doença pode se disseminar para áreas mais abrangentes. Isso ressalta os impactos frequentemente marcantes e angustiantes dessas

epidemias. Sob essa perspectiva, Haggett contribui para a compreensão mais ampla de como as doenças se propagam no espaço e como a geografia desempenha um papel crucial na definição de sua trajetória. Suas análises abrem caminho para uma visão mais completa das epidemias, desde seus locais de origem até suas ramificações globais e regionais. (CLIFF; ORD, 2010).

Haggett e um grupo de colaboradores se aprofundam ainda mais na investigação da disseminação das epidemias de gripe no espaço e ao longo do tempo. Realizando uma pesquisa liderada por geógrafos e um estatístico, eles adotam métodos quantitativos para desvendar a essência das epidemias de gripe em várias escalas, abrangendo desde o nível local até o global. Para alcançar esse objetivo, eles empregam conjuntos de dados abrangentes, que se estendem por um período de 30 anos, obtidos de uma clínica geral, além de dados estatísticos providos pela Organização Mundial da Saúde. Esses dados são minuciosamente analisados com o intuito de trazer à luz os padrões pelos quais a gripe se dissemina. Através dessa abordagem quantitativa, Haggett e seus colegas buscam compreender as dinâmicas subjacentes à propagação da doença, considerando variáveis como localização geográfica, densidade populacional, fatores climáticos e padrões de mobilidade. Isso proporciona uma visão mais abrangente e embasada das complexas interações que influenciam a disseminação da gripe. (CLIFF; HAGGETT; ORD, 1986).

O autor ainda abordou a complexidade de situar a geografia no conhecimento formal, levantando a questão da ambivalência do geógrafo em relação ao seu objeto de estudo e a incerteza sobre qual aspecto da realidade merece atenção. Como resposta a esse dilema, ele propôs uma organização das escolas científicas tradicionais na geografia, com destaque para a escola locacional. O autor identificou quatro principais correntes geográficas clássicas: a diferenciação areal, a abordagem da paisagem, a perspectiva ecológica e, especialmente, a abordagem locacional. (HAGGETT; CHORLEY, 1969).

Haggett (1969) enfatizava veementemente a importância da análise espacial como um meio crucial para compreender as interconexões entre fenômenos geográficos e as disparidades que existem no espaço. Ele era um defensor ardente da geografia humana e sustentava que a análise espacial fornecia os alicerces necessários para entender a complexa relação entre os seres humanos e o ambiente em que estão inseridos. Os estudos de cunho espacial conduzidos por Haggett e outros geógrafos encontraram aplicação em diversas esferas, abrangendo desde o planejamento urbano até a análise de sistemas de transporte, saúde pública, criminalidade e outras áreas relevantes. Seguindo a perspectiva da escola locacional, conforme apresentada por Haggett, a geografia é uma disciplina que

centraliza seus esforços na questão da localização, sendo fortemente moldada pela geometria e topologia do espaço. Nessa abordagem, a ênfase recai sobre a importância da posição geográfica como uma força determinante na compreensão dos padrões e processos que permeiam a interação entre sociedade e meio ambiente.

No âmbito dessa discussão, Sack (1974) amplifica a abordagem, enfatizando que, no contexto da escola espacial (um termo que ele utiliza como sinônimo da escola locacional), a posição geográfica se apresenta como um elemento empírico crucial para formular questionamentos associados à dimensão espacial e para estabelecer a concepção de variável espacial. Nessa perspectiva, a geometria desempenha um papel preponderante, levando essa vertente de pensamento geográfico a afirmar que o espaço não deve ser analisado isoladamente, mas sim em relação à disposição relativa dos objetos em padrões e arranjos espaciais. (FERREIRA, 2006).

Coffey (1981) esclarece que a geometria exerce uma função de destaque, visto que esse paradigma se encontra subjacente às principais características de distribuição dos fenômenos geográficos. Isso implica que a organização e a disposição espacial dos elementos estudados estão intrinsecamente relacionadas às formas geométricas, e afirma que:

O espaço, no seu significado métrico e Euclidiano, parece influenciar a distribuição dos fenômenos e das propriedades não espaciais [...]. As propriedades espaciais - como a localização, por exemplo - ao mesmo tempo em que são independentes das propriedades não espaciais, são influenciadas por estas. A natureza ou a intensidade das propriedades não espaciais, por sua vez, são influenciadas pela localização absoluta ou pela localização relativa (COFFEY, 1981 p. 37).

No contexto da abordagem locacional, estimula-se um ambiente interdisciplinar, fomentando a colaboração entre a geografia e outras disciplinas como a economia, sociologia, ciência política, psicologia e epidemiologia. Essa cooperação enriquece a análise espacial, promovendo uma compreensão mais abrangente dos fenômenos geográficos e das suas implicações. Através dessa interação, diversos aspectos que influenciam a dinâmica espacial são considerados, contribuindo para uma visão mais completa e holística dos fenômenos em questão.

Outro nome de grande relevância que exerceu uma marcante influência na geografia locacional é o de Torsten Hägerstrand, notadamente no âmbito da teoria da difusão espacial. Sua abordagem encontra afinidades com outros clássicos dessa disciplina que aplicaram suas concepções para analisar padrões como migração suburbana, irrigação e urbanização. A metodologia adotada por Hägerstrand se sustenta na metódica

observação empírica para construir generalizações e moldar modelos de simulação. Sua teoria da difusão sustenta que os processos espaciais de disseminação são formados pelo fluxo de informações entre pessoas, e quatro elementos-chave emergem nesse fluxo: o fator temporal, a influência da proximidade geográfica, a possibilidade de saltos entre áreas e a influência de barreiras físicas e sociais. Esses conceitos estabelecem os alicerces da abordagem de Hägerstrand para a compreensão dos mecanismos subjacentes à difusão espacial (OLSSON; HAGERSTRAND; PRED, 1969).

Na mesma vertente da geografia, o geógrafo Richard L. Morrill também explorou a propagação de fenômenos culturais no espaço e no tempo, direcionando seu foco para a difusão espacial. Morrill observa que a difusão muitas vezes parte de centros mais desenvolvidos em direção a outras áreas, enfatizando a carência de atenção aos aspectos macro da difusão e aos padrões espaciais resultantes. Ele ressalta a predominância de modelos matemáticos nas pesquisas, apontando para a negligência dos parâmetros gerais do espaço na abordagem de simulação. Morrill investiga a noção de difusão como um fenômeno ondulatório e questiona se os processos de difusão podem ser tratados como ondas, propondo uma análise mais abrangente sob uma perspectiva de comportamento ondulatório. Ele também estabelece conexões entre seu trabalho e o conceito de ondas de inovação de Hägerstrand, ampliando a aplicação desse conceito na análise da difusão. Morrill salienta a sobreposição de campos de informação com decaimento de distância em pontos de difusão e sublinha a importância das relações entre distância e decaimento nos campos de informação. Em resumo, sua obra oferece uma exploração teórica dos padrões espaciais da difusão, contemplando aspectos tanto microscópicos quanto macroscópicos desse fenômeno (MORRILL, 1968).

Nas suas respectivas áreas de domínio, esses autores desempenharam um papel fundamental no aprimoramento da escola geográfica locacional. Ao investigar padrões e processos no espaço, eles revisitaram a relevância da posição geográfica, enquanto também enfatizaram a interdisciplinaridade inerente à análise espacial. As suas perspectivas desempenharam um papel essencial na formação de uma compreensão mais profunda das intrincadas interações entre a sociedade e o ambiente, sob uma perspectiva espacial.

#### **4.1.2 Análises geoespaciais**

A análise geoespacial, conforme abordada por Anthony Gatrell (1983), engloba três temas principais: arranjo espacial, processos espaço-temporais e predição (ou modelagem espacial).

O arranjo espacial diz respeito ao padrão de distribuição de objetos, como cidades, estradas e indústrias. Os processos espaço-temporais envolvem a modelagem das mudanças nos arranjos espaciais resultantes do movimento e da interação espacial. Também destaca a possibilidade de estudar processos espaciais sem considerar necessariamente o tempo, referindo-se a isso como estatística espacial. Por fim, a predição espacial busca identificar e modelar arranjos espaciais futuros com base em mecanismos e cenários construídos a partir de evoluções passadas.

Embora a análise geoespacial possua um potencial metodológico significativo para auxiliar o estudo de formas espaciais complexas e suas implicações ambientais, alguns pesquisadores da geografia no Brasil incorretamente a percebem como um mero conjunto de técnicas estatísticas para análise de dados espaciais. Ferreira (2014) critica essa falta de reconhecimento da análise geoespacial, numa menor adoção de SIGs nas pesquisas geográficas realizada no país.

Conclui o pensamento afirmando ser necessário destacar a importância de investigar as origens e fundamentos do pensamento espacial na geografia, especialmente devido ao equívoco de algumas pesquisas contemporâneas que utilizam ferramentas tecnológicas e afirmam erroneamente que os SIG surgiram dentro dos próprios SIG. Conforme observado por Ferreira (2006), muitos dos algoritmos de análise geoespacial empregados nos SIG são baseados nos paradigmas da escola espacial anglo-saxônica do meio do século XX.

Ferreira também ressalta que as ideias fundamentais da escola espacial geográfica, das quais os SIG descendem, surgiram em uma época em que os computadores eram chamados de "cérebros eletrônicos" (FERREIRA, 2006). Nesse contexto, Berry estabeleceu, em 1964, as bases conceituais das funções de análise geoespacial (ou comandos) de um SIG.

Um dos feitos pioneiros de Gatrell foi a criação da técnica de "varredura espacial", uma abordagem inovadora para analisar clusters de doenças. Essa metodologia permitiu a identificação de áreas com maior incidência de uma determinada doença e a avaliação estatística da significância desses clusters.

Além disso, Gatrell concentrou seus estudos no acesso aos serviços de saúde, explorando como a localização de clínicas e hospitais pode afetar a acessibilidade desses serviços para a população. Ele também investigou a relação entre a exposição a poluentes e a ocorrência de doenças, levando em consideração fatores geográficos e socioeconômicos que influenciam essa relação.

As pesquisas espaciais realizadas por Gatrell e outros geógrafos contribuíram para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a ocorrência e distribuição de doenças, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes na área da saúde.

#### **4.1.2.1 Dependência espacial e estudos das doenças**

A dependência espacial desempenha um papel central na abordagem locacional da geografia e é considerada um princípio fundamental nessa corrente de pensamento geográfico. Hepple (1974) estabeleceu uma relação entre esse paradigma e o conceito de organização espacial, destacando que:

Se as variáveis geográficas forem independentes espacialmente, ou seja, se o valor de uma área não tiver relação com os valores das áreas vizinhas [...], então não haverá ordem ou organização espacial a ser explicada. Nesse caso, os conceitos de diferenciação areal e de regiões homogêneas seriam mais apropriados para entender a localização de um fenômeno [...]. A interdependência espacial está no cerne da Geografia [...]; na Geografia, o que ocorre em um lugar não é independente do que ocorre em outro (HEPPLE L W, 1974 p. 96 e 97).

Há várias teorias que abordam a interdependência espacial entre fenômenos e informações geográficas. Essas teorias englobam uma variedade de métodos de análise de superfície, como autocorrelação espacial, análise de tendência de superfícies, variogramas e métodos de interpolação para a criação de mapas isotópicos (FERREIRA, 2006). Para obter uma compreensão mais aprofundada dos pressupostos da escola espacial ou locacional, podemos recorrer ao trabalho de Sack (1974), que estabelece as principais distinções entre as abordagens das escolas corológica e espacial, consideradas pelo autor como "teses e antíteses em uma dialética geográfica" (SACK, 1974 p.439).

Essa distinção foi destacada por Sack, quando afirmou que a escola corológica concentra-se na natureza e nas relações entre lugares ou regiões específicas, enquanto a escola espacial enfatiza a disposição geométrica de padrões dos fenômenos. No final do

século XIX, a geografia francesa de Vidal de la Blache e a antropogeografia germânica de Ratzel desempenharam exemplos da escola corológica, enquanto a escola locacional abrangeu disciplinas geográficas cujo conhecimento é fundamentado em paradigmas geométricos, como cartografia e análise geoespacial.

A dependência espacial, mencionada anteriormente como um paradigma da escola locacional, desempenha um papel importante na análise espacial de dados de saúde. Essa dependência ocorre quando os valores de saúde em uma determinada localidade estão correlacionados com os valores de localidades vizinhas, o que significa que a condição de saúde de uma pessoa pode ser influenciada pela condição de saúde de seus vizinhos. A exploração dessa interdependência espacial pode ser realizada por meio de métodos de análise espacial, como a Estimativa de Kernel e a análise de autocorrelação espacial. Essas técnicas permitem identificar padrões de doenças e avaliar se esses são aleatórios ou apresentam algum tipo de estrutura. Estudos sobre a dependência espacial na área da saúde são valiosos para compreender o impacto de fatores ambientais, sociais e econômicos em diferentes regiões. Essas análises podem identificar áreas com maior risco de doenças e contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e tratamento mais eficazes. Além disso, a modelagem espacial pode fazer previsões sobre a ocorrência de doenças levando em consideração variáveis ambientais, socioeconômicas e de saúde (FERREIRA, 2014).

Vários autores fizeram contribuições notáveis no campo das análises de autocorrelação e dependência espacial. Começando com Anselin (2010), ele enfatizou a demanda por abordagens inovadoras na análise exploratória de dados, considerando as dimensões espaciais nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Ele destacou que essa necessidade decorreu das capacidades avançadas de visualização, recuperação ágil de dados e manipulação proporcionadas por esses sistemas. Anselin introduziu uma classe abrangente de Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) e exemplificou como esses indicadores desagregaram medidas globais, como o Índice de Moran, em contribuições individuais de cada observação.

Outros pesquisadores, Andrew David Cliff e J. Keith Ord (2010), trouxeram contribuições ao campo da autocorrelação espacial ao se debruçarem sobre a questão da testagem da independência espacial dos resíduos em modelos de regressão de mínimos quadrados. Trabalhando com dados de séries temporais com resíduos distribuídos normalmente e uma estrutura de regressão predefinida, eles introduziram o uso do teste estatístico "I" para avaliar a correlação entre os resíduos geograficamente localizados

dentro desses modelos. Além disso, eles exploraram diversas abordagens para calcular os momentos do teste "I", incluindo métodos de Moran, bem como o método de Durbin e Watson.

Anthony C. Gatrell e Trevor C. Bailey (1996) adotaram uma abordagem interativa na análise de dados espaciais e enfatizaram a importância crítica da interatividade na compreensão e interpretação desses dados. No livro "Interactive Spatial Data Analysis," eles forneceram exemplos práticos de como aplicar ferramentas computacionais para visualização, exploração e análise de padrões espaciais e geográficos. Esses autores não apenas destacaram a relevância de capturar as inter-relações espaciais nos conjuntos de dados, mas também enfatizaram como essa compreensão poderia ser um instrumento poderoso para desvendar fenômenos geográficos complexos. Por várias técnicas de análise, abrangendo métodos estatísticos e técnicas de visualização, os autores permitiram aos usuários interagirem diretamente com os dados, capacitando-os a identificar padrões sutis, anomalias e tendências significativas. Portanto, essa obra representou uma contribuição valiosa para o campo da análise espacial, incentivando uma exploração mais profunda e uma compreensão mais abrangente dos fenômenos que ocorrem no espaço geográfico.

Adicionalmente, os autores exploraram a conexão entre análises espaciais e o campo da Geografia Médica, utilizando uma abordagem interativa de análise de dados espaciais. Isso envolveu a utilização de softwares que possibilitaram a visualização, exploração e potencial modelagem de informações georreferenciadas. Essa abordagem foi especialmente relevante na pesquisa epidemiológica, permitindo uma análise aprofundada tanto dos fatores ambientais quanto dos aspectos geográficos que influenciaram a distribuição de doenças. Os autores também enfatizaram a crescente disponibilidade de softwares específicos para esses fins em diversas plataformas e sistemas operacionais, atendendo às necessidades dos estudos epidemiológicos. Por meio de estudos de caso, como a investigação de agrupamentos de casos de leucemia infantil em Lancashire, Inglaterra, ou a análise do padrão de ocorrência de linfoma de Burkitt em Uganda, os autores demonstraram de maneira prática as recomendações apresentadas. Esse enfoque interativo ilustrou a eficácia das abordagens de análise espacial na compreensão de padrões de saúde e doença em diversas áreas geográficas (GATRELL; BAILEY, 1996).

Em suma, a dependência espacial desempenha um papel fundamental na geografia, ligando a interação entre diferentes lugares à disposição geométrica dos fenômenos. A interdependência espacial é central na análise de dados de saúde, permitindo identificar



padrões e riscos ligados a fatores sociais, econômicos e ambientais. Via técnicas interativas, estatísticas e de visualização, as análises espaciais avançam, fornecendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos geográficos e sua relação com a saúde e a sociedade em geral. Compreender essa conexão entre lugares e padrões é fundamental para desvendar a complexidade da realidade geográfica e seus impactos.

## **5. MATERIAIS E MÉTODO**

A estrutura desta pesquisa seguiu uma abordagem quantitativa descritiva, focada em investigar o início da pandemia de Covid-19 na região da conurbação paranaense, que englobou as cidades de Cambé, Londrina e Ibiporã - CCLI. O principal objetivo foi analisar a população notificada para casos confirmados de Covid-19. Para atingir esse propósito, o estudo adotou um delineamento de pesquisa não experimental, caracterizado pela natureza transversal e pela abordagem descritivo-correlacional na análise dos dados coletados.

O período de análise dessa pesquisa comportou os casos e óbitos de Covid-19 notificados entre 22 de março de 2020 e 31 de dezembro de 2020, delimitando-se aos perímetros urbanos que constituíram a CCLI. Todos os casos e óbitos confirmados dentro dessa janela temporal e área geográfica foram incluídos na análise.

Essa seção concluiu com um fluxograma detalhado que teve o objetivo de facilitar a compreensão das etapas metodológicas empregadas no estudo (fig. 15). Esse fluxograma ofereceu uma representação visual sequencial e clara das várias fases da pesquisa, desde a coleta de dados até a aplicação de análises estatísticas. A apresentação gráfica desse processo contribuiu para a transparência do estudo, permitindo que os leitores entendessem de maneira mais completa a metodologia adotada e, assim, houvesse replicabilidade dos procedimentos.

Além disso, é relevante enfatizar que esta pesquisa teve o objetivo de fornecer uma compreensão abrangente do cenário inicial da pandemia na CCLI. O intuito contribuiu para a compreensão dos impactos iniciais da Covid-19 nesse contexto específico. Os resultados obtidos puderam ser valiosos para a formulação de estratégias futuras de prevenção e controle de doenças, além de terem direcionado intervenções e medidas de atenção em áreas específicas da região.

### **5.1 Fonte e organização dos dados**

A coleta dos dados fundamentais para esta pesquisa foi realizada por meio do sistema Notifica Covid da 17ª Regional de Saúde do Estado do Paraná, disponibilizados em formato de planilha. Tais dados, considerados secundários, compreenderam microdados individualizados e anonimizados, em total respeito às considerações éticas. Quando se trata de representar a localização de casos de doenças, a proteção da

privacidade e confidencialidade dos indivíduos é primordial. A divulgação de informações pessoais poderia ter comprometido a privacidade das pessoas afetadas e, em alguns casos, até mesmo resultado em estigmatização.

Inicialmente, os casos foram submetidos a filtros e seleções baseadas na variável "confirmado" para a Covid-19 (WHO, 2021), e considerando o município de residência declarado dentro da CCLI - Cambé, Londrina e Ibiporã. Adicionalmente, foram incluídos apenas os casos nos quais as informações referentes ao endereço continham dados sobre logradouro e número predial.

Posteriormente, os dados foram organizados em uma sequência cronológica, adotando-se a unidade de agregação temporal em semanas epidemiológicas, a partir da primeira notificação. Esse processo abrangeu um total de 41 semanas (fig. 13). Ao empregar dados secundários, submetidos a critérios de seleção específicos, foi possível conduzir uma análise minuciosa e precisa dos casos de Covid-19 na CCLI. Essa abordagem proporcionou informações relevantes sobre a trajetória da doença ao longo do período examinado, com resultados mais detalhados e embasados.

**Figura 13 Semanas epidemiológicas para Covid-19 na CCLI (2020)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																						
DATA	22/03/2023	28/03/2020	29/03/2023	04/04/2020	05/04/2020	11/04/2020	12/04/2020	18/04/2020	19/04/2020	25/04/2020	26/04/2020	02/05/2020	03/05/2020	09/05/2020	11/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	06/06/2020	13/06/2020	14/06/2020	20/06/2020	21/06/2020	27/06/2020	28/06/2020	04/07/2020	05/07/2020	11/07/2020	12/07/2020	18/07/2020	19/07/2020	25/07/2020	26/07/2020	01/08/2020	02/08/2020	08/08/2020			
SE	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41																					
DATA	09/08/2020	15/08/2020	16/08/2020	22/08/2020	23/08/2020	29/08/2020	30/08/2020	05/09/2020	06/09/2020	12/09/2020	13/09/2020	19/09/2020	20/09/2020	26/09/2020	27/09/2020	03/10/2020	04/10/2020	10/10/2020	11/10/2020	17/10/2020	18/10/2020	24/10/2020	25/10/2020	31/10/2020	01/11/2020	07/11/2020	08/11/2020	14/11/2020	15/11/2020	21/11/2020	22/11/2020	28/11/2020	29/11/2020	05/12/2020	06/12/2020	12/12/2020	13/12/2020	19/12/2020	20/12/2020	26/12/2020	27/12/2020	31/12/2020

Org. O próprio autor

Destaca-se que a pandemia de Covid-19 no Brasil trouxe consigo desafios significativos quanto à notificação eficaz da doença em todo o país. A subnotificação e a baixa testagem promovida pelo governo brasileiro comprometeram a avaliação da situação. A falta de informações também se tornou um elemento crucial para entender o panorama brasileiro. De acordo com estimativas de França et al. (2022), é provável que as estatísticas oficiais do Brasil tenham subestimado a prevalência da doença em pelo menos 18% ao longo de 2020.

Nas notificações realizadas por profissionais de saúde, observou-se uma notável falta de preenchimento nos campos de resposta aberta relacionados à ocupação profissional, além de erros gramaticais e inconsistências na digitação dos endereços.

Resultados do estudo "Condições de Trabalho dos Profissionais de Saúde no Contexto da Covid-19" (MACHADO et al., 2022), conduzido pela Fiocruz em todo o país, indicam que quase 50% dos profissionais de saúde admitiram enfrentar sobrecarga de trabalho durante essa crise de saúde global. Muitos deles relataram jornadas exaustivas, frequentemente ultrapassando 40 horas semanais. Ademais, um significativo percentual de 45% dos profissionais tinha mais de um emprego para garantir sua subsistência, refletindo as dificuldades financeiras enfrentadas. Essa realidade pode ter contribuído para possíveis falhas de atenção decorrentes do cansaço provocado pelas longas horas de trabalho.

É importante também ressaltar que as conclusões desta pesquisa se baseiam exclusivamente em dados espaciais derivados dos endereços dos casos notificados. É sabido que nem todos os indivíduos afetados pela Covid-19 tinham um CEP para serem contabilizados, como pessoas em situação de rua. Portanto, as representações elaboradas nesta pesquisa não englobam esses cenários, o que constituindo uma limitação.

Entre outras limitações metodológicas, o processo cartográfico e analítico espacial foi o procedimento central empregado para compreender a disseminação da Covid-19 por meio da perspectiva geográfica. A compreensão espacial da propagação da doença fundamentalmente responde à pergunta: onde está ocorrendo o fenômeno? Esse princípio de localização é vital para uma aproximação mais realista e para a identificação de problemas com base em contextos concretos.

Esclarecer as limitações da pesquisa é imperativo para os leitores, especialmente no contexto dos números e das suas eventuais lacunas. É importante recordar que os números representam vidas afetadas pela infecção, resultando em óbitos, sequelas ou recuperações. Essa consciência é fundamental, visto que nenhum mapa ou gráfico pode capturar completamente essas experiências humanas.

Este estudo é parte do projeto de pesquisa intitulado "Perfil Clínico Epidemiológico e Aplicação de Tecnologias para Mapeamento, Compreensão e Controle da Disseminação da Covid-19 nos Municípios Pertencentes à 17ª Regional de Saúde". O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos, com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) número 38855820.6.0000.523, e o Parecer número 4.374.235, emitido em 01 de novembro de 2020.

## 5.2 Geocodificação

O processo de geocodificação desempenhou um papel essencial na vinculação dos endereços presentes nos dados de notificação dos sistemas de saúde a uma base de dados viários usada como referência espacial. Esse procedimento resultou na atribuição de coordenadas geográficas (latitude e longitude) a cada endereço identificado, culminando na criação de uma malha de pontos correspondente.

Na condução da geocodificação, os endereços foram agrupados em lotes contendo até 2500 elementos e as coordenadas geográficas obtidas a partir do software de livre acesso *Google Earth Pro* (GOOGLE, 2022), que desempenha uma atuação satisfatória para esse propósito (FERREIRA; MENDES, 2019). Durante o processo de geocodificação, os endereços que se mostraram incompletos, inexistentes ou inválidos foram considerados perdas, levando a uma redução de  $n=3.419$  (-11,8%) casos confirmados e  $n=26$  óbitos (-6,6%). Ao término do procedimento, restaram  $n=27.289$  casos e  $n=366$  óbitos com endereços válidos nos limites do perímetro urbano.

A malha de pontos resultante da geocodificação foi integrada em um ambiente georreferenciado para fins de visualização e preparada para análises exploratórias no Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS, versão 3.22 (QGIS, 2023a). Essa integração envolveu a utilização das bases cartográficas disponibilizadas pelo Sistema de Informação Geográfica de Londrina (SIGLON, 2021), a malha digital municipal (IBGE, 2021a) e a base de faces de logradouros do Brasil (IBGE, 2021b), agregando informações geográficas relevantes à pesquisa.

## 5.3 Mapa de bairros

Visando proporcionar clareza e guia ao leitor durante as análises de cada tópico do estudo, foi criado um mapa que delimita as diferentes regiões da CCLI, incluindo Cambé<sup>8</sup>, Centro, Ibiporã, Leste, Norte, Oeste e Sul. Nestas representações, os bairros foram identificados por códigos compostos, iniciados pelas letras correspondentes a cada região (exceto o Centro, representado pela letra 'T'), seguidos por um número identificador. Esses códigos foram sobrepostos nos mapas da pesquisa. A construção deste mapa teve como

---

<sup>8</sup> Embora Cambé e Ibiporã sejam municípios integrantes da CCLI, a fim de promover uma notação mais clara e facilitar a compreensão, eles serão tratados como regiões durante as análises, em conjunto com as demais.

base a camada de bairros de Londrina e com o plugin '*Quickmapservice*' do SIG QGIS, com informações fornecidas pela camada *Google Roads*.

#### **5.4 Círculos concêntricos**

Após a fase de processamento dos dados e a realização da geocodificação utilizando abordagens de cartografia temática, as informações relacionadas aos casos e óbitos foram transformadas em representações espaciais por meio de mapas que empregam círculos concêntricos proporcionais, com foco centralizado em cada setor censitário. Essa estratégia foi selecionada com o intuito de explorar visualmente os padrões geográficos dos dados.

No âmbito da visualização dos casos e óbitos, conduziu-se uma etapa preliminar de pré-processamento para eliminar os valores zerados. A seguir, os dados foram organizados em categorias por meio da abordagem de categorização conhecida como "Quebras Naturais" utilizando o Método de Jenks. O Método de Jenks estabelece limites de classe onde existem discrepâncias notáveis entre os valores dos dados, promovendo uma segmentação coerente (ESRI, 2017).

A identificação desses limites é alcançada por meio da classificação crescente dos valores da variável em um gráfico de frequência, permitindo a detecção dos momentos de transição significativa entre os agrupamentos. A quantidade de classes e o tamanho dos intervalos são determinados após a construção do diagrama, ajustando-se às peculiaridades dos dados em questão (FERREIRA, 2014).

Para a representação dessas categorias foi concretizada por meio da utilização de círculos com tamanhos variáveis, apresentando diâmetros que variam entre 1 e 10 milímetros. Além disso, esses círculos exibem uma opacidade de 70%, contribuindo para uma apresentação visual clara e eficaz das informações geográficas sobrepostas.

#### **5.5 Concentração de ocorrências**

A técnica empregada para visualizar a concentração de casos e óbitos baseou-se na geração de mapas através do método de estimativa de Kernel, também conhecidos como mapas de calor. Ao ajustar a coloração sobre a superfície, é possível discernir regiões

destacadas, representando uma maior concentração de eventos quando consideramos distâncias menores entre eles.

O método para definição do valor do raio de alcance (R) foi baseado no trabalho de Rizzatti et al. (2020). Nesse método considera-se os resultados produtos da adição ou da subtração da média da distância média ( $\bar{x}$ ) de cada ponto à média do desvio padrão ( $\bar{x}\sigma$ ), visando buscar uma aproximação mais precisa para os valores dos pontos, conforme expresso na equação:

$$R = \bar{x} \pm \bar{x}\sigma$$

Onde  $\bar{x}$  é a média da distância média e  $\bar{x}\sigma$  é a média do desvio padrão.

Após realizar testes no Sistema de Informação Geográfica (SIG), a escolha recaiu sobre o valor de R mais baixo, ou seja, a subtração. Essa opção não ocasionou descontinuidade ou suavização excessiva. Por outro lado, no teste, o uso do valor de adição resultou em uma suavização demasiada das categorias, potencialmente induzindo a interpretações errôneas sobre a situação da COVID-19 na cidade (RIZZATTI et al., 2020). A função escolhida foi a quartica.

No mapa referente aos casos de Covid-19 no ano de 2020, utilizou-se o parâmetro de raio  $R=3703$  metros para representar a incidência dos casos. Para os óbitos, o raio empregado foi de  $R=3686$  metros. Essa seleção implica que cada ponto originou um círculo de influência, que ao sobrepor-se a outro ponto, resultou em atribuições de cores, gerando áreas intensas em locais onde ocorreram múltiplos encontros.

Para apresentar ao leitor informações claras sobre as áreas de maior e menor concentração, foram aplicadas ao raster sete classes de intervalos iguais. Utilizou-se o método de Cumulativa Corte de contagem, juntamente com uma escala de cores única em gradiente. A interpolação foi realizada em modo discreto, com uma transparência de 80% e a renderização foi efetuada por multiplicação.

Para a representação cartográfica das diferentes faixas etárias, a técnica de estimativa de Kernel foi novamente empregada, seguindo o mesmo procedimento anterior. Os raios utilizados para demarcar essas faixas apresentam os seguintes valores em metros: para os casos de indivíduos com idade  $\leq 17$  anos, o raio (R) foi de 4062 metros; para a faixa etária de 18 a 59 anos, o raio utilizado foi de 3703 metros; e para aqueles com idade  $\geq 60$  anos, o raio adotado foi de 3673 metros.

Quanto aos mapas referentes aos óbitos, observou-se o seguinte padrão: para o grupo etário  $\leq 17$  anos, não foram registrados óbitos; para a faixa etária de 18 a 59 anos, o raio utilizado foi de 3714 metros; e para indivíduos com idade  $\geq 60$  anos, também foi adotado o raio de 3714 metros.

## 5.6 Variáveis do Censo Demográfico

Compreender a população envolvida no recorte escolhido encontrou um entrave imposto aos pesquisadores brasileiros: a utilização da base de dados demográficos com mais de uma década de permanência, a do Censo Demográfico de 2010. Devido a desafios logísticos e sanitários, a realização de um levantamento tão amplo como um novo recenseamento, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, responsável por essa ação, decidiu adiar a sua realização<sup>9</sup> (IBGE, 2020). Ainda que realizados ajustes para variáveis como faixa etária, por exemplo, o retrato se mostra pálido para uma população analisada em 2020.

As variáveis utilizadas abrangem cor / raça; idade e rendimento mensal espacializadas pelos setores censitários urbanos da CCLI (quadro 01).

**Quadro 1 Variáveis e subvariáveis do Censo Demográfico (2010) elegidas para representação e análise**

Variável	Subvariável
<b>Cor ou Raça, idade e gênero (Pessoa03UF)</b>	V002 Pessoas Residentes e cor ou raça - branca V003 Pessoas Residentes e cor ou raça - preta V004 Pessoas Residentes e cor ou raça - amarela V005 Pessoas Residentes e cor ou raça - parda V006 Pessoas Residentes e cor ou raça - indígena
<b>Idade, total (Pessoa11UF)</b>	(Somatória) V084 Pessoas com 50 anos de idade V085 Pessoas com 51 anos de idade V086 Pessoas com 52 anos de idade V087 Pessoas com 53 anos de idade

<sup>9</sup> Em 2020, o Ministério da Economia reduziu drasticamente o orçamento do Censo, levantando preocupações sobre sua viabilidade e qualidade. O IBGE solicitou um aumento de verbas, mas não obteve sucesso. Em abril de 2021, o ex-presidente Jair Bolsonaro anunciou a suspensão do Censo Demográfico devido a questões financeiras e de segurança sanitária relacionadas à pandemia de Covid-19. Mais tarde, em agosto de 2021, foi anunciado que o Censo não seria realizado em 2021 e seria adiado para 2022 (G1, 2021). A coleta domiciliar do Censo Demográfico foi encerrada pelo IBGE em 28 de fevereiro de 2023 (IBGE, 2023a), e a divulgação dos resultados está programada para o final de junho de 2023 (IBGE, 2023b).



	V088 Pessoas com 54 anos de idade
	V089 Pessoas com 55 anos de idade
	V090 Pessoas com 56 anos de idade
	V091 Pessoas com 57 anos de idade
	V092 Pessoas com 58 anos de idade
	V093 Pessoas com 59 anos de idade
	V094 Pessoas com 60 anos de idade
	V095 Pessoas com 61 anos de idade
	V096 Pessoas com 62 anos de idade
	V097 Pessoas com 63 anos de idade
	V098 Pessoas com 64 anos de idade
	V099 Pessoas com 65 anos de idade
	V100 Pessoas com 66 anos de idade
	V101 Pessoas com 67 anos de idade
	V102 Pessoas com 68 anos de idade
	V103 Pessoas com 69 anos de idade
	V104 Pessoas com 70 anos de idade
	V105 Pessoas com 71 anos de idade
	V106 Pessoas com 72 anos de idade
	V107 Pessoas com 73 anos de idade
	V108 Pessoas com 74 anos de idade
	V109 Pessoas com 75 anos de idade
	V110 Pessoas com 76 anos de idade
	V111 Pessoas com 77 anos de idade
	V112 Pessoas com 78 anos de idade
	V113 Pessoas com 79 anos de idade
	V114 Pessoas com 80 anos de idade
	V115 Pessoas com 81 anos de idade
	V116 Pessoas com 82 anos de idade
	V117 Pessoas com 83 anos de idade
	V118 Pessoas com 84 anos de idade
	V119 Pessoas com 85 anos de idade
	V120 Pessoas com 86 anos de idade
	V121 Pessoas com 87 anos de idade
	V122 Pessoas com 88 anos de idade
	V123 Pessoas com 89 anos de idade
	V124 Pessoas com 90 anos de idade
	V125 Pessoas com 91 anos de idade
	V126 Pessoas com 92 anos de idade
	V127 Pessoas com 93 anos de idade
	V128 Pessoas com 94 anos de idade
	V129 Pessoas com 95 anos de idade
	V130 Pessoas com 96 anos de idade
	V131 Pessoas com 97 anos de idade
	V132 Pessoas com 98 anos de idade
	V133 Pessoas com 99 anos de idade
	V134 Pessoas com 100 anos ou mais
<b>Renda da Pessoa Responsável (ResponsavelRenda_UF)</b>	V022 Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis

**Org. O próprio autor. Fonte: (IBGE, 2011b)**

Cada variável foi concatenada à base cartográfica dos setores censitários urbanos (IBGE, 2010) gerando um arquivo vetorial areal, com eles foram elaborados mapas coropléticos. Em conjunto, a partir dos setores censitários, obteve-se pontos centroides contendo os respectivos atributos unidos aos dados de casos notificados de Covid-19.

Além do mapa coroplético inicial, um segundo mapa complementa a representação por meio da aplicação de uma interpolação usando o método *Inverse Distance Weighting* - IDW, notavelmente incomum para esse contexto, entretanto, o resultado tem o intuito de conferir dinamismo aos dados coropléticos, permitindo uma representação mais fluida nas áreas de menor incidência (representadas por cores frias) e nas áreas de maior incidência (indicadas por cores quentes). Isso contribui significativamente para auxiliar o leitor na interpretação espacial dos dados, ampliando sua compreensão visual.<sup>10</sup>

A interpolação IDW é uma técnica utilizada na análise espacial e na cartografia para estimar valores em locais não amostrados com base nas informações disponíveis em pontos amostrados circundantes. Em essência, o IDW atribui pesos inversamente proporcionais à distância entre os pontos amostrados e o ponto de interesse a ser interpolado (ESRI, 2022a). A partir da camada vetorial de pontos dos centroides, identificados pelo atributo associado a estruturas lineares, foi conduzida a seguinte metodologia:

O coeficiente P utilizado para o cálculo da distância foi fixado em 2, abrangendo uma extensão de influência que englobou toda a CCLI. O resultado subsequente foi então recortado para delimitar seu alcance.

Para a representação visual, empregou-se a técnica de Cumulativa Corte de Contagem, utilizando o método de interpolação discreto. A escala de cores foi estabelecida em um gradiente que varia de tons frios a quentes, com intervalos uniformes de 10 classes. Adicionalmente, uma transparência de 70% foi aplicada para atingir o equilíbrio adequado entre clareza e contexto.

A escala de intensidade de cores foi rotulada de maneira descritiva, destacando os níveis de concentração como "baixa", "média" e "alta". Isso proporcionou uma referência visual imediata para interpretar os resultados no mapa.

O preparo dos dados e das representações cartográficas foi desenvolvido pelo QGIS. As variáveis do Censo Demográfico também foram analisadas numa matriz de correlação (apresentada mais adiante).

---

<sup>10</sup> Na cartografia tradicional, a cor azul é frequentemente relacionada a corpos de água. Contudo, nesta abordagem temática particular, a representação cartográfica utilizará uma gama cromática que incorpora o azul em um espectro de tons frios, que gradualmente se transforma em matizes mais quentes. Isso resultará aqui na completa dissociação da cor azul com a sua associação usual à água.

## 5.7 Mapas Coropléticos - Indicadores de saúde

Os mapas coropléticos são representações cartográficas em que áreas poligonais são preenchidas com cores conforme a variação de um determinado atributo. Essa técnica visual facilita a identificação de padrões espaciais e a comparação relativa dos valores em diferentes áreas (FERREIRA, 2014; MARTINELLI, 2019).

Para criar os mapas que representam os indicadores de saúde, foi adotada uma abordagem que se baseou nas áreas dos setores censitários. Cada atributo foi categorizado em quatro intervalos de classes usando o método de quebras naturais (Jenks). A escolha de quatro classes não apenas facilita a compreensão por parte do leitor, mas também considera a construção de mapas coropléticos bivariados, derivados destes.

Nesse sentido, as rampas de cores foram desenvolvidas com gradientes de cores primárias, e a renderização foi multiplicada. Essas escolhas têm como propósito realçar a percepção visual e a legibilidade dos mapas bivariados que serão apresentados posteriormente, enriquecendo assim a interpretação dos resultados.

### 5.7.1 Prevalência

A proporcionalidade de indivíduos infectados por uma doença, numa determinada população num período é denominada prevalência. Essa medida de extensão da doença não depende saber de qual momento ocorreu a infecção, trata-se de um retrato do montante de casos (BRASIL, 2023a; KALE; COSTA; RONIR RAGGIO LUIZ, 2009). Essa medida permitiu uma comparação entre as diferentes frações poligonais (setores censitários) por 1000 habitantes<sup>11</sup> e não 100.000 habitantes como é habitualmente calculado. Devido à amplitude das unidades poligonais encontradas demandou-se por tal adaptação.

O cálculo da taxa de prevalência da Covid-19 foi ajustado por 1000 habitantes e se expressa na equação:

$$Prevalência = \frac{\text{Número de casos confirmados de Covid - 19} \times 1000}{\text{População total da CCLI}}$$

---

<sup>11</sup> O IBGE Cidades estimou o tamanho da população dos municípios para o ano de 2021, entretanto, por consonância aos outros dados, nesta pesquisa foi utilizada como 'População total da CCLI' o valor de 651.632 habitantes, somatória dos três municípios com os dados do Censo Demográfico do ano de 2010. Entretanto, ao submeter os mesmos cálculos ao valor estimado população de 2021 não houve diferença significativa nos resultados, por isso a opção de manter os dados do Censo de 2010 como ano de referência.

O produto do cálculo foi representado em um mapeamento coroplético seccional e posteriormente em mapas coropléticos bivariados (junto à variável mortalidade).

### 5.7.2 Mortalidade

A mortalidade de uma doença refere-se ao número absoluto de óbitos atribuídos à doença em uma população total durante um o período determinado. É uma medida que aponta o impacto e a gravidade da doença no que se refere à perda de vidas. A interpretação da mortalidade de valor '7', por exemplo, diz respeito a 7 óbitos a cada 1000 habitantes na população estudada (BRASIL, 2023a; COSTA; KALE; VERMELHO, 2009).

A fórmula para calcular a mortalidade é:

$$Mortalidade = \frac{\text{Número de óbitos confirmados de COVID - 19} \times 1000}{\text{População total CCLI}}$$

O produto do cálculo foi também representado em mapeamento coroplético seccional posteriormente utilizado em mapas coropléticos bivariados (junto às variáveis prevalência e letalidade). Faz-se necessário o destaque de que a completude dos dados de mortalidade pode ser alterada por fatores não diretamente relacionados a Covid-19, como acesso (ou não) a serviços de saúde ou causas externas de morte (COSTA; KALE; VERMELHO, 2009).

### 5.7.3 Letalidade

A letalidade de uma doença é a proporção de óbitos em relação ao número total de casos diagnosticados da doença, representando a gravidade ou o risco de morte associado a essa condição específica por um valor percentual, diferente da mortalidade, expressa em números absolutos (BRASIL, 2023a).

A proporção de pessoas infectadas pela Covid-19 que vieram a óbito por esta mesma doença (e não mais em relação à população total), multiplicado por 100, resulta em valores de letalidade, sendo a fórmula:

$$Letalidade = \frac{\text{Número de óbitos confirmados de COVID - 19}}{\text{Número de casos confirmados de COVID - 19}} \times 100$$

Como os indicadores acima, a letalidade foi representada por mapeamento coroplético seccional e utilizado em um mapa coroplético bivariado (com a variável mortalidade).

É importante considerar as limitações deste cálculo, sendo necessário complementar a análise com os outros indicadores de saúde. Ao utilizar o resultado da letalidade em conjunto com a mortalidade e a prevalência é possível promover uma avaliação mais completa do panorama da Covid-19 na CCLI, considerando as limitações e o contexto específico de cada indicador.

## 5.8 Mapas coropléticos bivariados

A representação de determinantes de saúde por meio de mapas coropléticos bivariados oferece uma abordagem valiosa para compreender as complexas interações entre variáveis em contextos geográficos. Essa técnica permite combinar duas variáveis de representação areal em um único mapa, proporcionando uma visualização conjunta das distribuições espaciais individuais dos fenômenos representados. Ao empregar diferentes tonalidades e intensidades de cores, os mapas coropléticos bivariados destacam as associações entre essas variáveis, enriquecendo a interpretação dos resultados.

Essa abordagem é particularmente útil para analisar os determinantes de saúde, pois revela padrões de relação e associação que podem não ser evidentes em análises univariadas. A comparação direta dos fenômenos nos mapas bivariados permite identificar áreas com características específicas, como alta prevalência de determinantes de saúde e alta incidência de doenças, ou áreas com baixos valores em ambos os fatores. Essa comparação direta de fenômenos, como "alto-alto", "alto-baixo", "baixo-baixo" e "baixo-alto", é um passo significativo em direção à compreensão das interações complexas (BREWER; PICKLE, 2010).

Para criar mapas coropléticos bivariados, foram utilizadas técnicas avançadas de análise espacial. A obtenção da legenda bivariada foi realizada por meio do complemento *'bivariate legend'* no SIG QGIS (QGIS, 2021). Ao utilizar a renderização multiplicada, essa

técnica não apenas ressalta as relações entre os fenômenos representados, mas também aprimora a percepção visual das associações.

## 5.9 Clusterização Espacial

Para reconhecer os episódios de surto durante o início da pandemia de Covid-19, sua distribuição e arranjos ao longo das 41 semanas analisadas utilizou-se a Clusterização Espacial Baseada em Densidade de Aplicações com Ruído (do inglês, *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* - DBSCAN<sup>\*12</sup>). Este método de análise espacial indica agrupamentos de pontos nos conjuntos de dados analisados com base na densidade local (BIRANT; KUT, 2007; QGIS, 2023b).

A definição de surto pode ser abrangente e flexível, nesta pesquisa, segundo Braga e Werneck (2009), surto:

[...] é a ocorrência de um evento relacionado à saúde (doença, complicações da doença e comportamento relacionado à saúde) que claramente exceda a expectativa normal. [...] não há nenhuma regra o número dos casos que devem existir para que um surto seja considerado uma epidemia [...] também não há nenhuma regra em relação à extensão geográfica [...] um surto pode abranger qualquer período. (BRAGA; WERNECK, 2009, p.155)

O agrupamento (ou *cluster*) obtido, considera a proximidade de ocorrências numa densidade mínima e por um raio de busca, sem se limitar a formas geométricas específicas. O algoritmo seleciona um ponto não visitado e verifica se ele tem vizinhos próximos no raio de busca e se está separados por áreas vazias ou esparsas, a conectividade espacial é um fator fundamental. Se o número mínimo de vizinhos exigido for atingido, um novo cluster é formado e seus vizinhos também são verificados. Esse processo continua até que todos os pontos sejam visitados e que os relevantes sejam incluídos em clusters ou classificados como ruído (fig. 14). É eficaz para grandes conjuntos de dados, ao utilizar técnicas de indexação espacial para acelerar o processo de busca (BIRANT; KUT, 2007; ESRI, 2022d; QGIS, 2023e).

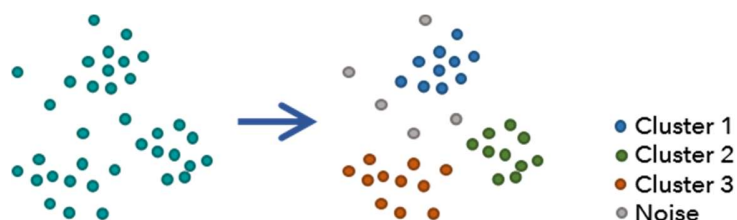
Após testagens de diferentes valores, a métrica utilizada na pesquisa foi determinada no grupo de tamanho mínimo com 5 pontos num raio de 10 m por SE. Esses parâmetros significam que se numa mesma semana epidemiológica houver 5 ou mais

---

<sup>12</sup> A utilização de '\*' na sigla DBSCAN, denota que a técnica realizou tratamento dos pontos em bordas com ruído.

casos confirmados num raio de 10 m serão identificados num cluster, ou seja, serão considerados integrantes de um evento de surto.

**Figura 14 Representação do processo de Clusterização Espacial DBSCAN\***



Fonte: (ESRI, 2022b)

O resultado geral do processo de clusterização foi uma segmentação dos dados em grupos significativos de 41 novas camadas vetoriais considerando o tempo, permitindo a análise e interpretação dos padrões espaciais presentes nos dados. Estas novas camadas deram bases para as seguintes análises a partir dos eventos de surtos: centro médio de eventos, vetor de mobilidade e elipses de desvio padrão.

### 5.9.1 Centro médio de eventos

O centro médio de eventos - CME é uma técnica da análise espacial, que permite identificar o centro médio ponderado com base nas coordenadas dos eventos espaciais. Essa abordagem permite determinar a localização central das ocorrências e a influência da densidade de eventos em cada região (FERREIRA, 2014; QGIS, 2023c).

Neste estudo, o CME foi aplicado às camadas resultantes do algoritmo DBSCAN\*. Essa abordagem foi adotada para eliminar a sensibilidade aos eventos extremos, ou seja, aos valores discrepantes que poderiam distorcer a identificação dos núcleos verdadeiros de surtos. Ao utilizar o CME em conjunto com o DBSCAN\*, foi possível obter pontos que indicavam os centros das ocorrências de surtos, auxiliando na identificação das áreas com maior potencial de transmissão da doença.

Essa abordagem espacial contribui para uma melhor compreensão da distribuição geográfica dos surtos, permitindo a identificação precisa dos locais com maior concentração de casos. Ao mapear os núcleos de transmissão, os esforços de prevenção e controle

podem ser direcionados de forma mais efetiva, visando reduzir a propagação da doença e proteger a saúde da população.

### **5.10 Elipses de desvio padrão**

Além do CME, outra técnica de análise espacial utilizada para representar a dispersão e variabilidade dos dados ao redor de um ponto central é a utilização de elipses de desvio padrão - EDP. As EDP são feições poligonais com formato elíptico que permitem visualizar a distribuição espacial dos pontos e identificar áreas de maior ou menor concentração de casos, padrões de agrupamento, propagação e áreas de maior incerteza (FARIA; DINIZ; ALVES, 2020; YUILL, 1971).

Para criar as EDP, partindo do CME, calcula-se o desvio padrão das coordenadas dos pontos em relação ao centro de referência. Com base nesses desvios padrão, é possível construir elipses que representam a dispersão dos pontos. A forma (excentricidade) e a orientação das elipses fornecem informações sobre a variabilidade espacial dos dados no espaço. Dessa forma, as EDP complementam a análise, permitindo uma compreensão mais completa da distribuição geográfica dos eventos.

No presente estudo, o complemento '*Standard Deviation Ellipse*' do SIG QGIS (TVEITE, 2016), aplicado por meio do método *Crimestat*, foi utilizado para a elaboração das EDP. Esse método realiza correções importantes, considerando o número de observações e a dependência espacial dos dados, resultando em elipses mais realistas e precisas.

### **5.11 Vetor de mobilidade**

A fim de analisar os movimentos e interconexões espaciais dos surtos de Covid-19, foi atribuído um segmento de reta que unifica os CME de cada SE, resultando em um vetor de mobilidade que representa o centro de massa dos surtos (FERREIRA, 2014). Esse vetor de mobilidade fornece informações essenciais sobre a direção e velocidade da propagação da doença, neste estudo, em uma base semanal.

Ao utilizar os CME como pontos de origem e destino do centro de massa semanal dos surtos, é possível descrever seus movimentos e interações espaciais. Essa abordagem permite analisar detalhadamente a dispersão da doença, a orientação e magnitude dos



desvios padrão em estruturas poligonais, bem como a estrutura linear do vetor de mobilidade. Esses elementos são fundamentais para compreender a direção e velocidade dos surtos de Covid-19 na CCLI.

Visando apresentar visualmente essa análise espacial, os resultados obtidos, que incluem o vetor de mobilidade e as EDP, foram unificados em uma coleção de nove mapas. Esses mapas retratam o percurso dos CME em uma representação pontual por SE, evidenciando a dispersão, orientação e magnitude dos desvios padrão nas estruturas poligonais. Além disso, a estrutura linear do vetor de mobilidade indica a direção e a velocidade dos surtos de Covid-19 na CCLI.

Essa abordagem integrada, que combina o vetor de mobilidade com as EDP, fornece uma visão abrangente e detalhada dos padrões de propagação da doença.

Com as variáveis nominais "Orientação da elipse" e "Região de ocorrência do CME" derivadas da clusterização espacial realizou-se uma análise estatística com o teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para examinar possíveis associações utilizando o software estatístico Jamovi (JAMОВI, 2021). O teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) é uma técnica estatística usada para avaliar a associação entre duas variáveis categóricas. Ele compara as frequências observadas de uma distribuição com as frequências esperadas, que seriam esperadas se não houvesse relação entre as variáveis. O teste calcula uma estatística  $\chi^2$ , comparada com um valor crítico da distribuição qui-quadrado para determinar se a associação entre as variáveis é significativa ou se poderia ter ocorrido devido ao acaso (JAMОВI, 2021b). O teste qui-quadrado é amplamente empregado em pesquisas e análises para verificar se existe uma relação estatisticamente significativa entre as categorias das variáveis, permitindo inferências sobre a dependência ou independência entre elas.

Além disso, para investigar ainda mais as relações entre as variáveis ordinais e contínuas, como "Distância em metros", "Azimute do vetor" e "Excentricidade da elipse", realizou-se uma análise de regressão (NAVARRO D. J; FOXCROFT D. R, 2022).

## **5.12 Autocorrelação espacial**

Após a detecção de agrupamentos de casos de Covid-19, surge a pergunta central para a conclusão das análises: os dados apresentam correlação espacial? Com o intuito de responder a essa pergunta, foram aplicadas medidas estatísticas de autocorrelação. Essas medidas permitem identificar a existência de padrões de semelhança espacial entre os pontos de ocorrência da doença.

Foram utilizados três métodos para analisar a correlação espacial: o Índice de Moran univariado, o LISA (Análise de Autocorrelação Espacial Local) e o índice de Getis-Ord (G\*). Esses métodos fornecem informações valiosas sobre a presença de agrupamentos ou dispersões espaciais, auxiliando no entendimento da distribuição e dependência espacial da Covid-19.

As análises de correlação espacial foram realizadas no software GeoDa (GEODA, 2023), uma ferramenta especializada nesse tipo de análise. Em seguida, os resultados foram tratados e representados no SIG QGIS, permitindo uma interpretação mais completa e eficaz dos padrões de correlação espacial dos casos de Covid-19.

### **5.12.1 I de Moran Univariado**

Um dos índices amplamente utilizados na análise geoespacial de mapas binários é o Índice I de Moran (FERREIRA, 2014), também conhecido como coeficiente de autocorrelação espacial global de Moran ou índice de contiguidade espacial. Essa medida estatística é aplicada para identificar a presença de dependência espacial em uma distribuição de variáveis de eventos em todo o conjunto de dados, estimando a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas.

O Índice de Moran é frequentemente utilizado em várias áreas científicas que envolvem análise de dados espaciais, permitindo compreender como os valores estão correlacionados no espaço (CÂMARA et al., 2004).

O resultado do coeficiente de Moran Global varia entre -1 e 1. Valores acima de 1 indicam autocorrelação espacial positiva, o que significa que locais com valores semelhantes estão próximos uns dos outros, ou seja, há uma correlação direta. Valores abaixo de 1 indicam autocorrelação espacial negativa, ocorrendo quando locais com valores diferentes estão próximos uns dos outros. Um valor próximo ou igual a 0 indica autocorrelação espacial próxima ou aleatória, onde não há uma associação espacial significativa entre os valores dos locais.

O cálculo do coeficiente de Moran Global considera os valores de cada local, as distâncias entre os locais e os pesos atribuídos a essas distâncias. O resultado do coeficiente de Moran Global é acompanhado por um valor de p, que indica a significância estatística do resultado. Valores de p abaixo de um nível de significância pré-determinado (geralmente 0,05) indicam que a autocorrelação espacial é estatisticamente significativa. A

utilização de diferentes permutações dos valores de atributos associados às regiões permite criar arranjos espaciais alternativos.

Neste estudo, a malha de setores censitários foi utilizada como unidades areais, adotando a definição de vizinhança do tipo 'rainha'. Na vizinhança do tipo rainha, os elementos vizinhos são definidos de tal forma que incluem todas as células adjacentes em todas as direções (norte, sul, leste, oeste) e nas diagonais, ou seja, uma área de vizinhança mais abrangente (FERREIRA, 2014). Isso implica que cada célula possui um total de oito vizinhos. O uso do termo "rainha" faz analogia ao movimento da peça rainha no xadrez, com capacidade de mover-se em todas as direções. Devido à disposição heterogênea dos setores censitários, optou-se por adotar essa definição de vizinhança em vez do tipo 'torre', que considera apenas as direções cardeais e poderia resultar em agrupamentos mais restritos.

Foram consideradas uma taxa (TX) sobre o 'total de casos' TC e 'total de óbitos' TO, sendo:

$$TX \text{ casos} = \frac{TC}{\text{População total do Setor Censitário}} * 1000$$

e

$$TX \text{ óbitos} = \frac{TO}{\text{População total do Setor Censitário}} * 1000$$

A utilização da taxa permite contextualizar os dados, viabilizando a identificação de padrões espaciais que são pertinentes a esse indicador após ser normalizado. A partir dessas taxas resultaram dois gráficos de dispersão de Moran e seus respectivos valores de significância estatística.

### 5.12.2 I de Moran univariado local (LISA)

O I de Moran univariado local (ou Índice de Autocorrelação Espacial Local de Moran, conhecido como LISA) assim como sua modalidade global, é utilizado para identificar padrões espaciais em conjuntos de dados, entretanto não considerando todos os dados, mas apenas ao nível local.

A técnica do índice LISA emprega a abordagem de vizinhança para calcular a autocorrelação espacial em cada localização, gerando assim um mapa de agrupamentos,

um mapa de significância e um gráfico de dispersão que identifica áreas com associação espacial significativa. O mapa de agrupamentos é categorizado em quatro classes: alto-alto e baixo-baixo, representados por cores mais intensas, denotando agrupamentos de valores similares; e alto-baixo e baixo-alto, representados por cores mais suaves, indicando regiões de transição. Para este estudo, optou-se por combinar os dois mapas, incorporando as informações de cores e as diferentes significâncias estatísticas na legenda do mapa resultante.

### 5.12.3 Índice de Getis-Ord ( $G^*$ )

Índice de Getis-Ord (também conhecido como  $G^*$  ou estatística G de Getis-Ord) é uma técnica geoestatística utilizada para identificar agrupamentos espaciais de alta e baixa associação em um conjunto de dados.

A estatística  $G^*$  de Getis-Ord é calculada para cada local na área de estudo e indica se o local está em um cluster de alta ou baixa associação espacial em relação aos seus vizinhos. Ela considera a intensidade dos valores observados, bem como as características dos vizinhos e a distância entre eles.

Para esta pesquisa foi utilizado os pontos de casos e óbitos, tendo como variável de interesse a SE. A vizinhança para cada local considerou a contiguidade novamente com tipo rainha entre locais, ponderando os valores dos vizinhos mais próximos ao valor médio esperado, considerando a intensidade local e a associação com os vizinhos.

Os clusters identificados no mapa de agrupamento resultante foram classificados em alta associação (pontos quentes) e baixa associação (pontos frios), a partir daí utilizou-se uma nova subdivisão, considerando 3 níveis de significância: 90, 95 e 99% além dos pontos 'não significantes', resultando, portanto, em 7 categorias.

Por fim, os mapas finais são produtos dos dados do mapa de significância e do mapa de agrupamento, os pontos quentes e frios foram processados em mapas derivados utilizando a interpolação IDW.

Na interpolação, o coeficiente P foi fixado em 2 para o cálculo da distância, cobrindo uma amplitude de influência que englobou toda a CCLI. O resultado subsequente foi limitado mediante um recorte. No que tange à representação visual, a técnica utilizada foi a Cumulativa Corte de Contagem, empregando o método de interpolação discreta. A escala de cores foi estipulada com um gradiente que se estende desde tons frios até quentes,

dividida em 10 classes com intervalos uniformes. Além disso, foi aplicada uma transparência de 70% para atingir um equilíbrio apropriado entre clareza e contexto.

### **5.13 Padrão construtivo de imóveis**




Com base nos surtos identificados pela técnica DBSCAN\* e nos dados pontuais de óbitos geocodificados, realizou-se uma categorização das fachadas dos imóveis correspondentes aos locais dessas ocorrências. Foram analisados um total de 101 surtos e 366 óbitos. Essa categorização foi realizada utilizando uma adaptação do manual "*Valores de edificações de imóveis urbanos*" (IBAPE/SP, 2017), conforme descrito no Quadro 02. A utilização dessa categorização compensa a falta de atualização do último censo demográfico, classificando a condição econômica dos afetados por meio da fachada de suas residências. Para isso, foi utilizado o complemento "*Google Street View*" do QGIS, com base em imagens do ano de 2020.





A escolha das cores para cada padrão construtivo foi feita para agrupar e expressar um ordenamento sistemático. A rampa de cores quentes representou variações nos padrões construtivos de apartamentos, enquanto a rampa de cores frias hierarquizou os padrões construtivos de casas de alvenaria e madeira (sendo que, em ambas as rampas os componentes de luminosidade mais intensos indicam maior requinte arquitetônico).

As cores contrastantes nas rampas mencionadas anteriormente referem-se a outras edificações identificadas, como hospitais, centros de reabilitação e outros estabelecimentos relevantes para a análise. Casos em que os pontos se posicionaram em lojas, áreas vazias ou inabitáveis foram descartados para garantir a precisão dos resultados.


**Quadro 2 Padrões construtivos utilizados na categorização de surtos e óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)**

Padrão	Descrição	Foto ilustrativa
<b>APARTAMENTO SUPERIOR</b>	Edifícios com linhas arquitetônicas exclusivas e estilo diferenciado, atendendo a projeto arquitetônico singular, com áreas privativas e sociais amplas e bem planejados, caracterizados pela natureza excepcionalmente nobre dos materiais e dos revestimentos utilizados. Elevadores de marca reputada, com acessos e circulação independentes para a parte social e de serviço. Saguão social amplo e pé-direito elevado, dotado de materiais de acabamento e decoração esmerados e controlado com sistema de vigilância por TV. Áreas externas com grandes afastamentos, planejadas e atendendo projeto paisagístico, em geral, contendo área de lazer completa. Fachadas com tratamento arquitetônico em concreto aparente ou revestimentos com massa raspada, massa texturizada, granito ou material equivalente.	
<b>APARTAMENTO MÉDIO</b>	Edifícios com quatro ou mais pavimentos apresentando alguma preocupação com a forma e a funcionalidade arquitetônica, principalmente no tocante à distribuição interna das unidades, em geral, quatro por andar. Dotados de elevadores de padrão médio (social e serviço), geralmente com acessos e circulação pelo mesmo corredor. As áreas comuns apresentam acabamentos de padrão médio e podem conter salão de festas e, eventualmente, quadras de esportes e piscinas, além de guarita e apartamento de zelador. Fachadas com pintura sobre massa corrida ou texturizada, ou com aplicação de pastilhas, cerâmicas ou equivalentes. Unidades contendo sala para dois ambientes, cozinha, área de serviço conjugada, dois ou três dormitórios (podendo um deles ter banheiro privativo) e uma vaga de garagem por unidade, podendo possuir, também, dependências para empregada.	
<b>APARTAMENTO SIMPLES COM ELEVADOR</b>	Edificações com três ou mais pavimentos, de elevador (marca comum) e satisfazendo a projeto arquitetônico simples. Hall de entrada e corredores com dimensões reduzidas e acabamentos simples, geralmente sem portaria, podendo o térreo apresentar outras destinações, tais como pequenos salões comerciais ou lojas. Eventualmente pode haver espaço para estacionamento contendo vagas de uso coletivo. Fachadas sem tratamentos especiais, normalmente pintadas a látex sobre emboço ou reboco, podendo ter aplicação de pastilhas, cerâmica ou equivalente.	

<b>APARTAMENTO SIMPLES SEM ELEVADOR</b>	<p>Edificações com dois ou mais pavimentos, sem elevador, executadas obedecendo à estrutura convencional e sem preocupação com o projeto arquitetônico, seja de fachada ou de funcionalidade. Hall de entrada e corredores com dimensões reduzidas e acabamentos simples, sem portaria e normalmente sem espaço para estacionamento, podendo, o térreo, apresentar destinações diversas, tais como pequenos salões comerciais, oficinas ou lojas. Fachadas sem tratamentos especiais, normalmente pintadas a látex sobre emboço ou reboco. Unidades normalmente constituídas de sala, um ou mais dormitórios, banheiro, cozinha e área de serviço conjugada, normalmente sem dependências de empregada.</p>	
<b>ALVENARIA LUXO</b>	<p>Edificações em terrenos de grandes proporções, totalmente isoladas, obedecendo a projeto arquitetônico peculiar, demonstrando preocupação com funcionalidade e a harmonia entre os materiais construtivos, assim como, com os detalhes dos acabamentos aplicados. Compostas normalmente de salas para três ambientes ou mais (estar, jantar, escritórios, biblioteca, sala de inverno etc.), lavabo, sala de almoço, copa, cozinha com despensa, quatro ou mais dormitórios (geralmente suítes), dependências para empregados e garagem para no mínimo três veículos. Áreas livres planejadas atendendo projeto de paisagismo, podendo ter piscina, quadra esportiva ou churrasqueira. Estrutura completa de concreto armado. Cobertura em laje impermeabilizada com produtos apropriados, obedecendo a um projeto específico e com proteção térmica ou telhas de cerâmica ou ardósia, sobre estrutura de madeira. Fachadas pintadas a látex acrílico sobre massa corrida, textura ou com aplicação de pedras especiais ou materiais equivalentes, com detalhes definindo um estilo arquitetônico.</p>	
<b>ALVENARIA SUPERIOR</b>	<p>Edificações em geral isoladas, podendo ser térreas ou com mais pavimentos, construídas atendendo a projeto arquitetônico planejado no tocante à disposição interna dos ambientes e a detalhes personalizados nas fachadas. Compostas geralmente de sala para dois ou mais ambientes, três ou mais dormitórios (pelo menos uma suíte), banheiros, lavabo social, copa, cozinha, além de dependências de serviço completas e garagem para dois ou mais veículos. Estrutura mista, cobertura de telhas de barro sobre estrutura de madeira ou lajes maciças impermeabilizadas com proteção térmica. Áreas externas ajardinadas e pavimentadas com pedras ou cerâmicas especiais, eventualmente dotada de piscina ou churrasqueira. Fachadas pintadas a látex sobre massa corrida, textura acrílica ou com aplicação de pedras ou equivalente.</p>	

ALVENARIA MÉDIO	<p>Edificações térreas ou assobradadas, podendo ser isoladas ou geminadas de um dos lados, apresentando alguma preocupação com o projeto arquitetônico, principalmente no tocante aos revestimentos internos. Compostas geralmente de sala, dois ou três dormitórios (eventualmente uma suíte), banheiro, cozinha, dependências para empregada e abrigo ou garagem para um ou mais veículos. Estrutura mista de concreto e alvenaria, revestida interna e externamente. Cobertura em laje pré-moldada impermeabilizada ou telhas de barro apoiadas em estrutura de madeira, com forro. Áreas externas com pisos cimentados ou revestidos com cerâmica comum, podendo apresentar jardins. Fachadas normalmente pintadas a látex sobre emboço ou reboco, usualmente com aplicação de pedras, pastilhas ou equivalentes, na principal.</p>	
ALVENARIA SIMPLES	<p>Edificações térreas ou assobradadas, podendo ser geminadas, inclusive de ambos os lados, satisfazendo a projeto arquitetônico simples, geralmente compostas de sala, um ou mais dormitórios, banheiro, cozinha, podendo dispor de dependências externas para serviços e cobertura simples para um veículo. Estrutura simples de concreto e alvenaria de tijolos de barro ou de blocos de concreto, revestidas interna e externamente. Cobertura em laje pré-moldada impermeabilizada ou telhas de cimento amianto ou barro sobre estrutura de madeira, com forro. Áreas externas sem tratamentos especiais, eventualmente pisos cimentados ou revestidos com caco de cerâmica ou cerâmica comum. Fachadas normalmente pintadas a látex sobre emboço ou reboco, podendo ter aplicação de pastilhas, cerâmicas ou equivalentes, na principal.</p>	
ALVENARIA POPULAR	<p>Construídas sem preocupação com projeto arquitetônico, satisfazendo distribuição interna básica, compostas geralmente de dois ou mais cômodos, cozinha e banheiro. Na maioria das vezes são térreas, erigidas em estrutura simples e alvenaria de tijolos de barro ou de blocos de concreto, total ou parcialmente revestida. Cobertura em laje pré-moldada impermeabilizada por processo simples ou telhas de cimento amianto ou barro sobre estrutura de madeira, podendo apresentar forros. Áreas externas em cimentado rústico ou revestidas com caco de cerâmica ou similar. Fachadas normalmente com emboço ou reboco, podendo ter pintura comum.</p>	
MADEIRA POPULAR	<p>Construídas sem preocupação com projeto arquitetônico, satisfazendo distribuição interna básica, compostas geralmente de dois ou mais cômodos, cozinha e banheiro. Na maioria das vezes são térreas, erigidas em estrutura simples de madeira. Cobertura em laje pré-moldada impermeabilizada por processo simples ou telhas de cimento amianto ou barro sobre estrutura de madeira, podendo apresentar forros. Fachadas podendo ter pintura comum.</p>	



<b>ALVENARIA RÚSTICO</b>	<p>Construídas sem preocupação com projeto, aparentemente sem utilização de mão de obra qualificada ou acompanhamento de profissional habilitado. Associadas à autoconstrução, geralmente apresentam pé-direito aquém dos usuais e deficiências construtivas evidentes, tais como desaprumos e desníveis. Na maioria das vezes são térreas, construídas em alvenaria e normalmente sem estrutura portanto. Cobertura em laje pré-moldada ou telhas em fibrocimento ondulada sobre madeiramento não estruturado e sem forro. Fachadas desprovidas de revestimentos e áreas externas com pisos em terra batida ou cimentado rústico.</p>	
<b>HOSPITAL</b>	Espaços dedicados ao cuidado da saúde como unidades básicas de saúde, clínicas ou leitos hospitalares	
<b>INSTITUCIONAL (ABRIGO PARA IDOSOS)</b>	Edificações destinadas ao acolhimento e cuidado de pessoas idosas ou em situação de vulnerabilidade. Busca proporcionar um ambiente seguro, confortável e funcional, adaptado às necessidades específicas dos residentes. São concebidas considerando a circulação acessível, espaços de convivência, áreas de lazer e quartos adequados para acomodação.	
<b>INSTITUCIONAL (REINTEGRAÇÃO SOCIAL)</b>	Edificações destinadas ao processo de reintegração de indivíduos em situação carcerária que cumpriram a maior parte da pena ou que cometeram crimes de menor gravidade.	
<b>ALBERGUE</b>	Instituição ou estabelecimento que oferece acomodação temporária e econômica para pessoas que necessitam de abrigo por um curto período.	

**Fonte: Adaptado de IBAPE/SP (2017) Org. o próprio autor.**

Com base na categorização dos imóveis, os resultados foram organizados em dois gráficos de barras empilhadas, cada um com um eixo temporal correspondente às SE. O primeiro gráfico categoriza os imóveis e estabelecimentos afetados por surtos nas semanas em que ocorreram, enquanto o segundo gráfico categoriza os imóveis e estabelecimentos com registros de óbitos por Covid-19.

#### 5.14 Ocupação profissional

Visando destacar as ocupações profissionais mais frequentes no campo de notificação da doença durante o período analisado, foi criada uma representação visual chamada 'nuvem de palavras' utilizando o site *wordclouds.com* (ZYGOMATIC, 2023). Essa nuvem é composta por todas as respostas do grupo amostral organizadas e tratadas, o tamanho de cada palavra está relacionado à sua frequência.

Para melhorar a análise, foram removidas palavras abreviadas, como 'de' e 'aux', e feitas padronizações para agrupar variações semelhantes em uma única palavra, como 'tec\_enfermagem'. O gênero originalmente atribuído a cada profissão foi mantido sempre que possível. A nuvem foi formatada em formato ovalado, com espaçamento mínimo entre as palavras, sem máscara e com fonte tamanho 600.

Em seguida, numa adaptação da *Classificação Brasileira de Ocupações* (BRASIL, 2023b), as ocupações profissionais foram agrupadas em categorias maiores, considerando o tipo de trabalho realizado e variáveis que os distinguem, como ambiente e nível de formação. Essas categorias foram organizadas no formato de quadro. No total, foram identificadas 38 categorias, contendo ainda respostas como aposentados, desempregados, pessoas com ocupação no lar, autônomos e outras respostas com baixa frequência, estas agrupadas na categoria 'outros'. Respostas como 'sem informação', 'criança', 'menor' e 'profissão não informada' foram excluídas da análise.

**Dados Notifica Covid-19**

- Casos confirmados / Notificados
- Residentes nos municípios de Cambé, Londrina e Ibitiporã (CCLI)
- Campo de logradouro e número predial preenchido
- Geocodificação casos n=30.708 óbitos n=392
- Organizada a unidade de agregação temporal: semanas epidemiológicas
- Endereços completos e válidos casos n=27.087 (-11,8%) óbitos n=366 (-0,6%)
- Ocupação profissional declarada
- Representação gráfica evolutiva de casos e óbitos

**Resultados do Censo Demográfico 2010**

- Variáveis para Cor ou Raça, Idade e gênero, Rendimento nominal mensal
- Somatória idades 50 – 100 anos ou mais
- Espacialização por setores censitários urbanos da CCLI
- Join dos dados por centroide dos setores censitários
- Mapas coropléticos
- Interpolação IDW
- Matriz de correlação
- Densidade demográfica
- Concentração de Idosos
- Concentração Raça / Cor
- Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios
- Perfil etário de casos e óbitos confirmados
- Pirâmides etárias

**Processamento e Análise**

- Círculos concêntricos proporcionais: casos e óbitos
- Representação gráfica temporal do padrão construtivo - óbitos
- Estimativa Kernel para casos e óbitos
- Coroplético bivariado: Prevalência e Mortalidade
- Coroplético bivariado: Letalidade e Mortalidade
- Espacialização de casos e óbitos
- Análise do vizinho mais próximo
- setor censitário
- Prevalência (/1000 hab)
- Mortalidade (/1000 hab)
- Letalidade
- Indicadores de Saúde
- Autocorrelação espacial
- I de Moran Univariado para taxas de casos e óbitos
- I de Moran univariado local (LISA)
- Índice de Getis-Ord (G\*)
- G\* - pontos quentes e pontos frios casos
- G\* - pontos quentes e pontos frios óbitos
- Agrupamentos LISA para a taxa de casos e óbitos
- Casos por SE
- Surtos DBSCAN\* ≥5 casos / 10m / SE
- Elipses de desvio padrão - EDP
- Centro médio de eventos - CME
- Vetor de mobilidade - VM
- Coleção de mapas - CME; VM e EDP
- Classificação da fachada do imóvel
- Representação gráfica temporal do padrão construtivo — surtos

**Software Utilizados:** Excel, Qgis, Google Earth Pro, Geoda, Jamovi

**Tipos de Saída:** técnica, mapa, Coleção de mapas, gráfico

## 6. RESULTADOS

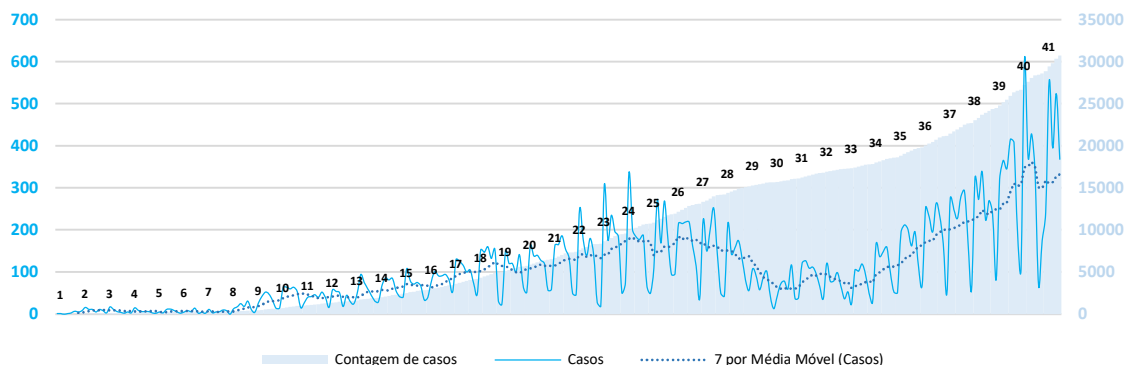
### 6.1 A distribuição dos casos e óbitos de Covid-19 em 2020

Durante o período analisado, após detectar e remover as percas, os dados obtidos de pessoas infectadas pela Covid-19 na CCLI apresentaram um total de  $n=27.087$  casos e  $n=366$  óbitos.

Na análise exploratória inicial dos dados de Covid-19 revelou-se uma série de informações sobre a evolução dos casos ao longo do tempo. Os dados incluem informações sobre o número de casos diários reportados desde março de 2020 até o final de dezembro do mesmo ano.

Ao analisar o gráfico da curva epidemiológica (fig. 16), é possível observar algumas tendências e padrões. Inicialmente, o número de casos inicia-se relativamente baixo, com um aumento discreto nas primeiras quatro semanas. No entanto, a partir do mês de maio (SE 5), o número de casos diários começa a aumentar significativamente.

**Figura 16** Curva epidemiológica para casos de Covid-19 CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020



**Fonte:** Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

Ao longo dos meses seguintes, a curva apresenta flutuações, com alguns picos e quedas. Nota-se um aumento acentuado nos casos durante os meses de julho e agosto, com um pico máximo atingido no início de setembro. Em seguida, ocorre uma queda gradual no número de casos. Em outubro, a curva epidemiológica parece se estabilizar em um nível mais baixo em comparação aos meses anteriores, com uma variação moderada nos casos diários. No início de novembro inicia-se uma nova ascensão no número de casos e em dezembro atinge os maiores índices da série analisada.

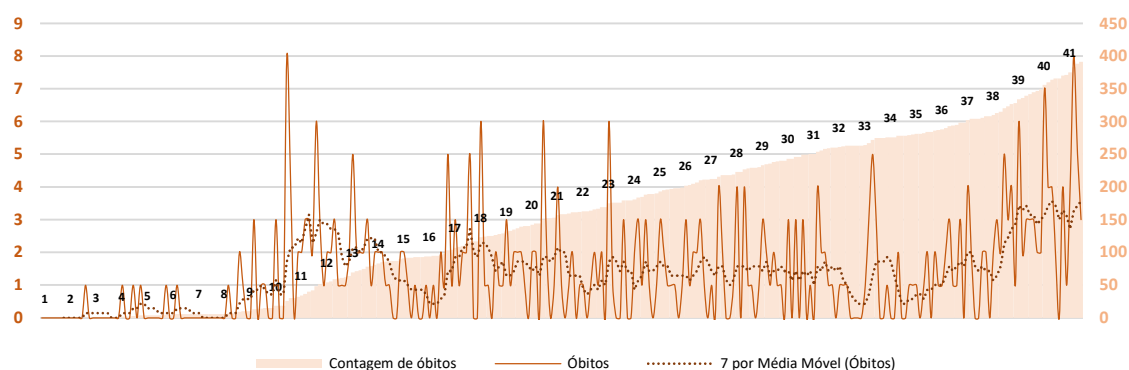
Para uma análise mais refinada e para uma melhor identificação das tendências de longo prazo nos dados de Covid-19, é possível empregar a média móvel de 7 dias - MM7, sobre os casos diários. O cálculo da MM7 implica na soma dos casos diários durante um período de 7 dias, seguido da divisão desse resultado por 7. Esse procedimento se repete para cada dia subsequente, criando assim uma série de dados que representa a média dos casos em uma janela móvel de 7 dias. Ao representar graficamente a MM7, torna-se possível obter uma visão mais nítida da progressão dos casos ao longo do tempo, ao mesmo tempo que suaviza as flutuações cotidianas e ressalta as tendências de natureza prolongada.

Analisando os dados de óbitos por Covid-19, observa-se outras informações relevantes:

No início da série (fig. 17), no mês de março 2020, não foram registrados óbitos por Covid-19. No entanto, a partir do dia 3 de abril de 2020, foi registrado o primeiro óbito pela doença. Durante esse período inicial, os números permaneceram baixos, com apenas alguns registros esporádicos de óbitos. A partir de meados de abril de 2020, houve um aumento gradual no número de óbitos. O mês de maio apresentou um aumento significativo em relação aos meses anteriores, com o registro de alguns dias sem óbitos, mas também com ocorrência de óbitos em vários dias.

Em junho de 2020, os números se mantiveram relativamente estáveis, com registros diários de óbitos, mas sem grandes variações. Essa estabilidade continuou ao longo de julho e agosto, com algumas oscilações no número de óbitos, mas sem um padrão claro.

**Figura 17 Curva epidemiológica para óbitos de Covid-19 - CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020**



**Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

No entanto, a partir de setembro de 2020, houve um aumento no número de óbitos diários. Esse aumento persistiu ao longo dos meses de outubro, novembro e dezembro, com variações significativas nos números registrados.

Em dezembro de 2020, houve um pico no número de óbitos, com alguns dias apresentando um registro elevado de falecimentos. No geral, esse período foi marcado por um aumento considerável no número de óbitos por Covid-19.

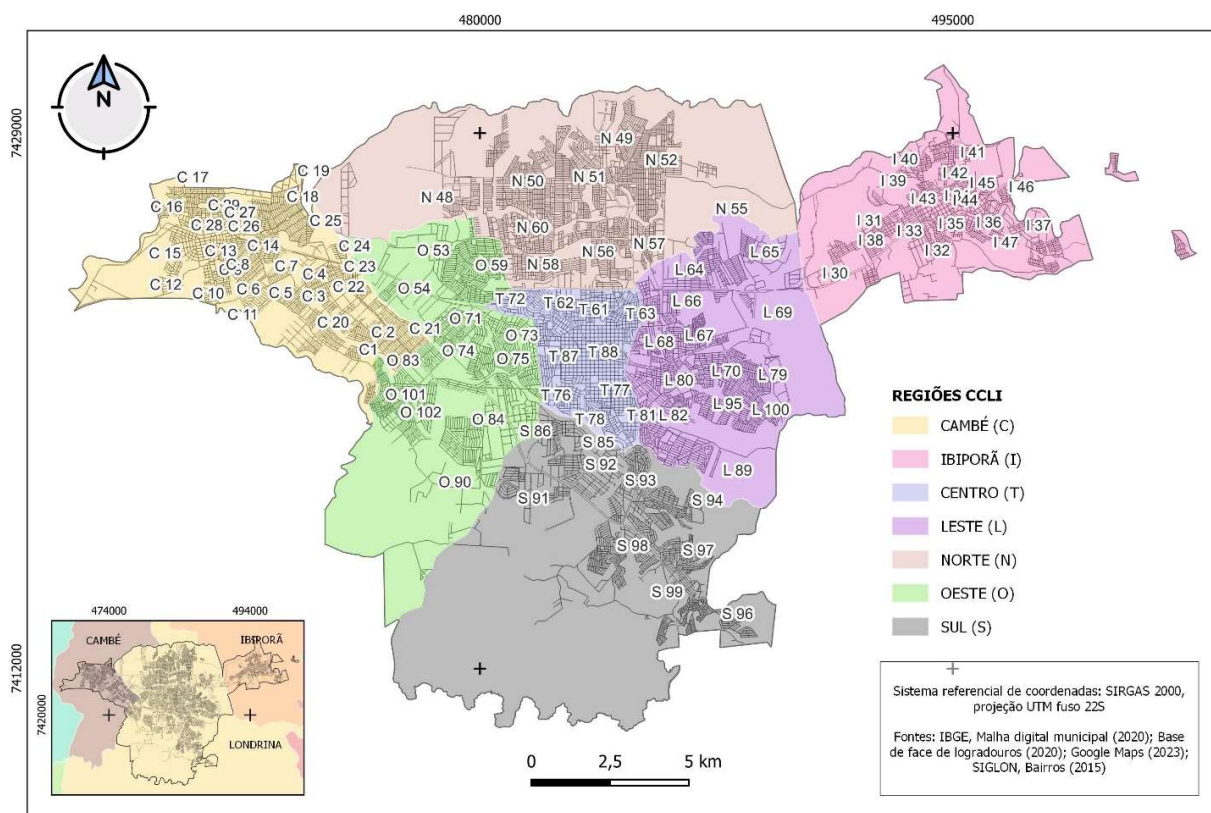
Devido à natureza geográfica da CCLI, composta por uma combinação de áreas fixas e fluxos populacionais, foi necessário realizar uma análise detalhada por regiões. Essa análise revelou uma distribuição desigual desses valores entre as regiões.

A seguir, a figura 18 trará a representação das regiões pertencentes à CCLI, sendo estes: Cambé, Centro, Ibiporã, Leste, Norte, Oeste, Sul e seus respectivos bairros<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Sendo necessário durante a leitura, a listagem com os códigos, bairros e regiões da CCLI também estão na seção de Apêndices.

Figura 18 Regiões e bairros da CCLI (2020)



CÓD.	BAIRROS
C 27	Jardim Imperatriz
C 9	Vila Salomé
C 17	Jardim Europa
C 11	Jardim Santa Adelaide
C 10	Seis de agosto
C 8	Jardim Alvorada
C 7	Jardim Santa Izabel
C 6	Jardim Tarobá
C 5	Jardim São Paulo
C 4	Jardim Santo Amaro
C 3	Jardim do Café
C 2	Jardim Silvino
C 16	Jardim Vitória
C 15	Vila Atalaia
C 14	Jardim São José
C 13	Centro
C 1	Jardim Ecoville I
C 29	Conj. Hab. Dr. José dos Santos Rocha
C 28	Vila Guarani
C 12	Jardim Morada do Sol
C 26	Jardim Tupi
C 25	Jardim José Favaro
C 24	Jardim União
C 23	Pq. Res. Manela
C 22	Jardim Montecatini
C 21	Jardim Riviera
C 20	Jardim Bela Itália
C 19	Pq. Industrial José Garcia Gimenez
C 18	Parque Res. Ana Rosa

CÓD.	BAIRROS
T 88	Centro Histórico
T 87	Quebec
T 61	Vila Recreio
T 63	Vila Nova
T 63	Vila Casoni
T 78	Petropolis
T 76	Higienópolis
T 77	Ipiranga
T 81	Vila Brasil
T 72	Shangri-lá

CÓD.	BAIRROS
I 36	Semprebom
I 37	Esperança
I 38	San Rafael
I 39	Pedro Esplendor
I 40	Flamboyant
I 41	Padre Rino Nogarotto
I 42	São Francisco
I 43	Rosana
I 44	Santa Luzia
I 45	Alvorada
I 46	Conj. Hab. Canadá
I 47	José Messias
I 35	Pérola
I 30	Pq. Industrial
I 31	Vila Romana
I 32	Cond. Horizontal Marajoara
I 33	Pq. Industrial Castelo Branco
I 34	Centro

CÓD.	BAIRROS
L 100	Ernani
L 69	Cidade Industrial 2
L 64	Indústrias Leves
L 82	Antares
L 82	Aeroporto
L 80	Brasília
L 79	Lon Rita
L 68	Fraternidade
L 67	Interlagos
L 66	Ideal
L 65	Lindóia
L 95	H.U.
L 89	Califórnia

CÓD.	BAIRROS
N 49	Heimtal
N 50	Parigot de Souza
N 51	Vivi Xavier
N 52	Cinco Conjuntos
N 60	Ouro Verde
N 55	Cidade Industrial 1
N 56	Alpes
N 57	Pacaembú
N 58	Coliseu
N 48	Perobinha

CÓD.	BAIRROS
O 53	Cilo 3
O 59	Leonor
O 83	Sabará
O 75	Presidente
O 74	Jamaica
O 101	Olimpico
O 102	Universidade
O 73	Champagnat
O 71	Bandeirantes
O 84	Palhano
O 90	Esperança
O 54	Cilo 2

CÓD.	BAIRROS
S 94	Piza
S 93	Inglaterra
S 92	Tucanos
S 91	Vivendas do Arvoredo
S 98	Cafezal
S 96	União da Vitória
S 97	Parque das Indústrias
S 86	Guanabara
S 85	Bela Sulça
S 99	Salitinho

Org. o próprio autor

Os índices fornecidos na Tabela 01 refletem a relação da doença em relação à população residente em cada região.

No contexto dos casos (eixo primário), as regiões Oeste, Sul e Centro se destacaram com os valores mais elevados, seguidas pelas regiões Norte, Leste e Ibiporã, que mostraram valores intermediários. Com um índice de 2,67, a região de Cambé apresentou a menor incidência de casos.

Quanto aos índices de óbitos (eixo secundário), a ordem proporcional ao número de casos foi mantida nas regiões Oeste, Sul e Centro, seguidas por Cambé, região Leste e Norte. Todas essas áreas registraram índices acima de 0,04, exceto a região de Ibiporã, que apresentou um índice de óbitos de 0,03 - o mais baixo dentro da CCLI.

Desse modo, é possível observar uma inversão nas proporções entre as taxas de óbitos e casos nas regiões Cambé e Ibiporã. Após a etapa de tratamento dos dados e a aplicação de técnicas de cartografia temática para a geocodificação, os registros de casos e óbitos foram traduzidos visualmente em mapas, utilizando círculos concêntricos proporcionais com um foco exploratório.

A disposição das informações ao longo do perímetro urbano revela uma alta concentração de casos durante o primeiro ano da pandemia (fig. 19).

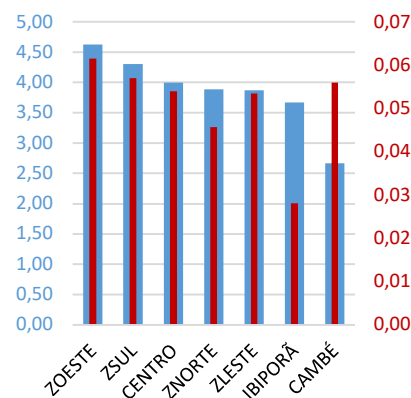
Com algumas exceções, devido às características do terreno urbano e à falta de redes viárias, as áreas correspondentes a Londrina exibem notáveis níveis de ocupação e sobreposição de ocorrências (identificadas por cores mais escuras) em uma única localidade. Sobressaem-se particularmente as regiões localizadas no eixo Centro e Sudoeste (CE-SO). Na área norte, também é visível a presença de sobreposições. Em contrapartida, as regiões de Cambé e Ibiporã mostram poucas sobreposições significativas.

Essas análises espaciais fornecem informações importantes acerca da distribuição geográfica dos casos e óbitos, realçando as regiões com maior incidência e acumulação da doença. Tais dados possuem o potencial de contribuir para a identificação de padrões e embasar decisões estratégicas no que tange à implementação de medidas preventivas e de controle mais eficazes nas áreas da CCLI mais impactadas pela Covid-19.



**Tabela 1 Número e frequência dos casos e óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)**

Região CCLI	casos Covid-19 n=	Frequência %	óbitos Covid-19 n=	Frequência %	Taxa de incidência	Taxa de mortalidade
OESTE	5117	18,89	68	18,89	4,63	0,06
SUL	4077	15,05	54	15,05	4,30	0,06
CENTRAL	4001	14,77	54	14,77	4,00	0,05
NORTE	5442	20,09	64	20,09	3,88	0,05
LESTE	4055	14,97	56	14,97	3,87	0,05
BIPORÃ	1694	6,25	13	6,25	3,67	0,03
CAMBÉ	2714	10,02	57	10,02	2,67	0,06
TOTAL	27087	100%	366	100%		

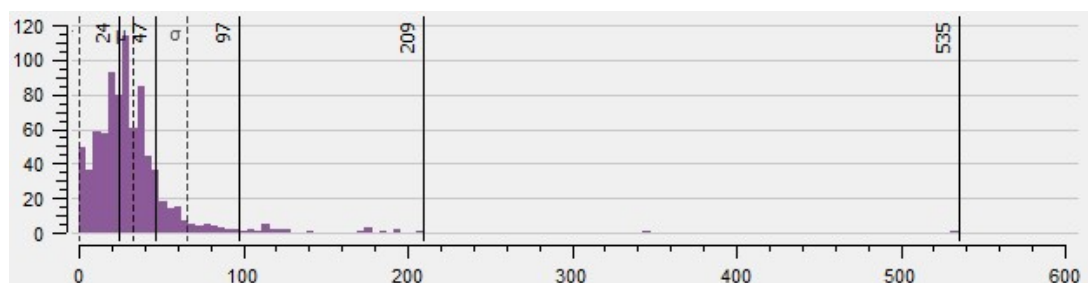


**Fonte: Notifica Covid -19. (IBGE, 2011a). Org. o próprio autor**

A análise da distribuição dos valores de casos revela que a grande maioria das ocorrências, cerca de 97%, encontra-se abaixo do limite de  $n=97$ . Isso engloba aproximadamente 97% dos círculos presentes no mapa, abrangendo toda a área da CCLI (fig. 20).

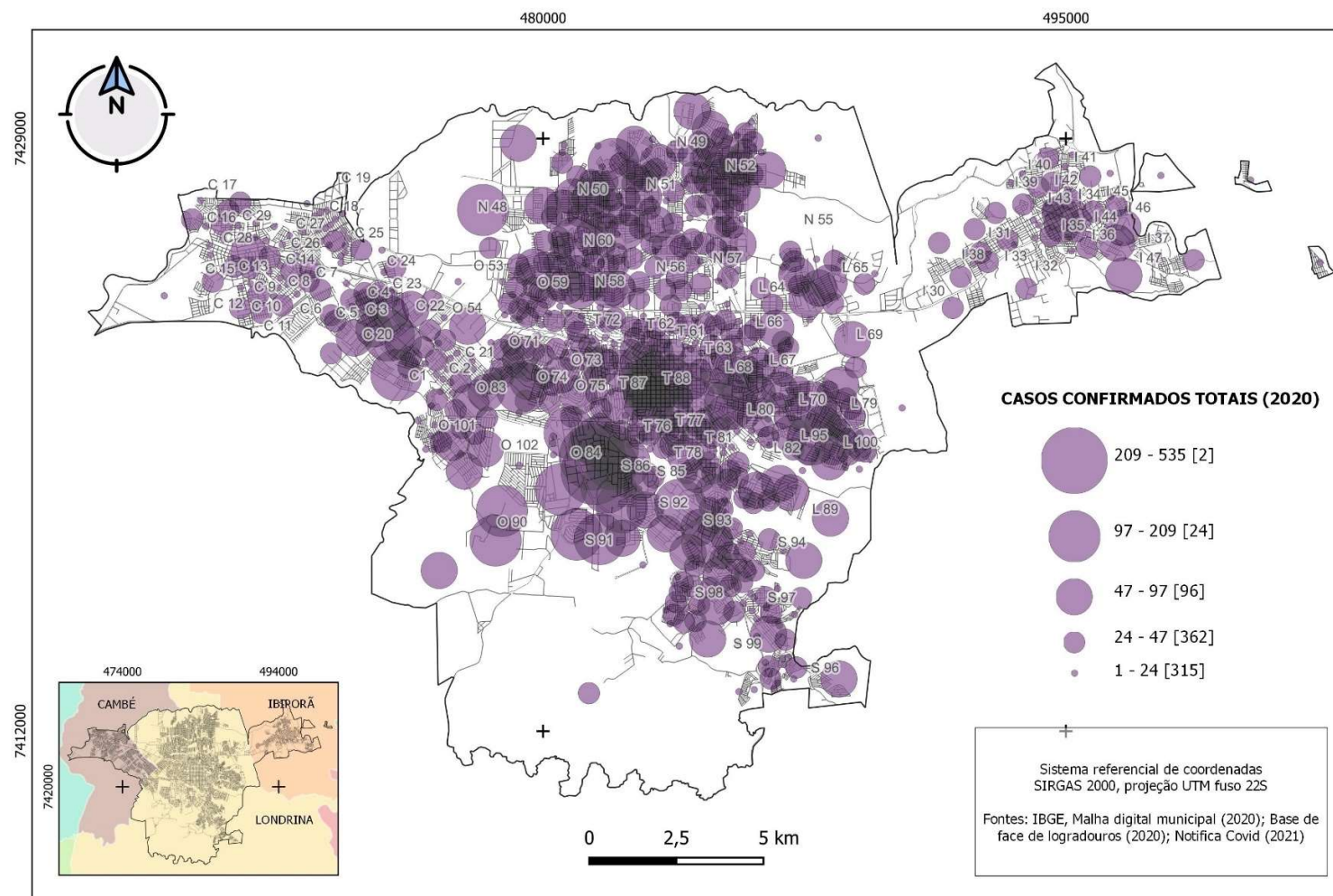
A classe que abarca casos entre 97 e 209 por unidade ( $n=24$ ) demonstra uma concentração mais significativa nas regiões Sul ( $n=9$ ) e Oeste ( $n=6$ ), enquanto tanto a região Centro quanto Ibiporã não registram ocorrências nesse intervalo. É relevante destacar que apenas dois eventos concentram mais de 300 ocorrências, ambos localizados na região oeste, mais precisamente no bairro Palhano [0 84], em Londrina.

**Figura 19 Histograma com a distribuição dos círculos proporcionais de casos de Covid-19 na CCLI (2020)**



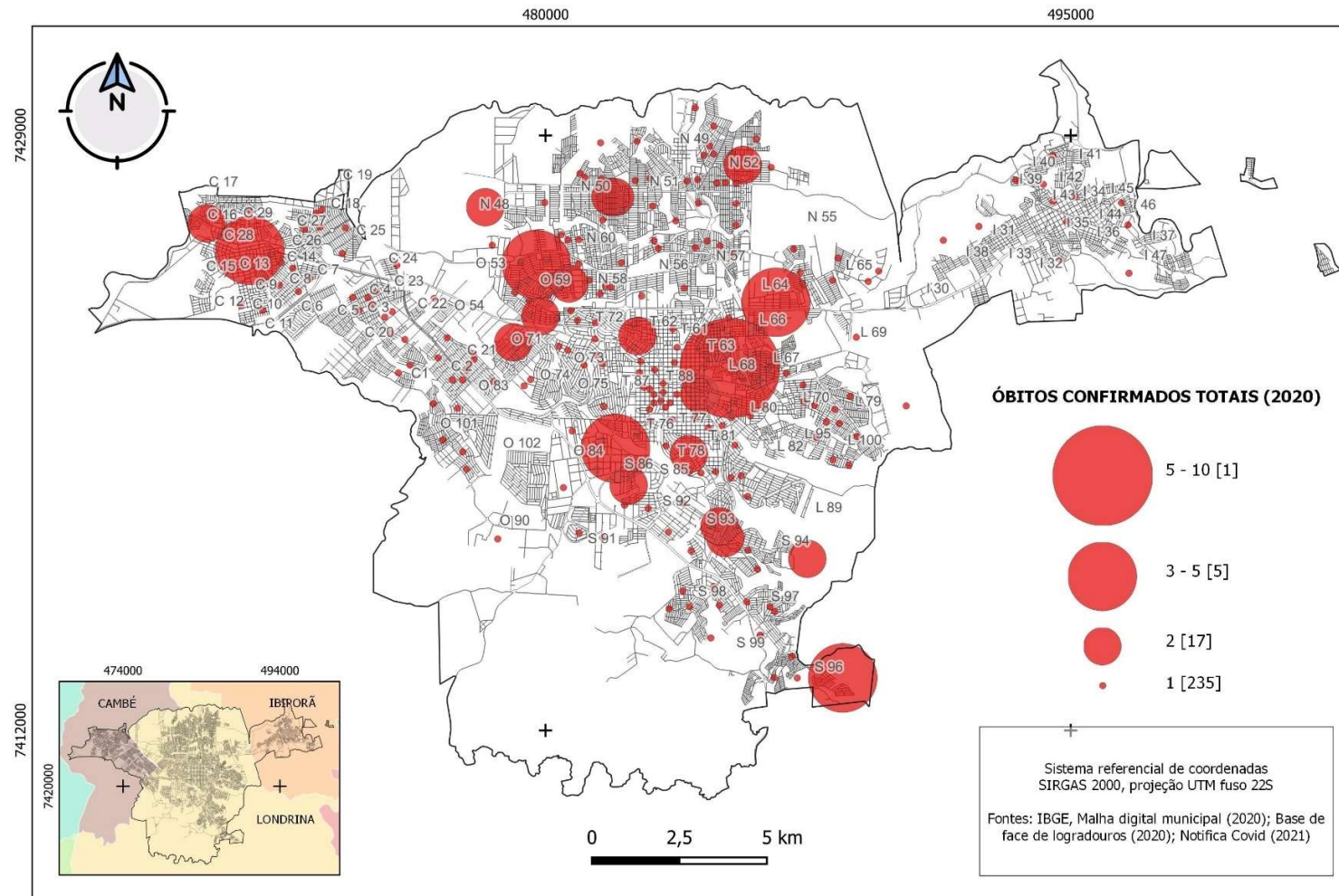
**Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

**Figura 20 Casos confirmados de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020.**



**Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

Figura 21 Óbitos confirmados de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020

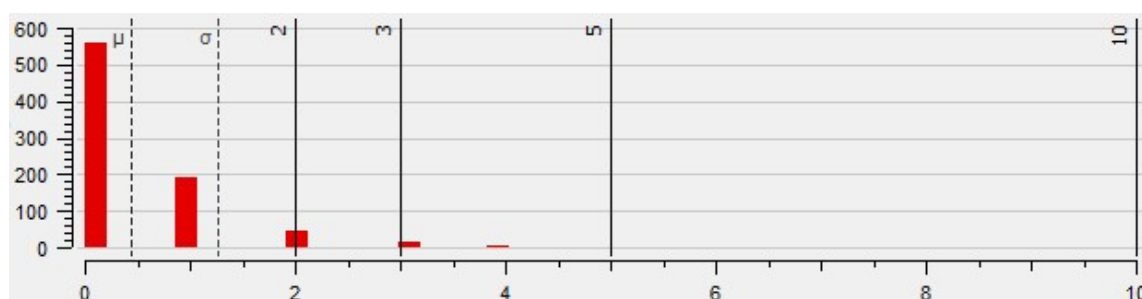


Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

O mapa de óbitos (fig. 21, página anterior) revela um número inferior de ocorrências ( $n=366$ ) em comparação proporcional de óbitos pela Covid-19 no mundo, como mencionado na literatura (HUANG et al., 2020). A distribuição dos pontos, mesmo que visualmente, apresenta diferença com a distribuição absoluta dos casos, destacando uma ligeira inversão entre casos e óbitos nas regiões de Cambé e Ibiporã (tabela 1).

O histograma (fig. 22), que organiza naturalmente as classes, mostra que a maioria dos círculos ( $n=190$ ) representa a ocorrência de 1 caso de óbito, correspondendo a 74% do total, enquanto  $n=45$  círculos registram 2 ocorrências (17,4%).

**Figura 22 Histograma com a distribuição dos círculos proporcionais de óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)**



Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

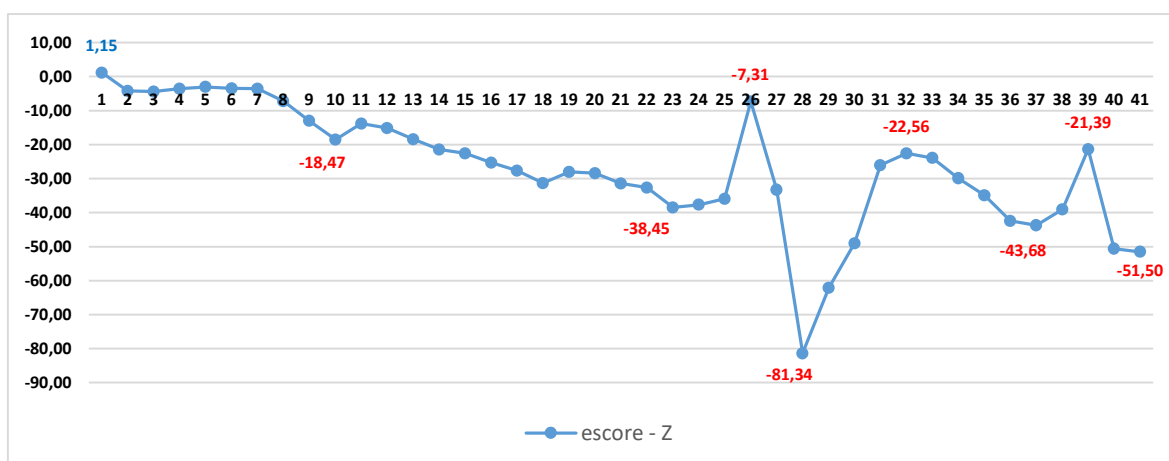
A região Norte abrange o maior percentual de círculos representados, correspondendo a 19,5% ( $n=160$ ), enquanto a região Ibiporã possui o menor percentual, com apenas 7,3% ( $n=60$ ). O círculo representando o maior número de óbitos ocorreu na região leste, mais especificamente no bairro Fraternidade [L 86], com um total de 10 ocorrências. Para a classe entre 2 e 5 óbitos ( $n=22$ ) estão distribuídos entre as regiões Sul ( $n=6$ ), Centro, Norte e Oeste ( $n=4$  círculos cada), Cambé e Leste ( $n=2$  círculos cada), e Ibiporã não registra ocorrências. Essas áreas com maior concentração de óbitos apontam para a necessidade de atenção.

Ao analisar os dados de vizinho mais próximo organizados por SE, representados pelos escores Z, é possível identificar padrões de proximidade ou distanciamento em relação às semanas anteriores. O escore Z é uma medida estatística que indica o quanto longe ou perto um determinado valor está da média em termos de desvios padrão.

Observando os dados (fig. 23), podemos perceber que as semanas epidemiológicas apresentam variações significativas nos escores Z ao longo do tempo. Valores positivos

indicam que a ocorrência de casos está mais distante dos vizinhos, enquanto valores negativos indicam o oposto, proximidade entre os pontos.

**Figura 23** Escore - Z pela análise do vizinho mais próximo – Casos de Covid-19 na CCLI por SE (2020)



Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

No início, durante a primeira semana (SE 1), os sinais eram positivos no escore Z, sinalizando uma dispersão animada dos pontos. Entretanto, a partir da SE 2, uma mudança de cenário se desenha com valores que se tornam negativos, insinuando a formação de agrupamentos nos casos.

Vale destacar o intervalo entre a SE 24 e a SE 28, quando os valores mergulham para uma negatividade extrema, sendo a SE 28 digna de nota, com um escore Z alcançando seu ponto mais baixo (-81,34). Isso nos aponta um quadro onde os pontos se aproximam tanto que é possível falar em uma verdadeira congregação.

No horizonte da SE 29 em diante, os valores do escore Z começam a recuperar fôlego gradualmente, insinuando uma distância maior em relação aos casos vizinhos nas semanas seguintes. No entanto, as flutuações notáveis persistem ao longo do tempo, sugerindo momentos de proximidade que ora apertam, ora afrouxam sua influência.

Tais flutuações podem muito bem ter sido moldadas por uma miríade de fatores, desde medidas adotadas para conter a pandemia, até os deslocamentos da população, taxas de propagação e uma série de outras variáveis que orbitam a disseminação do vírus.

## 6.2 Concentração de ocorrências

Utilizando a abordagem interpolativa baseada na estimativa de Kernel (fig. 24), identificou-se áreas onde eventos se aglomeraram com alta densidade, considerando especialmente as distâncias mais curtas entre eles. Nesse processo, não se limita apenas a contar as ocorrências, mas sim na proximidade entre os pontos.

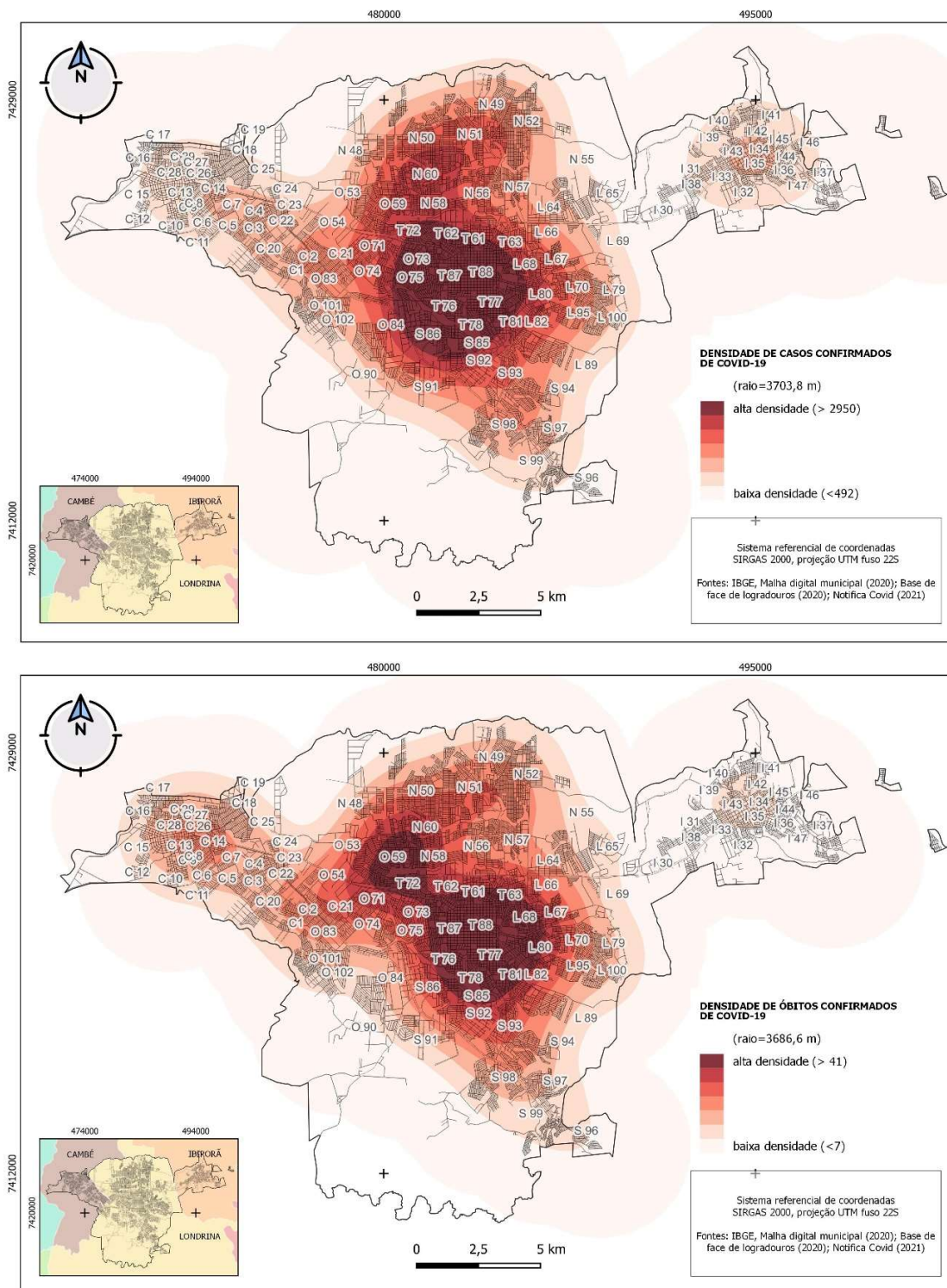
Uma análise visual nos revela a presença de aglomerados densos em locais específicos. No meio da região Centro ( $n=10$ ), destacam-se bairros como Vila Recreio [T 61], Vila Nova [T 62], Vila Casoni [T 63], Shangri-lá [T 72], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Vila Brasil [T 81], Quebec [T 87] e o Centro histórico [T 88]. Na parte Oeste ( $n=4$ ), identifica-se essa tendência nos bairros Champagnat [O 73], Jamaica [O 74], Presidente [O 75] e Palhano [O 84]. Na região Sul ( $n=3$ ), os pontos quentes surgem nos bairros Bela Suíça [S 85], Guanabara [S 86] e Tucanos [S 92]. Enquanto na Região Leste ( $n=2$ ), o fenômeno se concentra nos bairros Fraternidade [L 68] e Brasília [L 80].

Nessas áreas da cidade, insere-se a maior concentração de habitações verticais, sugerindo a ocorrência de casos em uma mesma posição ou vários casos em um mesmo edifício.

As demais regiões apresentam predominantemente ocorrências de média a baixa frequência, mas ainda evidenciam a recorrência ou infecções entre mais de uma pessoa no mesmo local. Assim como na análise anterior com círculos concêntricos, a estimativa de Kernel confirma que, no primeiro ano da pandemia, a propagação da Covid-19 atingiu todas as áreas urbanas habitadas, com uma concentração espacial particularmente em residências verticais.



**Figura 24 Estimativa Kernel para casos (acima) e óbitos (abaixo) de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020**



Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

Ao considerar a concentração de óbitos, ajustada a outro raio de alcance, é possível identificar outras áreas destacadas (fig. 24, página anterior).

Semelhante ao cenário para casos, a maior densidade encontra-se na região Centro (n=10), nos mesmos bairros, Vila Recreio [T 61], Vila Nova [T 62], Vila Casoni [T 63], Shangri-lá [T 72], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Vila Brasil [T 81], Quebec [T 87] e Centro histórico [T 88]. Na região Oeste (n=4) os bairros Champagnat [O 73], Leonor [O 59], Presidente [O 75] e Bandeirantes [O 71]. Região Sul (n=2) os bairros Bela Suíça [S 85], Guanabara [S 86]. Região Leste (n=3) os bairros Fraternidade [L 68], Interlagos [L 67] e Brasília [L 80]. Região Norte (n=2) com os bairros Coliseu [N 58] e Ouro Verde [N 60].

No entanto, as regiões Cambé e Ibiporã não apresentaram uma alta concentração de óbitos ao longo do período estudado, conforme os parâmetros adotados.

Diferentemente da análise dos casos, os óbitos não se concentraram apenas nas regiões com residências verticalizadas da CCLI.

### **6.3 Os perfis socioeconômicos da CCLI**

A espacialização dos dados censitários da CCLI utilizando técnicas de mapas coropléticos somadas a interpolação apresenta distribuições que evidenciam demarcações para cada uma das variáveis da coleção de mapas abaixo (fig. 25) e os mapas seguintes.

#### **6.3.1 Distribuição por raça / cor**

A população autodeclarada como amarela apresenta uma concentração elevada predominantemente nas regiões centro-sudoeste (eixo CE-SO), abrangendo na região Centro os bairros Vila Recreio [T 61], Vila Nova [T 62], Vila Casoni [T 63], Shangri-lá [T 72], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Vila Brasil [T 81], Quebec [T 87] e Centro Histórico [T 88]. Dentre os bairros da região Oeste estão Champagnat [O 73], Jamaica [O 74], Presidente [O 75] e Palhano [O 84]. Região Leste os bairros Fraternidade [L 68] e Brasília [L 80]. Na Região Sul estão Guanabara [S 86] e Tucanos [S 92].



A população autodeclarada como branca está presente expressivamente em todas as regiões da CCLI.

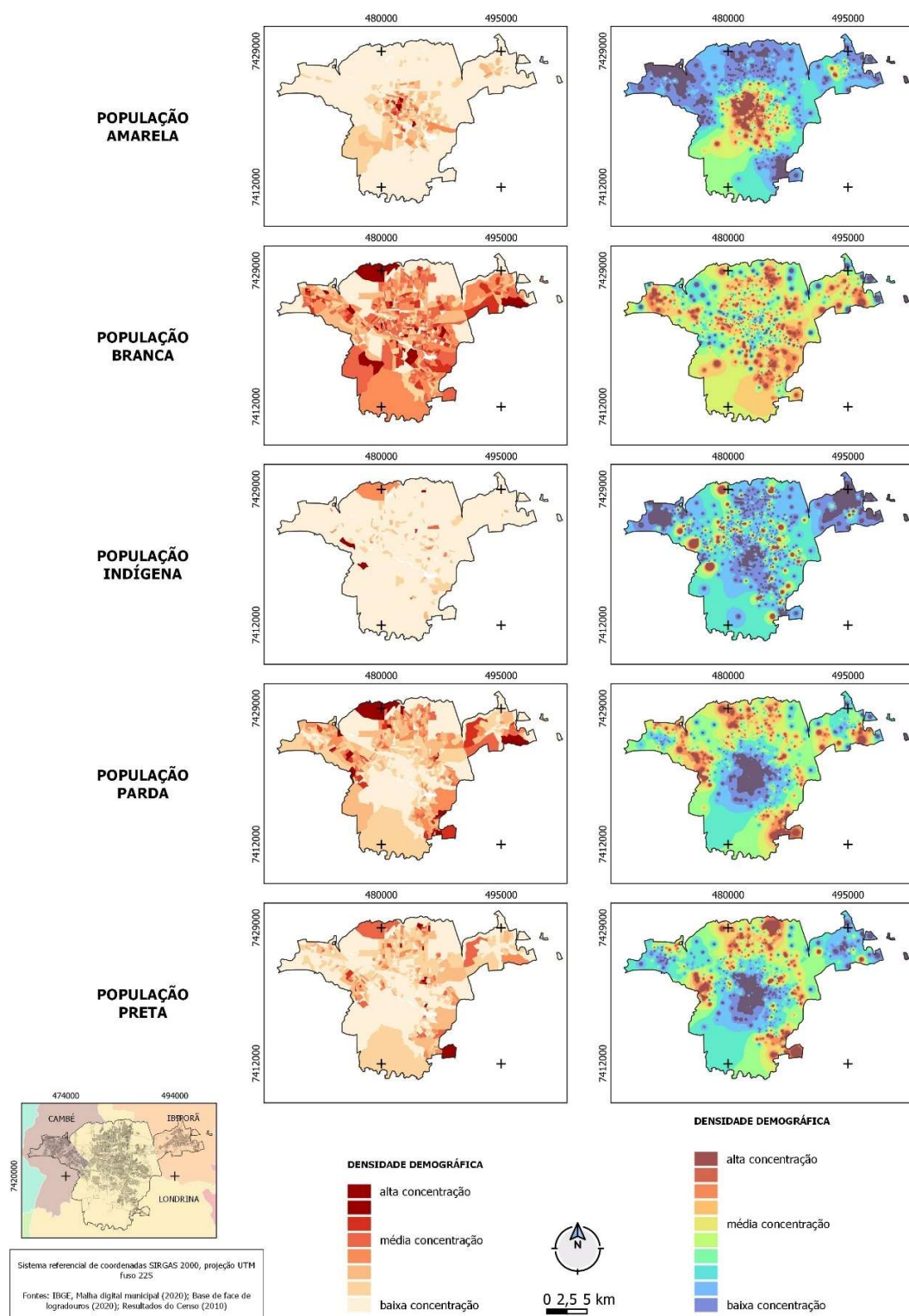
No entanto, a população autodeclarada indígena está presente pontualmente em todas as regiões, porém em baixas concentrações. Destacam-se duas ocorrências maiores na região Cambé, nos bairros Jardim Ecoville I [C 1] e Jardim São Paulo [C 5], e no bairro Universidade [O 102] da região Oeste; ao norte do bairro Perobinha [N 48], na região norte. As menores concentrações estão no eixo CE-SO, nas proximidades do centro da região Cambé, em quase toda a extensão da região Ibiporã e no centro da região Norte.

A população autodeclarada como parda apresenta uma distribuição de borda em toda a extensão da CCLI, com exceção do eixo CE-SO. As áreas com maior concentração estão significativamente localizadas na região Norte, no eixo centro-sudeste da região Cambé, sul da região Ibiporã e extremo sudeste da região Sul.

Com uma discreta diferença em relação à população autodeclarada como parda, a população autodeclarada como preta apresenta uma expressiva concentração nos bairros Cinco Conjuntos [N 52], na região Norte e no bairro União da Vitória [S 96], na região Sul. A ausência significativa da população negra no eixo CE-SO também é um destaque observado no mapa.

As características espaciais da população da CCLI em relação à raça/cor autodeclarada destacam-se pela maioria da população ser autodeclarada como branca, em comparação com os não brancos. Além disso, observa-se uma semelhança entre as populações parda e negra, que ocupam as bordas da região estudada, mas são inexpressivas no eixo CE-SO.

**Figura 25 Coleção de mapas concentração por Cor / Raça - Censo Demográfico 2010**



**Fonte: IBGE (2010). Org. o próprio autor.**

### **6.3.2 Distribuição renda média**

A renda nominal média na CCLI revela uma alta concentração de valores no eixo CE-SO, com destaque para os bairros Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Quebec [T87] e Centro Histórico [T 88]. Região Oeste com os bairros Jamaica [O 74], Presidente [O 75], Palhano [O 84] e Esperança [O 90]. E região Sul nos bairros Bela Suíça [S 85], Guanabara [S 86], Vivendas do Arvoredo [S 91] e Tucanos [S 92] (fig. 26). No entanto, observa-se um acentuado declínio na concentração de renda no restante da CCLI.

É importante destacar com base nos mapas anteriores comparando-os com a distribuição espacial da renda média. Por analogia à técnica fotográfica, as populações autodeclaradas como pardas e pretas apresentam um retrato negativo da concentração de renda na CCLI, ou seja, a inversão da escala de cores indica uma forte correlação negativa entre essas populações e a alta concentração de renda. As maiores concentrações médias de renda estão localizadas no eixo CE-SO.

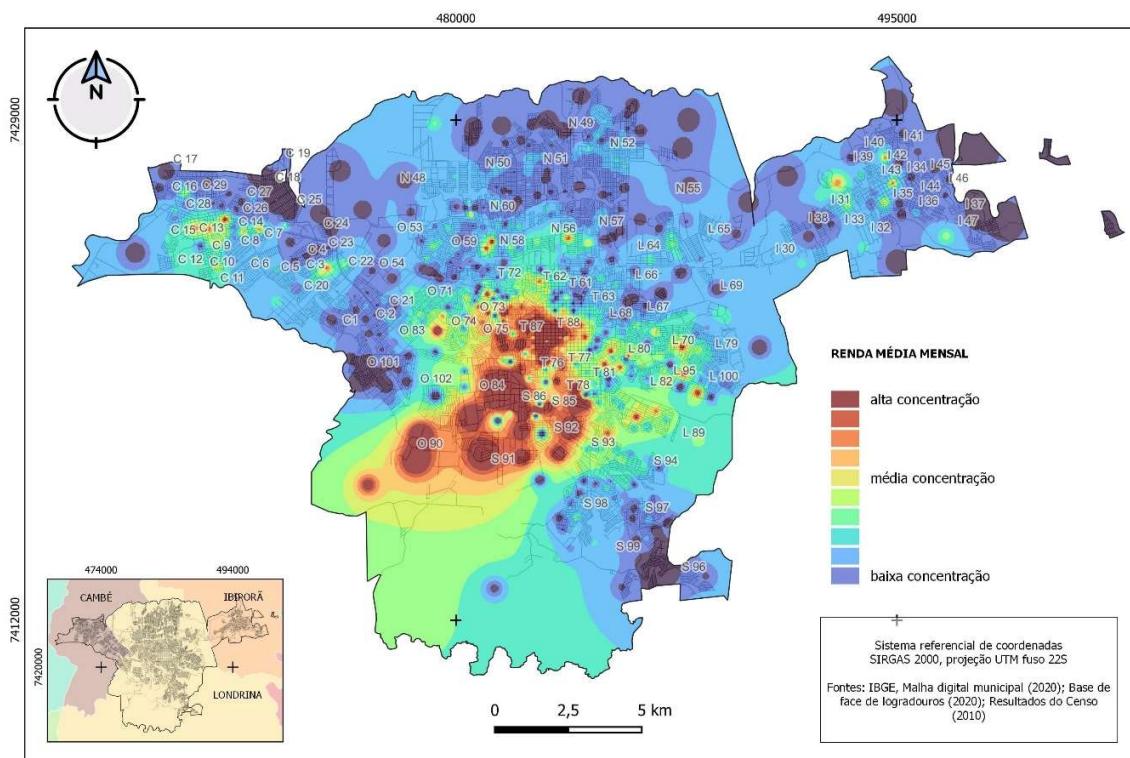
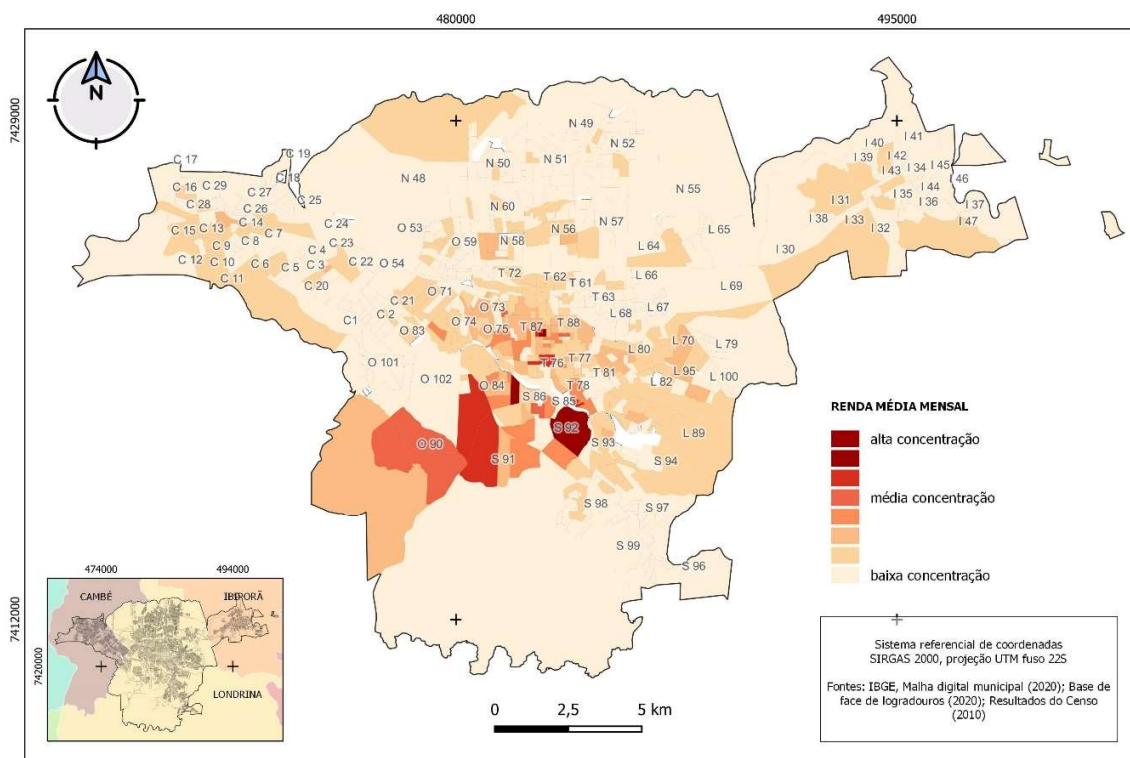
No entanto, a espacialização da raça/cor com base nos casos e óbitos, a partir dos dados de saúde, não foi viável devido à significativa falta de preenchimento nesse campo. Dos casos notificados, 25,4% não continham informações ou estavam vazios, e desse total, os óbitos apresentaram uma disparidade ainda mais alta, com 58% nessa mesma condição. Isso configura uma preocupante perda de informação para o conhecimento sobre o perfil da população afetada pela Covid-19.

### **6.3.3 Distribuição pela densidade demográfica**

Os valores mais elevados para a concentração da densidade demográfica estão localizadas na porção central da CCLI, na região do Centro nos bairros Vila Nova [T 62], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Quebec [T 87] e Centro Histórico [T 88]; seguido dos bairros da região Norte: Parigot de Souza [N 50], Cinco Conjuntos [N 52], Coliseu [N 58] e Ouro Verde [N 60]; na região Sul: União da Vitória [S 96], Parque das Indústrias [S 97] e Cafezal [S 98]. A região Cambé apresenta alta concentração em dois bairros: Jardim do Café [C 3] e Jardim Santo Amaro [C 4]. (fig. 27).

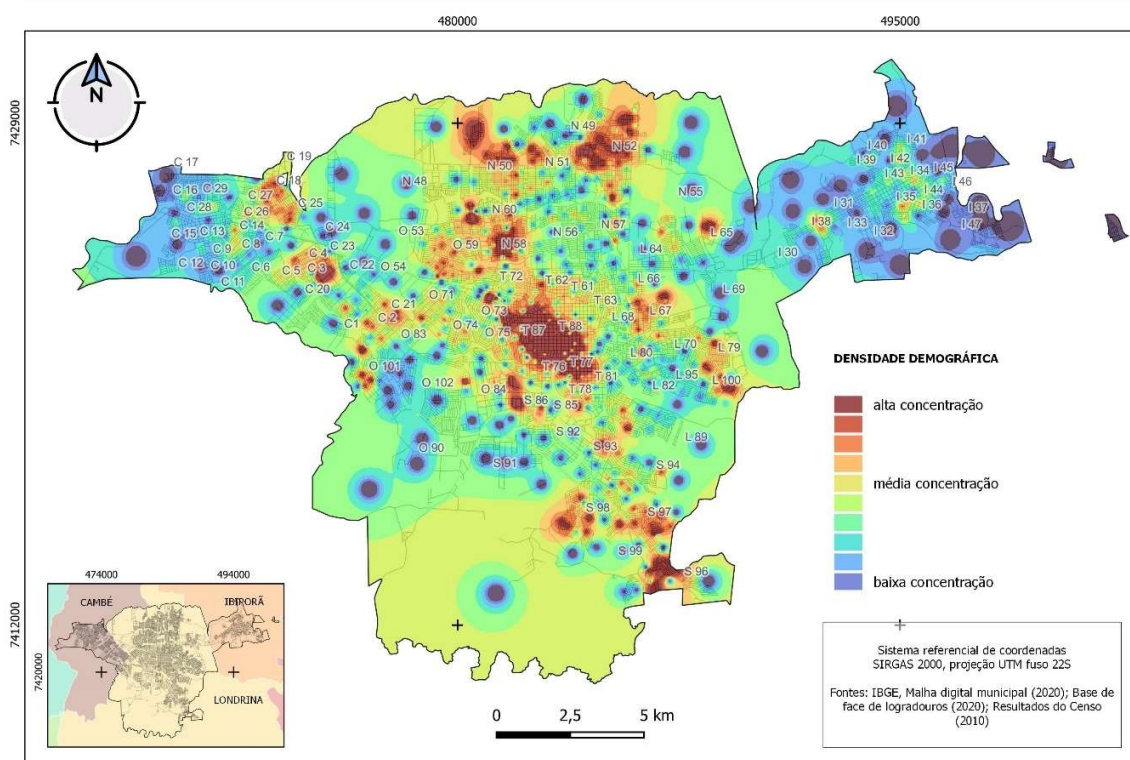
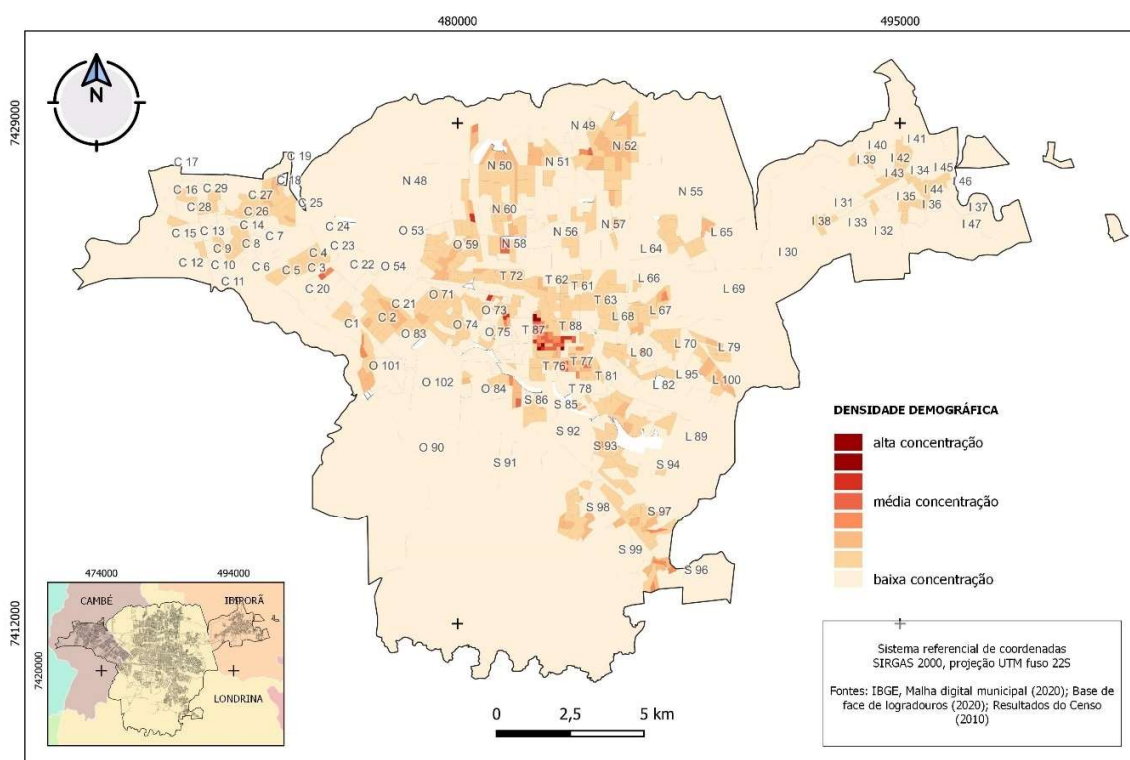
As regiões com as menores concentrações são Cambé e Ibiporã.

**Figura 26 Rendimento Nominal Mensal dos Domicílios - Censo Demográfico 2010**



Fonte: IBGE (2010). Org. o próprio autor.

**Figura 27 Densidade demográfica - Censo Demográfico 2010**



Fonte: IBGE (2010). Org. o próprio autor.

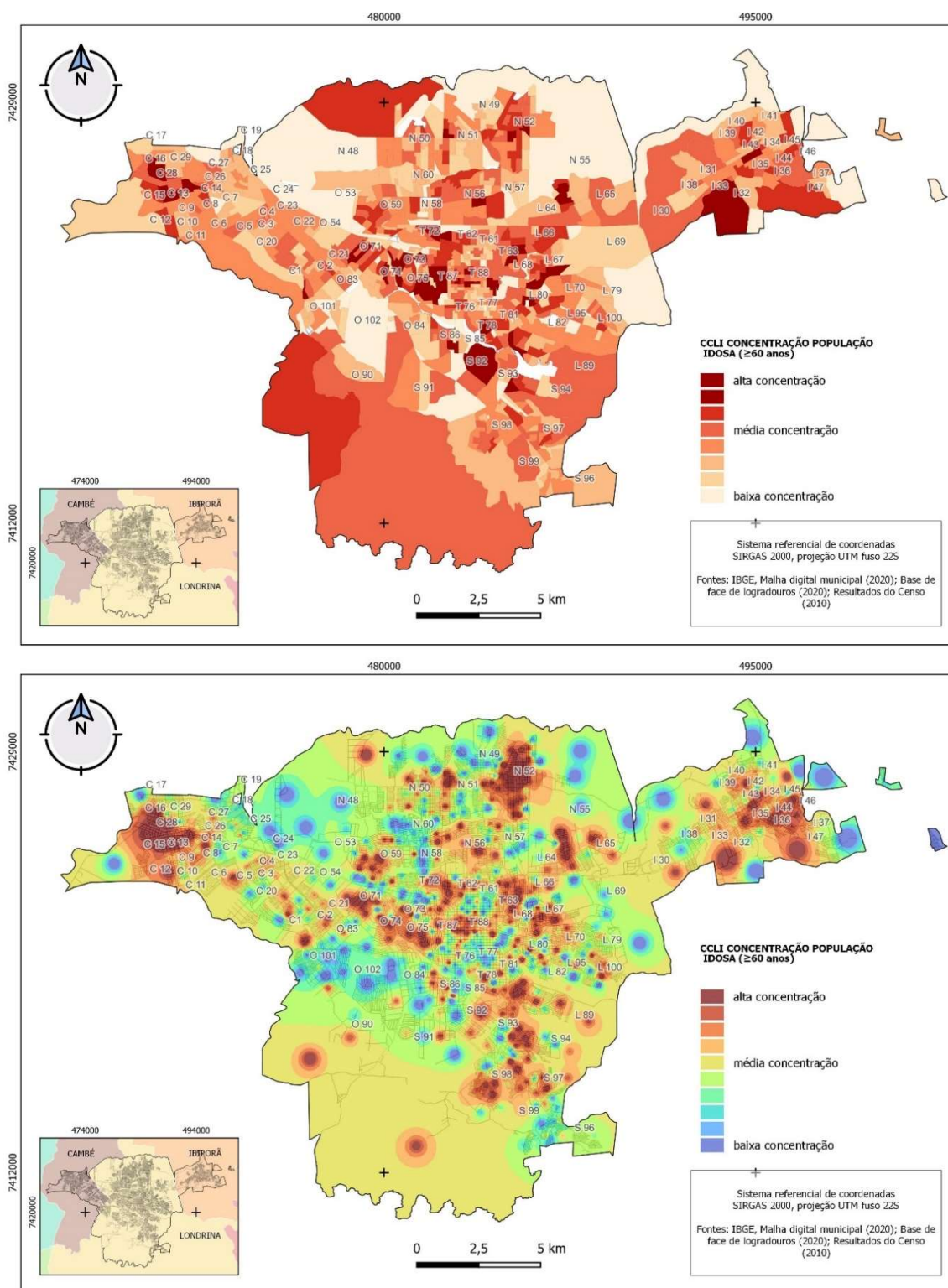
#### **6.3.4 Distribuição Idosos**

A população idosa da CCLI, representada aqui por pessoas com 60 anos ou mais (em 2020), apresenta concentrações distribuídas por toda a CCLI (fig. 28), com destaque para as regiões Ibiporã e Cambé, nos bairros da região Centro, além dos bairros Cinco Conjuntos [N 52], na região Norte, e os bairros Presidente [O 75], Champagnat [O 73], Jamaica [O 74] e Bandeirantes [O 71], na região Oeste.

Também se destacam os bairros Cafezal [S 98], Parque das Indústrias [S 97] e Piza [S 94], na região Sul, e o bairro Lindóia [L 65], na região Leste. Essa população compõe substancialmente o grupo de risco para o desfecho de óbito da Covid-19 (RASHEDI et al., 2020).



**Figura 28 Concentração de pessoas idosas (≥60 anos) - Censo Demográfico 2010**



Fonte: IBGE (2010). Org. o próprio autor.

#### 6.4 Distribuição e concentração etária de casos e óbitos

Em contraste com a falta de preenchimento dos dados de raça/cor, a disponibilidade completa dos dados de idade e gênero das pessoas afetadas pela Covid-19 possibilitou a criação de mapas divididos em três grupos etários: jovens menores de 18 anos, adultos entre 18 e 59 anos e idosos ( $\geq 60$  anos) (fig. 29).

Para os casos confirmados em jovens  $\leq 17$  anos ( $n=1501$ ), a distribuição demonstra a presença de eventos em toda a CCLI, com uma maior concentração na região Centro nos bairros Vila Recreio [T 61], Vila Nova [T 62], Shangri-lá [T 72], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Vila Brasil [T 81], Quebec [T 87] e Centro Histórico [T 88].

Somado a estes, alguns outros bairros de outras regiões, porém próximos à região Centro como Fraternidade [L 68] e Brasília [L 80], na região Leste; Vivi Xavier [N 51], Coliseu [N 58] e Ouro Verde [N 60] na região Norte; Champagnat [O 73], Presidente [O 75] e Palhano [O 84] na região Oeste; e na região Sul os bairros Bela Suíça [S 85] e Guanabara [S 86].

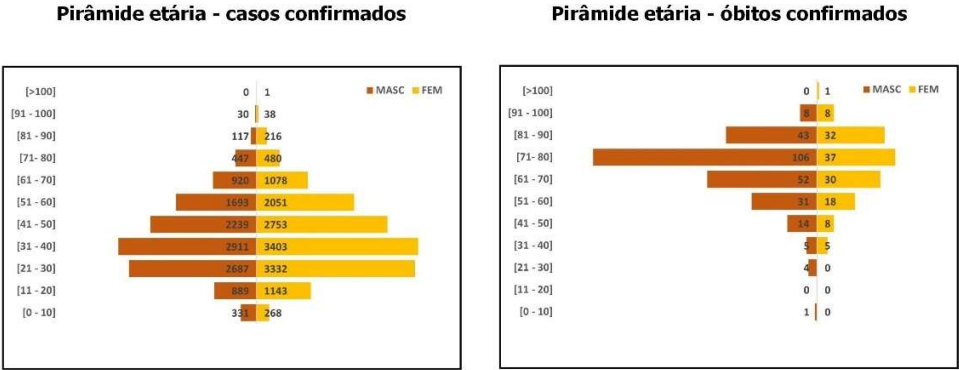
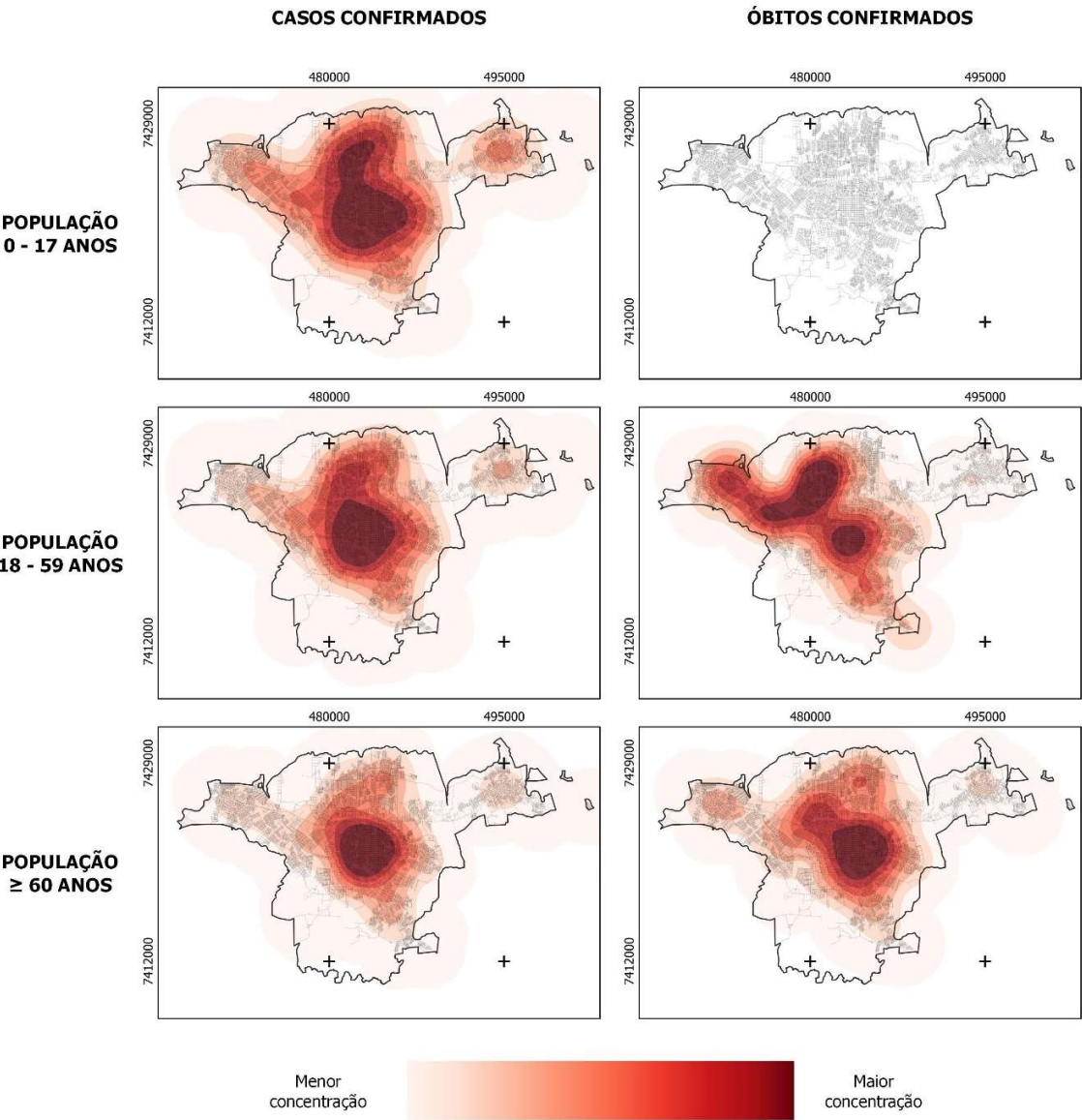
Pessoas infectadas com idades entre 18 e 59 anos ( $n=21.913$ ), que representam o maior contingente entre os três grupos etários, a distribuição apresenta uma aglomeração generalizada de casos, porém com a maior concentração e quase a totalidade dos bairros da região Centro, como Vila Recreio [T 61], Vila Nova [T 62], Shangri-lá [T 72], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Vila Brasil [T 81], Quebec [T 87] e Centro Histórico [T 88]. Seguido novamente dos bairros próximos à essa região, como Champagnat [O 73], Presidente [O 75] e Palhano [O 84] na região Oeste; Fraternidade [L 68] na região Leste; e na região Sul os bairros Bela Suíça [S 85] e Guanabara [S 86].

Pessoas com idade  $\geq 60$  anos ( $n=3673$ ) estão distribuídas por toda a CCLI, com concentração significativa na região do centro e suas adjacências. Bairros da região Centro: Vila Recreio [T 61], Vila Nova [T 62], Vila Casoni [T 63], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Vila Brasil [T 81], Quebec [T 87] e Centro Histórico [T 88]. Na região Leste: Fraternidade [L 68]. Região Oeste: Presidente [O 75]. Região Sul: Bela Suíça [S 85].

Mesmo abrangendo as maiores densidades demográficas na região do Centro, a espacialização das maiores concentrações para casos aponta ordem decrescente de magnitude referente aos 3 grupos etários na sequência em que foram apresentados.



Figura 29 Perfil etário de casos e óbitos confirmados - Censo Demográfico 2010



Fonte: IBGE (2010). Org. o próprio autor.

Ao analisar a pirâmide etária dos casos de Covid-19 em 2020, dividida em classes etárias de 10 anos, observa-se que a população entre 21 e 60 anos foi a mais afetada, com números significativos menores de casos registrados em jovens <18 anos e pessoas idosas. A base da pirâmide é mais larga que o topo, afetando ambos os gêneros de maneira equivalente.

Na região Norte, houve um óbito por Covid-19 em jovens  $\leq 17$  anos ( $n=1$ ) até o final de 2020.

Entre pessoas de 18 a 59 anos ( $n=84$ ), os óbitos concentraram-se com maior intensidade em dois pontos, na parte mais ao sul da região Centro abrangendo os bairros Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78] e Centro Histórico [T 88]; e também uma porção em forma de arco compreendendo os bairros Jardim Silvino [C 2] e Jardim Rivieira [C 21] na região Cambé; bairros Parigot de Souza [N 50], Coliseu [N 58] e Ouro Verde [N 60] na região Norte; bairros Leonor [N 59] e Bandeirantes [O 71] na região Oeste.

A maior concentração de óbitos em pessoas com 60 anos ou mais ( $n=281$ ) se deu região Centro entre os bairros Vila Recreio [T 61], Vila Nova [T 62], Vila Casoni [T 63], Higienópolis [T 76], Ipiranga [T 77], Petrópolis [T 78], Vila Brasil [T 81], Quebec [T 87] e Centro Histórico [T 88]. Em dois bairros da região Leste, Fraternidade [L 68] e Brasília [L 80]. E no bairro Bela Suíça [S 85] na região Sul.

## **6.5 Os indicadores de saúde**

Os mapas elaborados a partir dos cálculos dos indicadores de saúde forneceram coeficientes e taxas com base nas contagens de casos e óbitos da Covid-19. No entanto, é importante ressaltar que, além das problemáticas do censo demográfico explicitadas, existem outros fatores a serem considerados. Os coeficientes e taxas podem não considerar os casos leves e assintomáticos da doença, que podem não ter sido detectados. Portanto, os indicadores são dependentes da disponibilidade e atualização dos registros, o que pode resultar em subestimação dos verdadeiros valores.

Ao interpretar os valores dos indicadores de saúde e analisar suas representações cartográficas, é fundamental considerar outras informações para uma avaliação mais abrangente da situação da população. É necessário considerar aspectos como a capacidade de testagem, a qualidade dos registros médicos e a adesão da população aos

procedimentos de diagnóstico. A compreensão desses fatores auxilia na análise panorâmica da disseminação da doença e seus efeitos na população.

Além disso, é importante reconhecer que a interpretação dos mapas e indicadores de saúde deve ser feita em conjunto com outros dados socioeconômicos e demográficos. Variáveis como densidade populacional, características socioeconômicas, acesso a serviços de saúde e medidas de prevenção adotadas pela população podem influenciar os resultados e devem ser consideradas na análise. Dessa forma, a análise dos mapas e indicadores de saúde relacionados à Covid-19 deve ser feita com cautela, considerando as limitações dos dados e a necessidade de análises complementares. A combinação de informações epidemiológicas, demográficas e socioeconômicas proporciona uma compreensão mais abrangente e robusta da situação da doença em uma determinada população (COSTA; KALE; VERMELHO, 2009).

### **6.5.1 Prevalência**

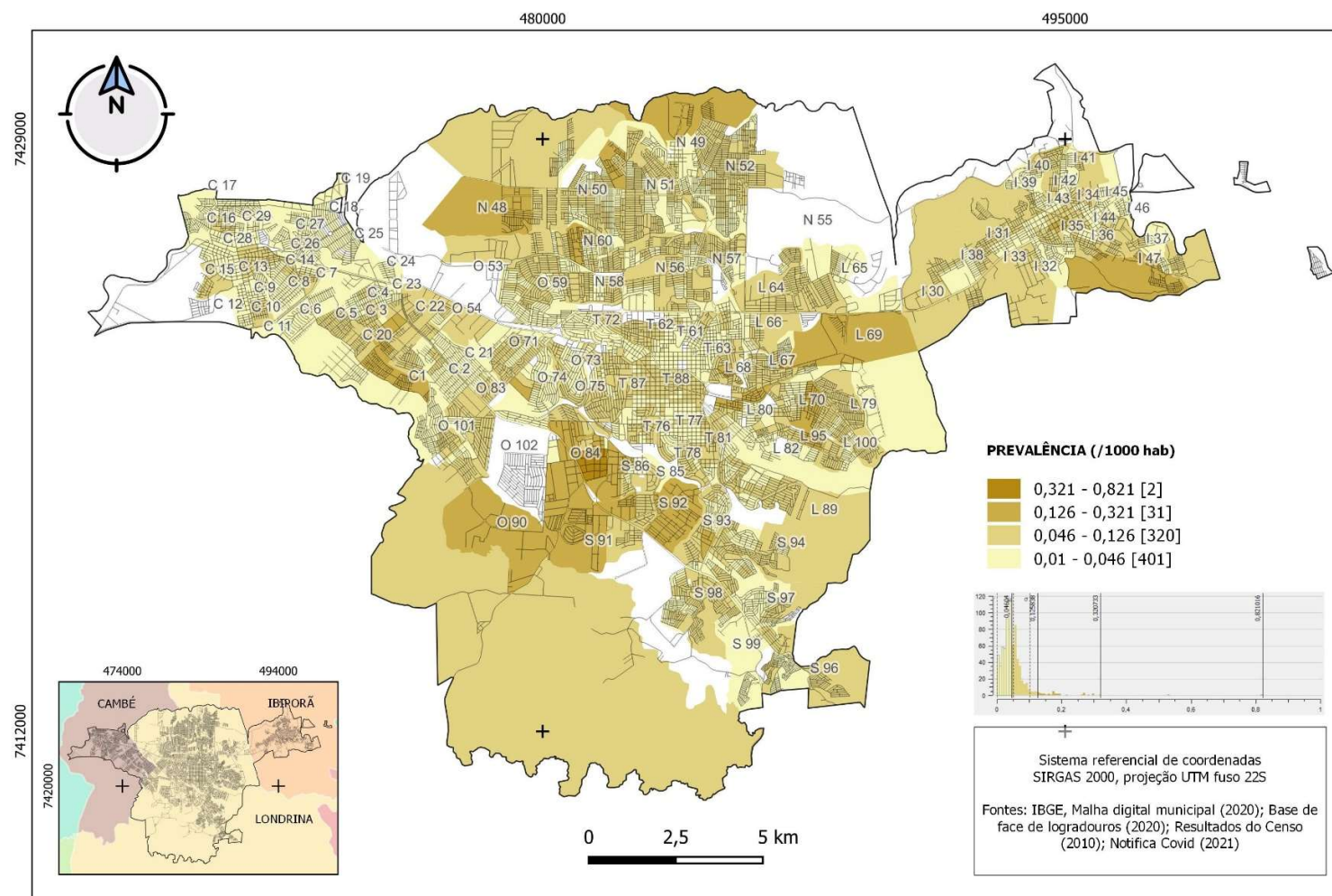
O coeficiente de prevalência fornece uma medida da proporção da população afetada pela Covid-19 no período de análise. Ao analisar sua distribuição espacial, observa-se que cerca de 98% (n=799) das unidades de área (setores censitários) apresentaram valores de igual ou superior 0,002 (/1000 hab.), indicando que quase toda a CCLI registrou manifestações da doença até o final de 2020, com os valores mais elevados localizados na porção Sudoeste da área de estudo (fig. 30).

Entre os maiores índices de prevalência (variando de 0,126 a 0,821; n=34), a região Sul exibiu 11 áreas com uma disseminação significativa da Covid-19 ao longo do período. Essas áreas incluem os bairros Vivendas do Arvoredo [S 91], Bela Suíça [S 85], Guanabara [S 86] e Tucanos [S 92]. Na região Oeste, foram identificadas 8 áreas semelhantes, abrangendo os bairros Palhano [O 84], Esperança [O 90] e Jamaica [O 74]. A região Leste, por sua vez, registrou 6 áreas com essa tendência, abarcando os bairros Interlagos [L 67], Fraternidade [L 68], Cidade Industrial 2 [L 69], Antares [L 70], Brasília [L 80] e H.U [L 95]. Na região Norte, 4 áreas, nos bairros Perobinha [N 48], Vivi Xavier [N 51], Ouro Verde [N 60] e ao norte do bairro Heimtal [N 49], apresentaram índices similares. A região Ibiaporã, com 3 áreas próximas aos bairros Esperança [I 37], Santa Luzia [I 44] e José Messias [I 47], e Cambé, a região com o menor número de áreas (2), nas proximidades dos bairros

Jardim Bela Itália [C 20] e Jardim Ecoville I [C 1], também foram identificadas como focos de propagação da doença.

A região Centro não apresentou nenhuma unidade valores de prevalência elevado, podendo-se afirmar que a maioria das unidades com alta prevalência está em áreas periféricas.

**Figura 30 Prevalência de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020 (/1000 hab.)**



Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

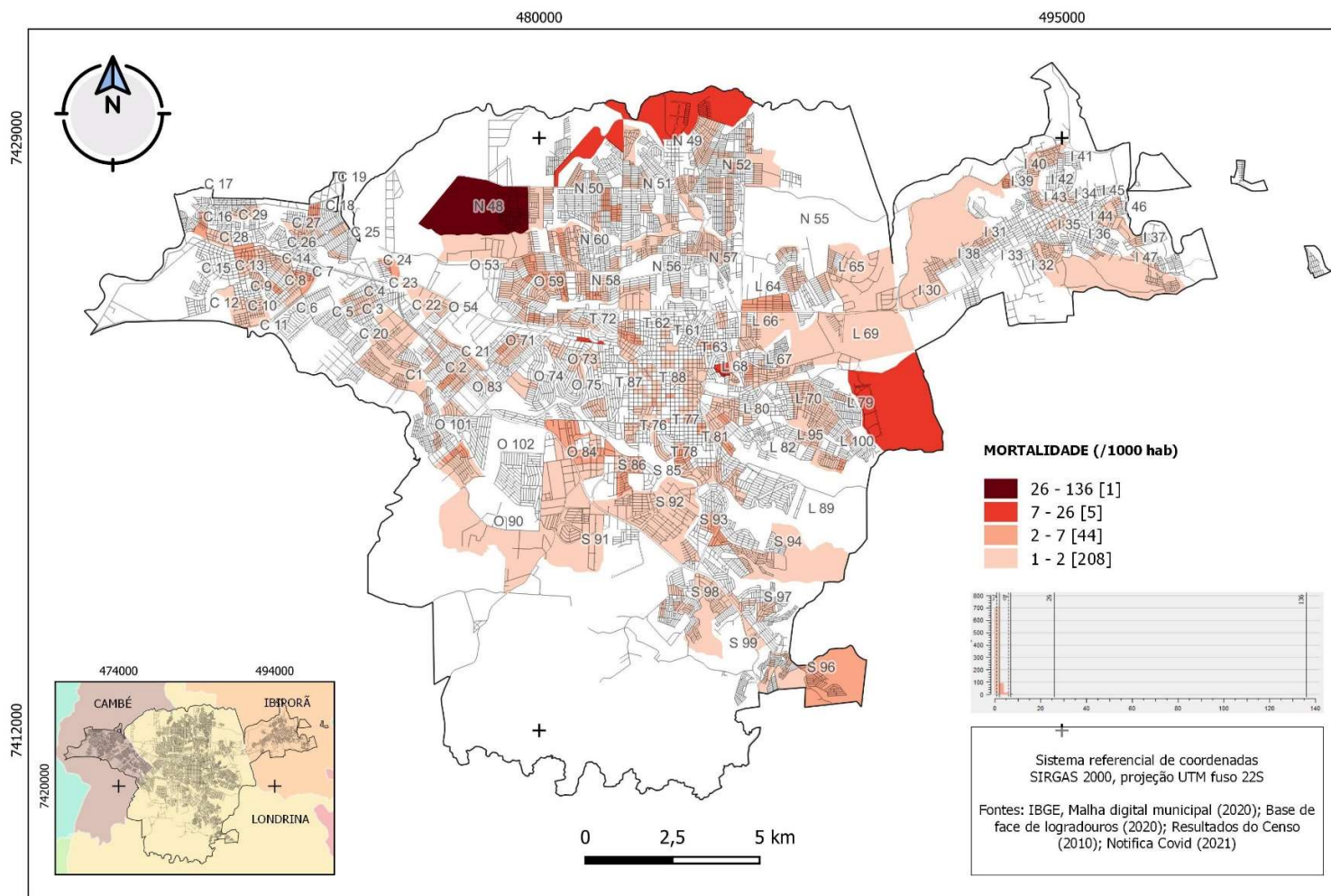
### 6.5.2 Mortalidade

Dentre as duas metodologias para calcular a probabilidade de uma doença infecciosa causar fatalidades, estão o coeficiente de mortalidade e a taxa de letalidade. A mortalidade estima o risco de morte pela Covid-19 e dimensiona sua magnitude como um problema de saúde pública ao considerar população total como parâmetro.

Ao examinar o mapa que representa as taxas de mortalidade (fig. 31), é evidente que o bairro Perobinha [N 48], na região Norte, exibe a mais alta taxa de mortalidade (136 /1000 habitantes). Além disso, chamam atenção concentrações de ocorrências com taxas mais baixas (variando de 7 a 26 por 1000 habitantes) ao norte dos bairros Heimtal e Cinco Conjuntos [N 49 e N 52], assim como ao norte dos bairros Parigot de Souza e Vivi Xavier [N 50 e N 51], todos situados na região Norte.

Na região Centro, destaca-se uma unidade ao sul do bairro Shangri-lá [T 72], com taxa de mortalidade elevada. Além disso, na região Leste, duas unidades merecem atenção, nos bairros Lon Rita [L 79] e Fraternidade [L 68], onde as taxas de mortalidade também apresentam variações significativas.

**Figura 31 Mortalidade de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020 (/1000 hab.)**



Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

### 6.5.3 Letalidade

A taxa de letalidade é calculada como a razão entre o número de óbitos confirmados de Covid-19 e o total de casos confirmados na população, multiplicada por 100. Esse indicador revela a proporção de pessoas que morreram entre os casos confirmados da doença.

Ao analisar o mapa de letalidade da Covid-19 na CCLI no ano de 2020 (fig. 32), é possível identificar que houve episódios com taxa média – alta em todas as regiões em pelo menos 42 unidades. Entretanto, destacam-se seis delas para a classe mais alta (15 – 25), onde quatro localizam-se na região Cambé na proximidade dos bairros Jardim da Vitória [C 16], Parque Res. Ana Rosa [C 18] e Jardim Alvorada [C 8].

A região Centro comporta uma unidade no bairro Shangri-lá [T 72] e a região Leste duas unidades nos bairros Fraternidade [L 68] e Lindóia [L 65].

Essas localidades indicam condições de maior risco de óbito entre os casos confirmados de Covid-19.

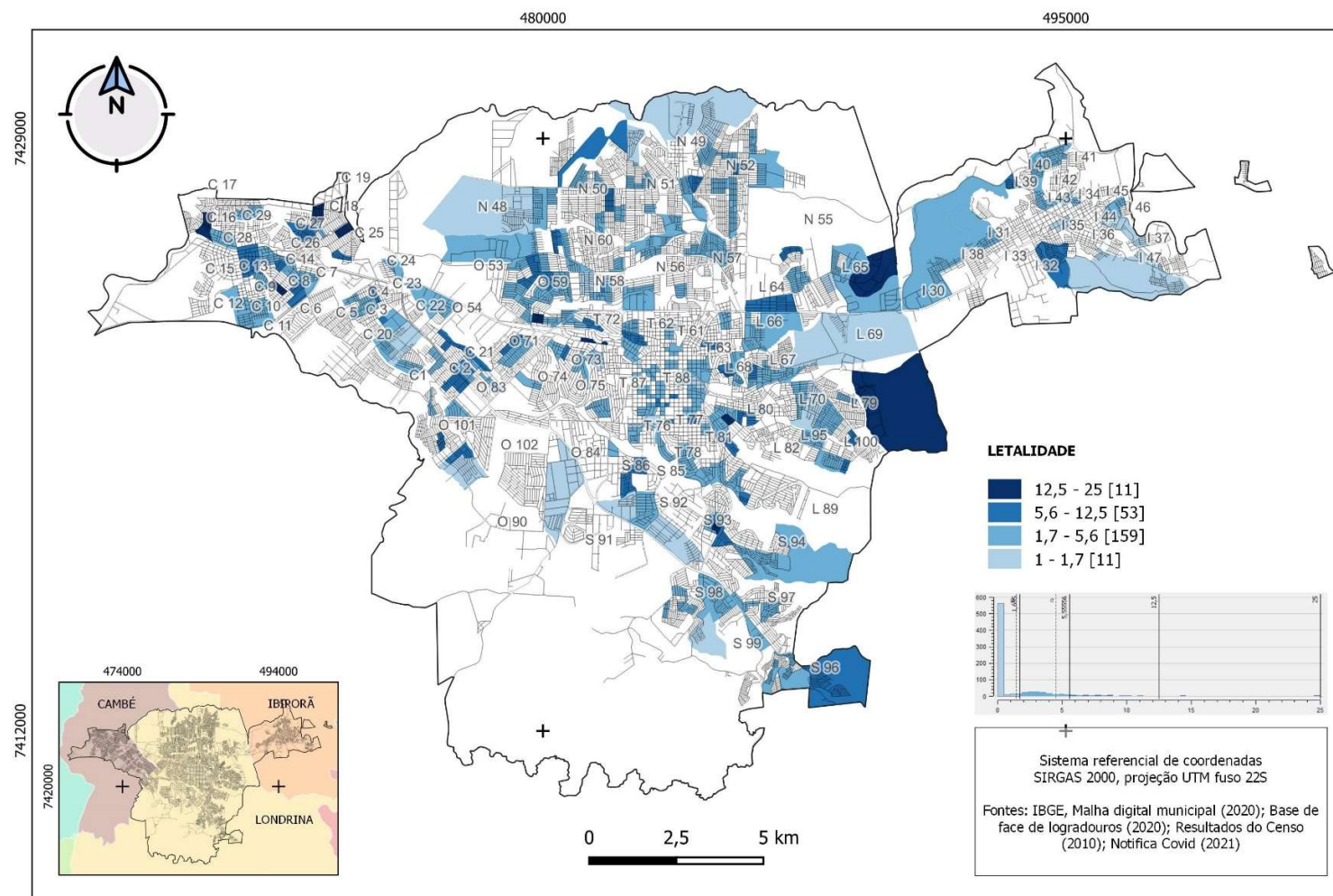
A compreensão dos padrões combinando indicadores espacialmente nos permite aperfeiçoar nossa percepção e delimitar áreas com taxas de letalidade mais elevadas em comparação com outras regiões.

A partir desse ponto, serão analisadas a seguir, sobreposições de áreas para entender as relações entre letalidade e mortalidade, bem como entre prevalência e mortalidade.

Essas análises sobrepostas nos fornecerão percepções à gravidade da doença em diferentes áreas geográficas, destacando as regiões que enfrentam maiores desafios em termos de mortalidade. Compreender essas relações nos ajuda a identificar áreas de maior vulnerabilidade e direcionar esforços e recursos para implementar medidas de prevenção e controle mais eficazes, visando reduzir o número de óbitos e minimizar o de doenças na população.



**Figura 32 Letalidade de Covid-19 na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020**



Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

#### **6.5.4 Coropléticos bivariados: Letalidade x Mortalidade e Prevalência x Mortalidade**

Ao sobrepor e comparar as variáveis de letalidade (óbitos pela doença) e mortalidade (razão entre óbitos e o total da população), é possível identificar áreas com valores mais elevados em ambas as variáveis (fig. 33 acima). Estas áreas incluem:

A porção norte dos bairros Parigot de Souza e Vivi Xavier [N50 e N51] na região Norte; extremo leste do bairro Lon Rita [L 79]; uma unidade no bairro Fraternidade [L 68].

Com exceção da última, todas essas unidades estão localizadas nas extremidades da área de estudo. A região Centro com uma unidade no sul do bairro Shangri-lá [T 72].

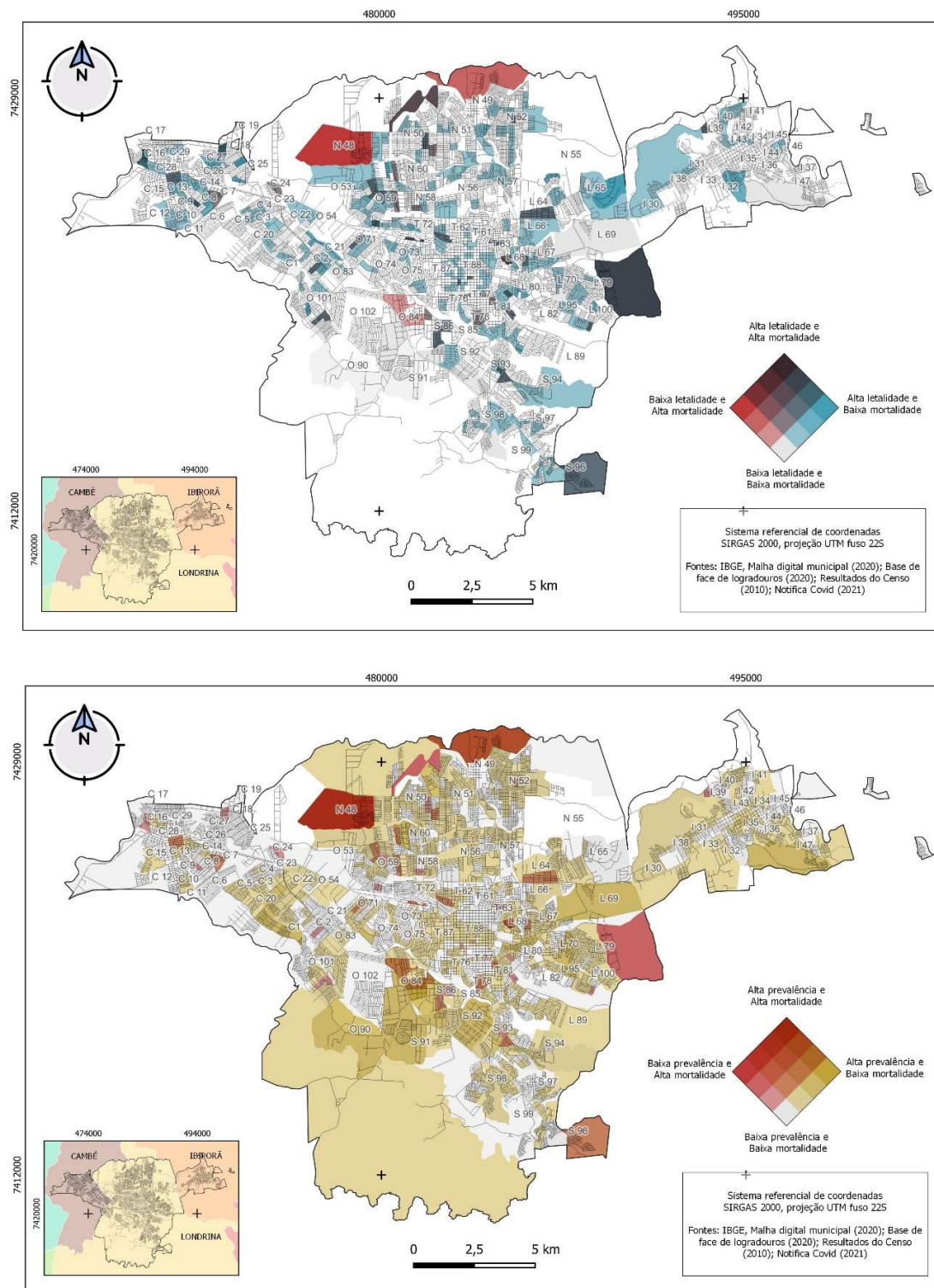
Esses resultados sugerem que essas áreas enfrentaram um maior impacto da doença, com taxas de letalidade e mortalidade mais altas.

Ao analisar os valores de prevalência (relação entre o número de casos e a população total) juntamente com os dados de mortalidade (fig. 33 abaixo), torna-se claro que o bairro Fraternidade [L 68] na região Leste apresenta unidades com os valores mais elevados para ambas as variáveis. Além disso, na região Norte, os bairros Perobinha [N 48], assim como a parte norte dos bairros Heimtal e Cinco Conjuntos [N 49 e N 52], também exibem valores notáveis para ambas as métricas.

Destaca-se que um dos setores do bairro Fraternidade [L 68] durante o período estudado manifestou elevados valores tanto em prevalência quanto mortalidade e letalidade. Uma possível explicação é que esta área comporta dois estabelecimentos institucionais que tiveram os maiores surtos de Covid-19 na CCLI no primeiro ano da pandemia, sendo um deles um asilo e o outro uma unidade prisional (RPC, 2020; TAROBÁ, 2020).

As análises e as inferências obtidas até aqui forneceram uma abordagem visual-analítica para avaliar as afirmações levantadas. No entanto, para aprofundar a compreensão das variáveis apresentadas, fez-se necessário realizar uma regressão por matriz de correlação, que trará luz adicional sobre essas relações.

**Figura 33 Mapa coroplético bivariado – Letalidade e Mortalidade (/1000 hab.) (acima) e Prevalência e Mortalidade (/1000 hab.) (abaixo) na CCLI entre 22/03/2020 e 31/12/2020**



**Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

## 6.6 Correlação entre atributos

Dispondo das variáveis do censo demográfico como raça e cor, renda, os indicadores de saúde e os dados de casos e óbitos pela Covid-19, a matriz de correlação a seguir (tabela 02) aponta com significância estatística alguma das afirmativas outrora apontadas nos mapeamentos, sendo estas<sup>14</sup>:

**Tabela 2 Matriz de correlação Covid-19 CCLI (2020) x Variáveis Censo Demográfico (2010)**

	PREVA	MORTAL	LETALI	IDOSOS	RENDAMENSAL	AMARELOS	BRANCOS	INDÍGENAS	PARDOS	PRETOS
PREVA	—									
MORTAL	0.204 ***	—								
LETALI	-0.054	0.226 ***	—							
IDOSOS	0.180 ***	-0.077 *	0.070 *	—						
RENDAMENSAL	0.388 ***	-0.068	-0.027	0.520 ***	—					
AMARELOS	0.221 ***	-0.023	-0.001	0.436 ***	0.689 ***	—				
BRANCOS	0.356 ***	-0.089 *	0.019	0.824 ***	0.609 ***	0.377 ***	—			
INDÍGENA	0.054	-0.021	-0.023	0.124 ***	0.029	-0.018	0.111 **	—		
PARDA	0.031	-0.067	0.017	0.331 ***	-0.111 **	-0.349 ***	0.345 ***	0.215 ***	—	
PRETOS	0.047	-0.038	0.048	0.308 ***	-0.097 **	-0.279 ***	0.334 ***	0.233 ***	0.730 ***	—

Nota. \* p < .05, \*\* p < .01, \*\*\* p < .001

**Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

O indicador de saúde "prevalência" está positivamente correlacionado com a população idosa, pessoas autodeclaradas amarelas e brancas, e com a renda média. Isso significa que quando há um aumento dessas variáveis, há um aumento correspondente nos valores de prevalência. Tais variáveis podem desempenhar um papel importante na determinação da prevalência do fenômeno da doença.

A variável de "mortalidade" possui correlação negativa com a população idosa e com as pessoas autodeclaradas brancas. Isso indica que essas variáveis tendem a se mover em direções opostas. Por exemplo, um aumento na população idosa pode estar associado a uma diminuição na taxa de mortalidade.

<sup>14</sup> As matrizes de correlação detalhadas e acompanhada dos gráficos estão na seção APÊNDICE.

A "letalidade" apresenta correlação positiva com a população idosa. Isso significa que a letalidade aumenta quando o número de pessoas idosas de uma determinada unidade espacial também aumenta. Essa correlação reforça uma maior vulnerabilidade ou maior gravidade dos eventos de Covid-19 em relação às pessoas idosas.

A variável de "renda média" está fortemente correlacionada com a população autodeclarada branca e amarela, enquanto apresenta uma forte correlação negativa com as populações autodeclaradas pardas e pretas. Isso sugere que a renda média tem uma relação significativa com esses grupos étnicos.

É válido destacar que existem outras variáveis que não foram incluídas na matriz de correlações e que podem influenciar as relações entre as variáveis analisadas.

## **6.7 Análise dos surtos de Covid-19**

Na coleção de mapas gerados a partir dos CME de surtos (fig. 34) e da análise estatística dos atributos, obtiveram-se os seguintes resultados:

Observando a distribuição dos surtos de CME por região, concluiu-se que a região Centro foi a mais afetada, com 12 ocorrências, seguida por 7 ocorrências tanto na região Leste quanto na região Oeste. A região Cambé teve apenas uma ocorrência.

Ao analisar as elipses de desvio padrão que representam a dispersão dos CME, constatou-se que a maioria apresentava uma excentricidade próxima de 1, indicando que elas eram mais achatadas do que alongadas.

Não há uma tendência clara de aumento ou diminuição da excentricidade ao longo do tempo. Os valores variam irregularmente, o que sugere que a forma das elipses não segue um padrão consistente. No entanto, a SE 41 se destacou com uma excentricidade de 0,38, o que significa que os surtos nessa semana estavam distribuídos de maneira mais uniforme por toda a CCLI, assumindo um formato mais próximo de um círculo.

Em relação às orientações preferenciais das elipses de desvio padrão, notou-se uma tendência de ocorrências nos sentidos Nordeste-Sudoeste, com 8 das 20 ocorrências seguindo essa direção. Isso indica que esse foi o eixo mais comum de disposição dos surtos de Covid-19 durante esse período. Em relação ao azimute de deslocamento preferencial dos CME, a direção Sudoeste foi a mais frequente, com 9 das 24 ocorrências, seguida pela direção Nordeste, com 7 ocorrências.



**Figura 34 Vetor de mobilidade e elipses de desvio padrão para CME – surtos de Covid-19 na CCLI (2020)**

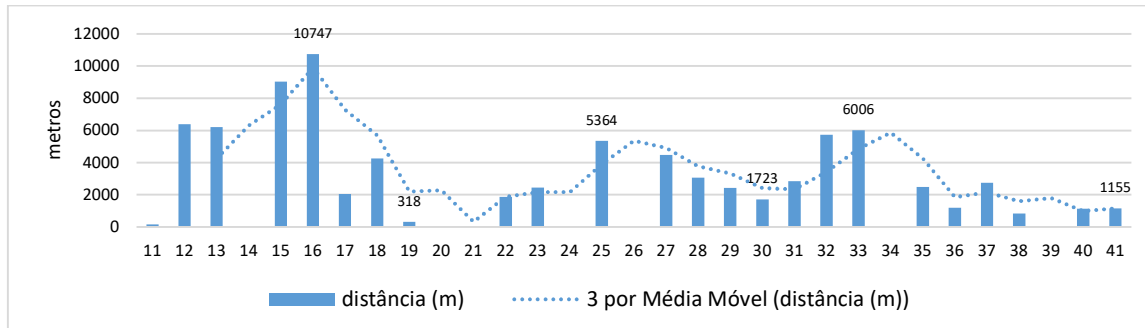


**Fonte: IBGE (2020); Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

O deslocamento do vetor de mobilidade dos CME variou entre 1 e 327 metros (fig. 35). As semanas com os menores deslocamentos foram a SE 28, 33 e 36, com menos de 50 metros cada, enquanto as semanas 17, 30 e 41 tiveram os maiores deslocamentos, chegando a aproximadamente 300 metros. Com base nas medidas de deslocamento do vetor de mobilidade para surtos de Covid-19 ao longo das semanas epidemiológicas, os dados revelam que houve variação na intensidade do deslocamento do surto ao longo do tempo. Em algumas semanas, o surto apresentou deslocamentos significativos, percorrendo distâncias consideráveis, enquanto em outras semanas o deslocamento foi mais limitado.

Deslocamentos maiores podem indicar a disseminação do vírus para áreas mais distantes, enquanto deslocamentos menores podem sugerir uma concentração ou contenção da propagação em áreas mais específicas. Os períodos em que o surto apresentou deslocamentos mais curtos ou ausência de deslocamento podem indicar momentos em que as medidas de contenção, como restrições de mobilidade e distanciamento social, foram efetivas na redução da propagação da doença.

**Figura 35 Distância de deslocamento do vetor de surtos / SE de Covid-19 na CCLI (2020)**



**Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

Ao organizar os dados de surto em uma tabela (APÊNDICE III), realizou-se uma análise estatística para examinar possíveis associações entre as variáveis nominais "Orientação da elipse" e "Região de ocorrência do CME". No entanto, os resultados indicaram não haver significância estatística, o que significa que não existe uma associação estatisticamente significativa entre essas duas variáveis.

Além disso, para investigar ainda mais as relações entre as variáveis ordinais e contínuas, como "Distância em metros", "Azimute do vetor" e "Excentricidade da elipse",

realizou-se uma análise de regressão. No entanto, os resultados dessa análise também não encontraram relações estatisticamente significativas entre essas variáveis.

Estas análises estatísticas mencionadas foram conduzidas utilizando o software Jamovi (JAMOVI, 2021a).

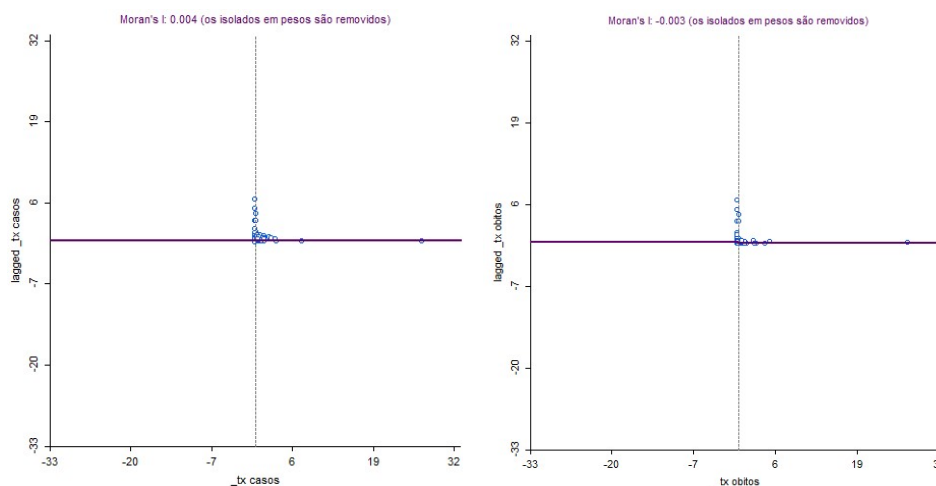
## 6.8 Autocorrelação espacial para Covid-19 em 2020

### 6.8.1 I de Moran Univariado

Os diagramas de dispersão de Moran (fig. 36, à esquerda) revelaram um Índice de Moran I univariado de 0.004 (999 permutações, p-valor: 0,122000) para a taxa de casos.

Esse valor sugere uma autocorrelação espacial positiva, embora esse valor seja muito próximo de zero. Isso sugere que pode existir uma leve propensão ao agrupamento de valores semelhantes em áreas geográficas próximas, embora essa relação não seja particularmente forte. Dessa forma, pode-se concluir que há certo grau de padrão espacial, mas este não é proeminente.

**Figura 36 Diagramas de dispersão de Moran para casos (esq.) e óbitos (dir.) de Covid-19 na CCLI (2020)**



Fonte: Org. o próprio autor.

O p-valor de 0.122 significa que a autocorrelação observada não é estatisticamente significativa a um nível de significância comum, como 0.05. O resultado, portanto, aponta



que os padrões espaciais globais para a taxa de casos podem ser resultado do acaso, em vez de um padrão verdadeiro.

Ao calcular o total de óbitos, foi obtido um valor de 0.003 (999 permutações, p-valor: 0,497000) (fig. 36, pág. anterior, à direita). Este valor no Índice de Moran univariado indica uma possível autocorrelação espacial na taxa de óbitos. No entanto, o p-valor alto (0.497) sugere que essa autocorrelação pode ser devido ao acaso, não sendo estatisticamente significativa. Portanto, os dados não indicam um padrão forte de agrupamento de óbitos em áreas próximas.

Ainda que os valores pontem uma correlação estatística baixa ou inexistente, eles apontam considerando todos os dados observados simultaneamente, os resultados seguintes analisarão as unidades espaciais (os setores censitários) uma a uma.

### 6.8.2 I de Moran univariado local (LISA)

O mapa de agrupamentos LISA (Índice de Moran univariado local) representa os padrões de autocorrelação espacial local para as variáveis 'taxa de casos' e 'taxas de óbitos', ou seja, cada uma das unidades espaciais (setores censitários n=818) individualmente. Os valores com significância estatística >90% foram classificados em quatro categorias: alto-alto, baixo-baixo, alto-baixo e baixo-alto.

Os agrupamentos alto-alto e baixo-baixo indicam concentração e características específicas. No caso dos alto-alto, representam áreas com elevado número de casos cercadas por áreas com a mesma característica. Por sua vez, as áreas baixo-baixo representam o oposto, ou seja, áreas com baixo número de casos circundadas por áreas com a mesma característica.

Por outro lado, as áreas com padrões alto-baixo e baixo-alto, representadas por cores mais claras, indicam áreas de transição. Nessas áreas, regiões geográficas próximas apresentam valores altos próximos a valores baixos ou vice-versa.

Como se nota, para a taxa de casos (fig. 37, acima), os bairros classificados como **alto-alto** localizam-se com 4 unidades da região Sul: Guanabara [S 86], Vivendas do Arvoredo [S 91] e Tucanos [S 92]; 6 apenas no bairro Palhano [O 84], uma unidade no bairro Universidade [O 102]. A região que comporta esse aglomerado diz respeito a uma área residencial, com forte verticalização e pertencente à porção na faixa do maior poder aquisitivo da CCLI.

Há ocorrência também na região Norte com 3 unidades no extremo norte dos bairros Parigot de Souza [N 50], Vivi Xavier [N 51], Heimtal [N 49] e Cinco conjuntos [N 52]. Estes bairros apresentam correlação espacial estatisticamente significantes em relação aos seus vizinhos quanto às taxas de casos de Covid-19, sugerem assim regiões onde o contágio e a manutenção das transmissões podem ter acontecido durante o primeiro ano. Ao contrário do aglomerado referido anteriormente, estes bairros estão na porção mais periférica ao norte da CCLI e com a menor concentração de renda, numa área residencial de conjuntos habitacionais populares.

O mapeamento sugere, portanto, dois grupos, um grupo de bairros no extremo norte na região Norte e um grupo de bairros no sudoeste da CCLI (região Oeste e região Sul).

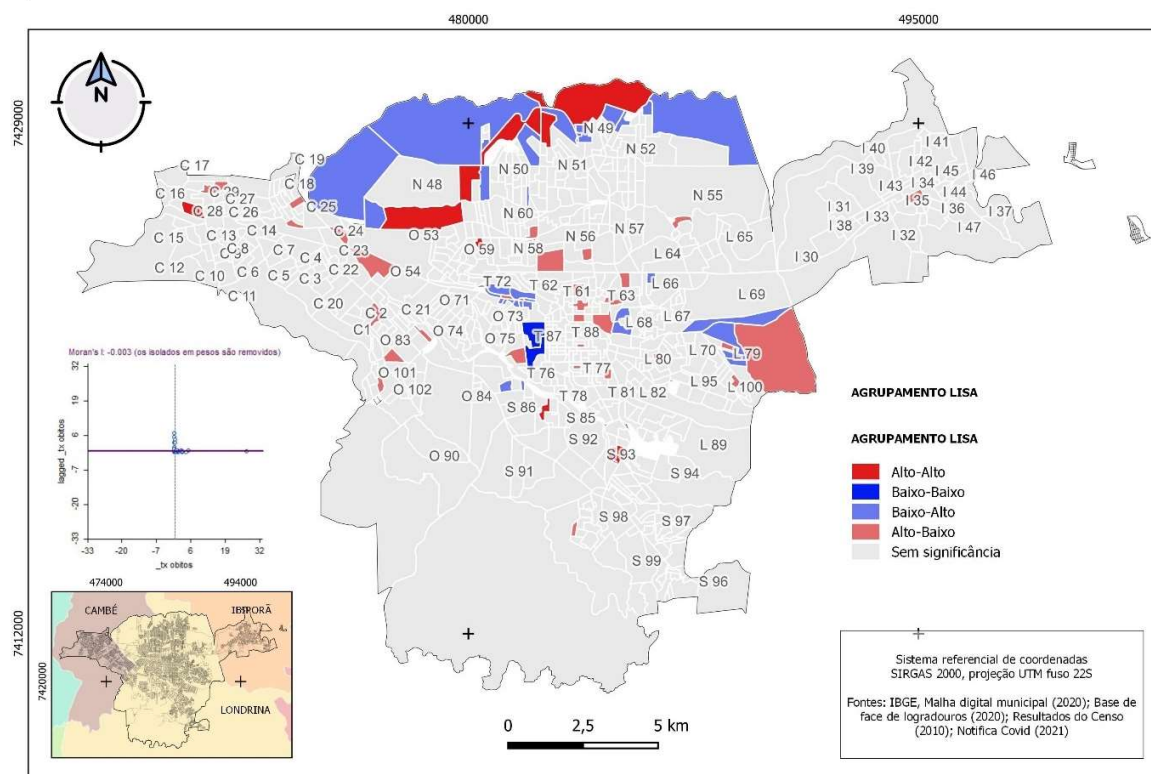
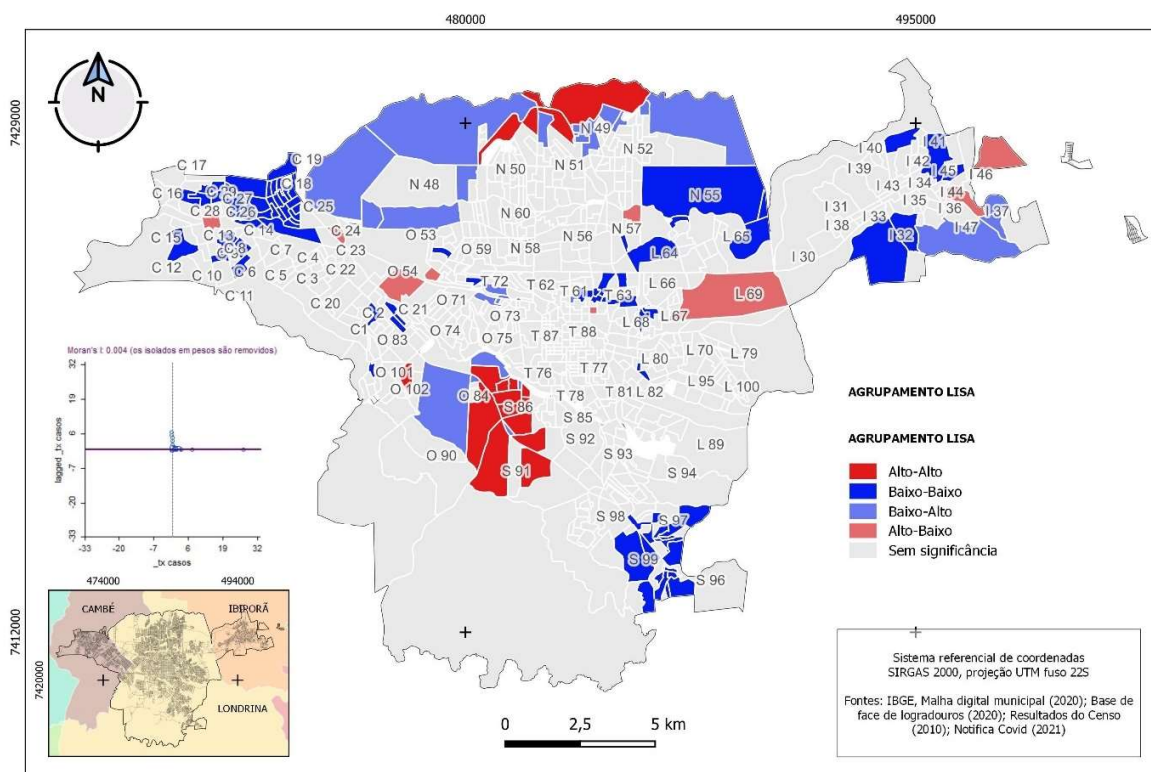
Classificados como **baixo-baixo** estão dois aglomerados, na região Sul da CCLI, nos bairros Parque das Indústrias [S 97] e União da Vitória [S 96] e Saltinho [S99]; e no outro aglomerado a nordeste da região Cambé: Parque Res. Ana Rosa [C 18], Pq. Industrial José Garcia Gimenez [C 19], Jardim Tupi [C 26], Jardim Imperatriz [C 27] e Conj. Hab. Dr. José dos Santos Rocha [C 29].

Diferente do I de Moran global a significância estatística dos agrupamentos indicou associação espacial real com significância  $\geq 90\%$ . Sinteticamente, áreas com índice local LISA alto-alto e baixo-baixo sugerem dependência espacial configurando áreas-chave de compreensão para o primeiro ano da pandemia de Covid-19 na CCLI.

Quando analisadas as classes para a taxa de óbitos, na categoria **alto-alto** o destaque está localizado na região Norte, no aglomerado ao norte dos bairros Cilo 3 [O 53], Leonor [O 59], Parigot de Souza [N 50], Vivi Xavier [N 51], Cinco conjuntos [N 52]; em unidades pontuais nos bairros da região Sul: Inglaterra [S 93], Guanabara [S 86]; e na região Oeste no bairro Leonor [O 59] e Vila Guarani [C 28] na região Cambé. Relembrando que está condição expressa localidade onde os óbitos foram elevados e possuem localidades vizinhas nesta mesma condição. Este contexto também expõe a região Norte como protagonista com vizinhos semelhantemente tendo altas taxas de óbitos.

Para a categoria **baixo-baixo** referente à taxa de óbitos a análise apontou um aglomerado no bairro da região Centro Quebec [T 87].

**Figura 37 Mapa de agrupamentos LISA para o total de casos de Covid-19 (2020)**



Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

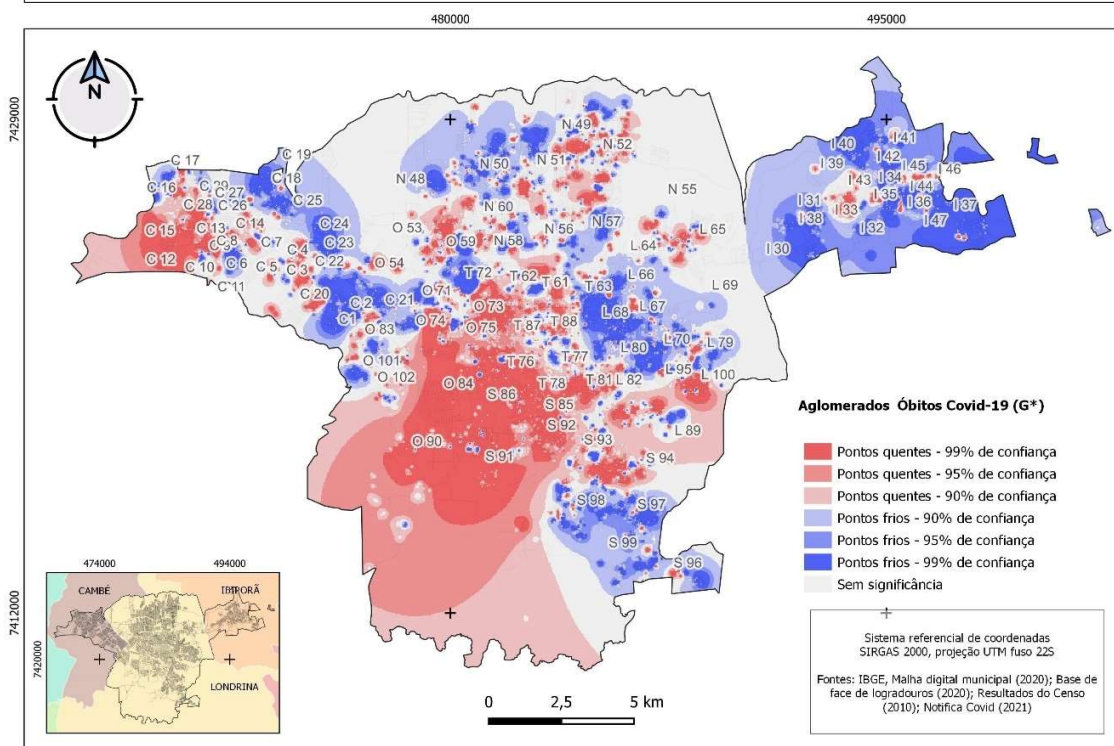
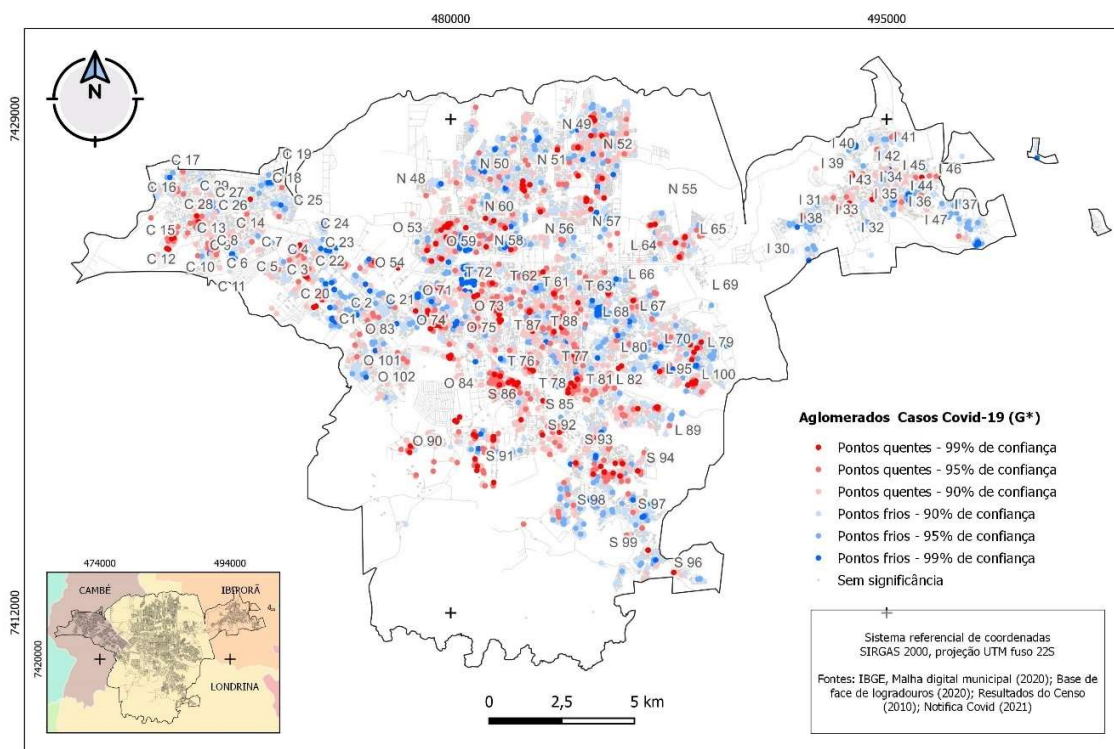
### 6.8.3 Índice de Getis-Ord ( $G^*$ )

O mapa de casos apresentado na figura 38 proporciona uma visão ampla da distribuição dos eventos, mostrando uma notável densidade de ocorrências classificadas como significativas. No entanto, essa densidade pode tornar a análise minuciosa, complexa e confusa. A observação detalhada revela a presença de áreas com alta concentração de eventos ("pontos quentes") e áreas com menor ocorrência ("pontos frios") relacionados aos casos de Covid-19. Essa variação espacial é evidente em todas as regiões da cidade e em todos os níveis de significância examinados ao longo do período de análise.

A aplicação da técnica de interpolação, que considera tanto a ponderação pelo inverso da distância quanto o peso das semanas epidemiológicas, destaca concentrações notáveis de "pontos quentes" com significância alta ao longo do eixo CE-SO. Essa concentração indica uma maior incidência de transmissão naquela região durante o período da pandemia. Essas descobertas são particularmente relevantes, já que áreas com aglomerações de altas taxas de casos confirmados apresentam semelhanças com as regiões onde o vírus teve origem e estabeleceu uma prevalência elevada. Essas áreas costumam ser caracterizadas por uma densidade populacional verticalizada e maiores concentrações de renda.

Em contrapartida, a porção leste da região Cambé exibe um padrão distinto, contrastando com os resultados obtidos por outras técnicas empregadas. Embora a densidade de casos confirmados possa parecer baixa com base no estimador de densidade de Kernel, um método estatístico que incorpora intervalos de confiança tendo sido adaptado para análises em escalas locais, as tendências se invertem. Em muitos casos, o formato do eixo CE-SO e grande parte da região Ibiporã são predominadas por "pontos frios" em diversos níveis de significância, intercalados por "pontos quentes" ocasionais. Esses "pontos frios" indicam que a presença de casos positivos de Covid-19 em áreas vizinhas não foi uma ocorrência comum durante as mesmas semanas epidemiológicas.

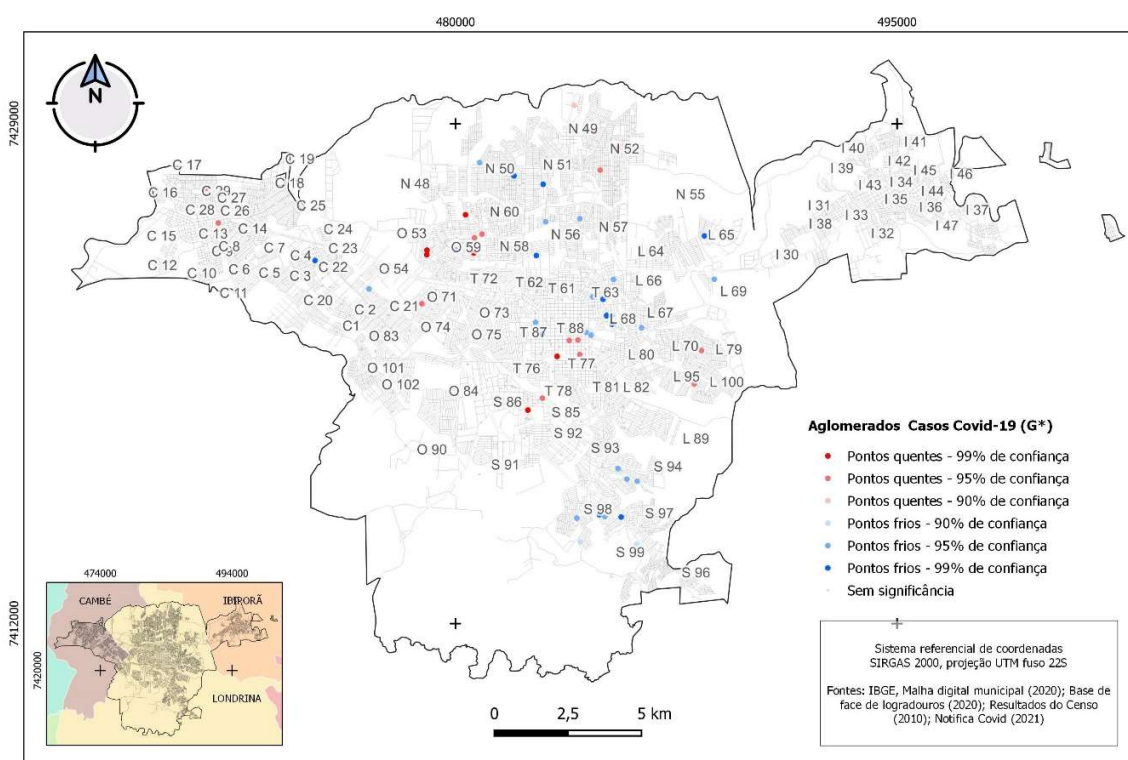
**Figura 38 G\* - pontos quentes e pontos frios casos de Covid-19 CCLI (2020)**



**Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

Ao utilizar a técnica Getis-Ord  $G^*$  para analisar os eventos de óbito, observou-se que o mapa dos agrupamentos identificados na análise de pontos quentes para óbitos não apresenta significância estatística na formação de aglomerados, diminuindo à medida que o raio de análise é aumentado (fig. 39). Isso ocorre devido à menor quantidade de dados de óbitos por COVID-19 nos municípios em comparação com os casos confirmados, além da dispersão desses óbitos por toda a extensão da malha urbana. Por isso optou-se por não gerar um mapa interpolado.

**Figura 39  $G^*$  - pontos quentes e pontos frios óbitos de Covid-19 CCLI (2020)**



**Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor**

Os padrões de aglomerados de taxas, tanto quentes quanto frios, revelam áreas de interesse que não foram evidenciadas por outras análises. Isso ressalta a importância de utilizar diversas ferramentas de análise de dados, sejam elas pontuais, zonais ou espaciais, para compreender a complexidade da COVID-19. É fundamental ponderar o uso dessas ferramentas e interpretar os resultados obtidos. A aplicação da técnica geoestatística  $G^*$  nos permite observar o comportamento espacial dos dados pontuais em relação aos seus



vizinhos mais próximos, em vez de considerar todos os dados em conjunto. Isso explica a presença de relacionamentos frios nos centros da área estudada.

## **6.9 O padrão construtivo dos imóveis**

Ao classificar os padrões construtivos dos imóveis por suas fachadas, a análise qualitativa forneceu informações socioeconômicas atualizadas sobre o perfil dos envolvidos no adoecimento, numa perspectiva temporal.

No primeiro gráfico (fig. 40), são apresentadas as primeiras manifestações de surtos de Covid-19 da CCLI. Esses surtos ocorreram principalmente em estabelecimentos institucionais de cuidado e abrigo para pessoas idosas, sendo seguidos por um novo surto na 13ª semana. Nas primeiras semanas de ocorrência de surtos, entre as semanas 12 e 17, foi observado um perfil residencial variado, abrangendo desde residências simples até residências de nível superior, com eventos esporádicos de surto.

Nas semanas 18 e 19, houve uma mudança no perfil residencial, com a ocorrência de surtos em apartamentos e um episódio em hospital.

As semanas 20 e 21 não apresentaram surtos, retomados nas semanas 22 e 23, com destaque para um ambiente institucional de reintegração social destinado a infratores encarcerados em regime semiaberto. Nesse período, também houve uma diversificação de estabelecimentos, embora em menor escala.

Entre as semanas 24 e 26, houve apenas um evento de surto em um imóvel de alvenaria do tipo superior. Já entre as semanas 27 e 30, observou-se um aumento na diversidade de estabelecimentos com ocorrência de surtos, especialmente na semana 28, que envolveu mais de uma centena de pessoas distribuídas entre residências de alvenaria simples, casas de madeira rústica e apartamentos de todos os tipos.

As semanas 31 a 33 apresentaram uma diminuição nos episódios de surto, mas a partir da semana 25, houve uma elevação gradual que se estabilizou predominantemente em apartamentos do tipo superior a partir da semana 38. Nas duas últimas semanas analisadas, houve a adição de casas de médio e alto padrão ao perfil residencial com surtos, representando o segundo momento de maior ocorrência de Covid-19 em 2020.

Ao analisar o cenário de surtos, é importante destacar que os primeiros eventos ocorreram em instituições de cuidados a idosos. Essa observação inicial indica que esse grupo populacional foi particularmente afetado pela fase inicial da Covid-19. A partir desses

primeiros eventos, os surtos se espalharam para diferentes tipos de imóveis, abrangendo residências de diversos padrões construtivos. No entanto, é interessante notar que, ao longo do tempo, os surtos se estabeleceram predominantemente em apartamentos, com maior incidência nos apartamentos do tipo superior.

Uma possível explicação para a elevada incidência de surtos de Covid-19 em apartamentos está na hipótese de que as medidas de isolamento e distanciamento social podem não ter sido devidamente respeitadas nesses espaços. Em particular, em apartamentos de padrão superior, é comum a presença de áreas compartilhadas, como academias, áreas de lazer, elevadores e corredores, onde a interação entre os moradores é mais frequente, possivelmente contribuindo para a propagação do vírus.

A interseção de fatores socioeconômicos e a possível falta de adesão às precauções de saúde podem ter desempenhado um papel na disseminação do vírus em apartamentos. No entanto, a confirmação dessa suposição requer uma análise mais aprofundada, com coleta de dados robustos e pesquisas adicionais.

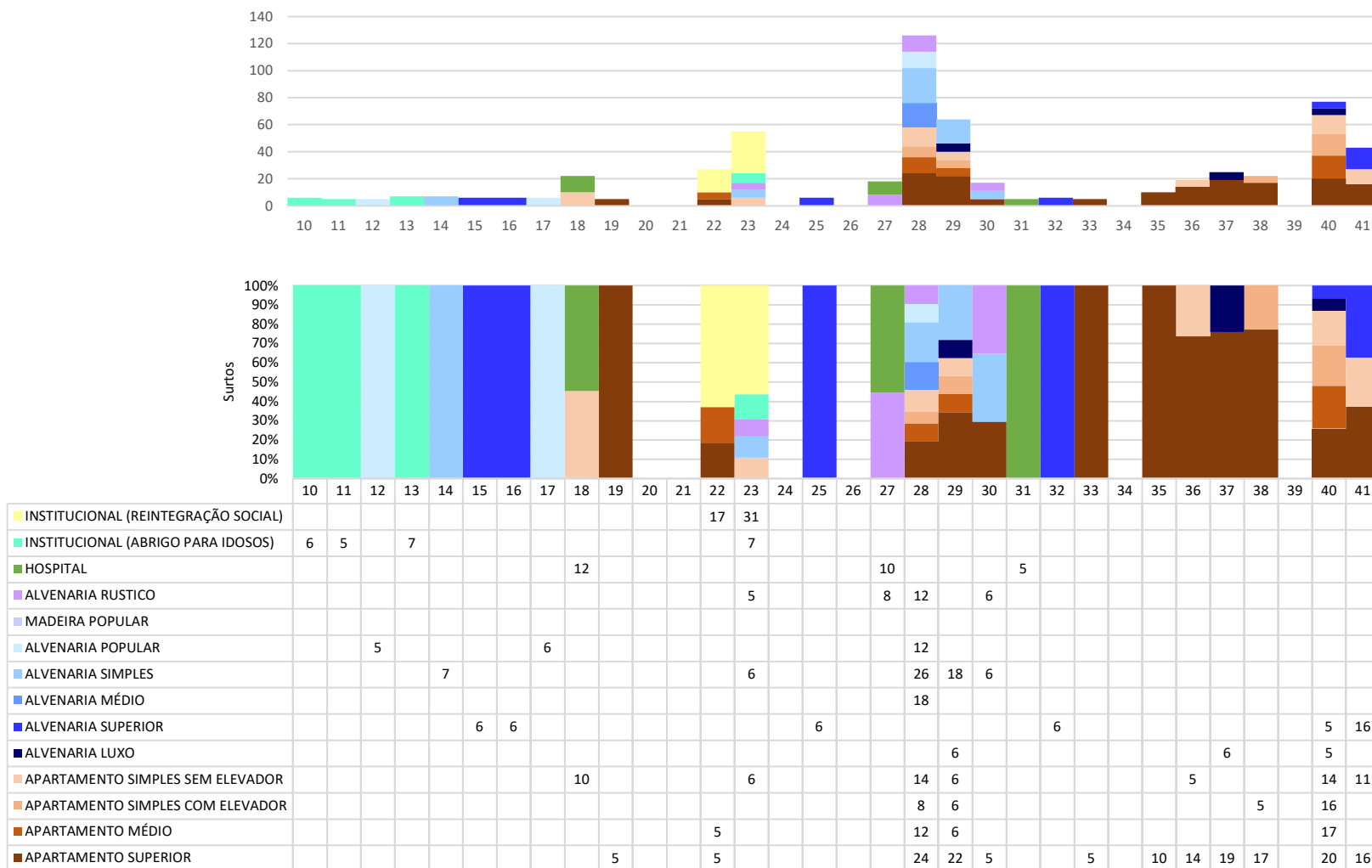
Ao examinar os padrões de óbitos por Covid-19 na CCLI (fig. 41), utilizando a mesma paleta de cores do gráfico anterior, surgem diferenças notáveis nos padrões temporais. Inicialmente, os óbitos ocorreram pontualmente, não ultrapassando um caso por dia nas primeiras oito semanas. Entretanto, nas semanas 9 e 10, houve um aumento nos óbitos, chegando a quase 10 casos. O destaque ocorreu na semana 11, que resultou em mais de 30 óbitos. Essa tendência é intrigante quando contrastada com os surtos das semanas anteriores, indicando a possibilidade de óbitos isolados, independentes de surtos.

Entre as semanas 12 e 15, ocorreu uma diminuição dos óbitos, chegando a zero na semana 16, antes de aumentar abruptamente para mais de 20 óbitos na semana 17. Durante as semanas 18 a 26, os óbitos variaram de 5 para menos de 10 casos semanais, com uma semana livre de ocorrências. A partir da semana 28 até a 41, houve uma estabilização em torno de uma média de 10 óbitos por semana, marcando o fim da série analisada. Essa variação ao longo do tempo sugere diferentes fases da pandemia na CCLI, alternando momentos de maior controle do vírus com períodos de impacto mais expressivo, com maiores números de óbitos.

Essas análises indicam que a compreensão dos padrões temporais dos óbitos pode fornecer relevantes informações sobre a evolução da pandemia na região estudada. Esses achados podem orientar estratégias de saúde pública mais eficazes para lidar com diferentes estágios da disseminação do vírus.

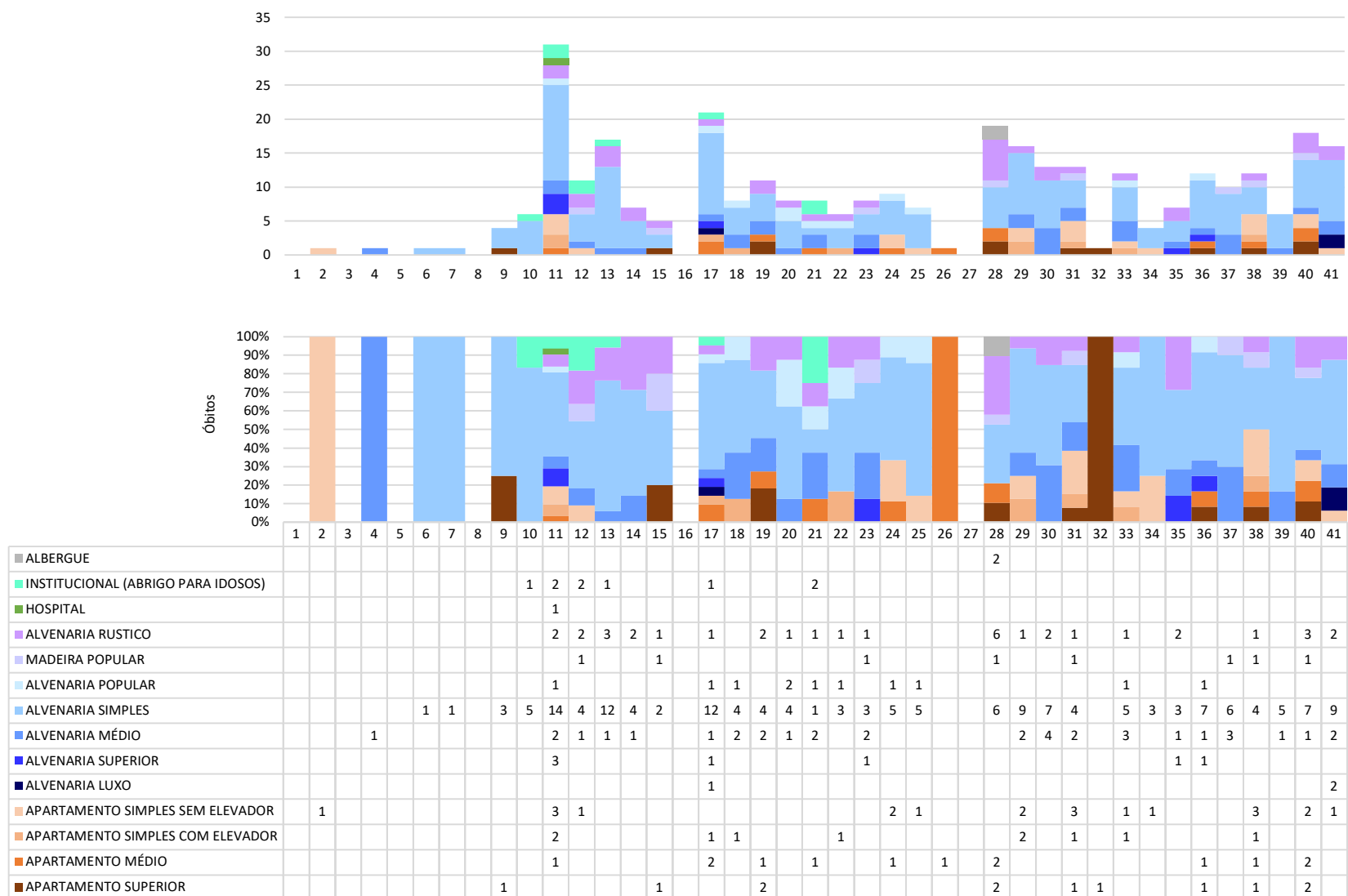


**Figura 40 Evolução temporal do padrão construtivo dos imóveis para surtos de Covid-19 na CCLI (2020)**



Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

**Figura 41 Evolução temporal do padrão construtivo dos imóveis para óbitos de Covid-19 na CCLI (2020)**



Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

Outra observação visual importante nos gráficos é a predominância das cores, que sinalizam os padrões de óbitos por Covid-19 em relação aos tipos de construção habitacional. Desde o início da análise, é evidente que as classes econômicas mais afetadas são aquelas que residem em moradias de alvenaria simples, com a possível inclusão ocasional de casas de madeira, além de algumas ocorrências discretas em apartamentos. Essa distribuição cromática sugere que as áreas habitacionais de padrão construtivo mais modesto foram mais severamente impactadas pelos óbitos, o que possivelmente reflete condições socioeconômicas desfavoráveis, menor acesso a recursos e potenciais desafios na adoção de medidas preventivas. A análise das relações entre construção habitacional e incidência de óbitos fornece valiosas evidências que identificam áreas de maior vulnerabilidade com potencial de orientar estratégias de intervenção direcionadas.

#### **6.10 A ocupação profissional**

A análise das ocupações profissionais dos casos de Covid-19 em 2020 revela uma diversidade de setores afetados pela pandemia (tabela 03). Entre as ocupações mais comuns, destacam-se vendedores de comércio varejista, garçons e frentistas, com um total de 862 casos. Os profissionais da saúde de nível superior, como médicos, enfermeiros e psicólogos, também foram amplamente impactados, registrando 585 casos. Além disso, 568 pessoas que trabalham no lar, 553 profissionais da saúde de nível técnico, 496 na área administrativa e 495 aposentados foram afetados pela doença.

As nuvens de palavras da figura 42 representam as ocupações com destaque a proporcionalidade visual.

O elevado número de infectados entre aposentados e estudantes, mesmo considerando o período de reclusão doméstica e a interrupção das aulas presenciais, pode ser explicado por diferentes fatores. No caso dos aposentados, muitos pertencem a grupos de risco devido à idade avançada e a possíveis comorbidades, o que os torna mais suscetíveis à infecção pelo vírus. Além disso, mesmo com o distanciamento social, os aposentados podem precisar sair de casa para realizar atividades essenciais, como consultas médicas ou compras de alimentos e medicamentos.

Quanto aos estudantes, embora as aulas presenciais tenham sido interrompidas, muitos jovens ainda tiveram contato com outras pessoas em ambientes fora de casa, como

ao frequentar estabelecimentos comerciais, encontrar amigos e familiares ou participar de atividades extracurriculares. Além disso, nem todos os estudantes tiveram condições adequadas de isolamento em casa, seja devido a questões socioeconômicas ou à necessidade de trabalhar para contribuir com a renda familiar.

**Tabela 3 Ocupação profissional declarada dos casos notificados (2020)**

<b>Profissão declarada</b>	<b>n</b>	<b>(%)</b>
Vendedor de comércio varejista, garçons, frentistas	862	10,7%
Profissional da saúde nível superior (Médicos, Enfermeiros, Psicólogos etc.)	585	7,3%
Pessoas que trabalham no lar	568	7,1%
Técnicos de nível médio na área da saúde (Auxiliares e Técnicos Enfermagem, Laboratório, Raio-X)	553	6,9%
Agentes, assistentes e auxiliares administrativos	496	6,2%
Aposentado	495	6,2%
Estudante e estagiário	443	5,5%
Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais (Pedreiro, pintor, eletricista, marceneiro, mecânico)	290	3,6%
Profissionais das ciências e das artes (advogado, engenheiro, contador, jornalista etc.)	239	3,0%
Motorista de carro de passeio (de aplicativo, de táxi, de van, de mototáxi, de ônibus, transporte escolar)	225	2,8%
Professores de nível superior do ensino fundamental, médio e Pedagogos	222	2,8%
Comerciante atacadista (dono de bar, da loja etc.)	216	2,7%
Empregado doméstico diarista	214	2,7%
Autônomo	188	2,3%
Alimentação, venda e atendimento (açougueiro, padeiro, cozinheiro, chapeiro)	183	2,3%
Cabeleireiro, manicure, depiladores, esteticistas e afins	124	1,5%
Serviços Gerais	114	1,4%
Hotelaria, segurança, portaria	102	1,3%
Desempregados	96	1,2%
Faxineiro, auxiliar de limpeza (em empresa pública ou privada)	96	1,2%
Agentes penitenciários, Guardas Municipais, Policiais e Bombeiros	95	1,2%
Diretor, gerente, cargo político comissionado	84	1,0%
Operador de máquinas, montador na indústria	76	0,9%
Mecânico de veículos, máquinas industriais etc.	57	0,7%
Entregador de mercadorias	54	0,7%
Trabalhadores de cargas e descargas de mercadorias	51	0,6%
Dirigentes gerais da administração e servidores públicos	49	0,6%
Cuidador de idosos	48	0,6%
Operadores de máquinas para costura, confecção de calçados	46	0,6%
Produtores agrícolas polivalentes	43	0,5%
Operadores de telemarketing e afins	34	0,4%
Artistas visuais, desenhistas industriais e conservadores-restauradores de bens culturais	23	0,3%
Caminhoneiro autônomo (rotas regionais e internacionais)	16	0,2%
Ministro de culto religioso (padre, pastor etc.)	14	0,2%
Coletor de lixo domiciliar, catador de material reciclável	14	0,2%
Trabalhadores agropecuários (Trabalhador volante da agricultura)	2	0,0%
<i>Outros (categorias não condizentes com as anteriores)</i>	1011	12,6%
<b>Total</b>	<b>8028</b>	<b>100%</b>

**Fonte: Notifica Covid-19; Adaptado de BRASIL (2023b). Org. O próprio autor**

Das profissões que mais se destacam na nuvem de palavras estão pertencentes a equipe de enfermagem. Na revisão de literatura realizada por Rabito et al. (2022) entre março e agosto de 2020, foram analisados dados nacionais de 41.030 profissionais de enfermagem infectados, resultando em 449 óbitos. A classe de técnicos de enfermagem apresentou o maior número de casos tanto para infecção quanto para óbito. Essas informações permitem caracterizar o perfil dos profissionais de enfermagem infectados, com predominância do sexo feminino, em idade reprodutiva, jovens e em atuação na região sudeste do Brasil.

**Figura 42 Ocupação profissional declarada dos casos (esquerda) e óbitos por Covid-19 (direita) (2020)**



**Fonte: Notifica Covid-19. Org. O próprio autor**

É essencial compreender que a disseminação espacial da COVID-19 e suas consequências envolvem diferentes variáveis, como diagnósticos negativos, dados socioeconômicos, faixa etária e diferentes períodos. Observa-se que os casos confirmados da doença as principais ocupações atingidas no início da pandemia foram aquelas relacionadas aos serviços essenciais de atendimento direto ao público e os profissionais de saúde.

Por outro lado, os óbitos estiveram mais associados à população idosa visto que os aposentados representam a ocupação declarada como 'aposentado (a)'.

## 7. DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa revelaram informações importantes sobre a disseminação da Covid-19 na região estudada, sintetizadas abaixo.

A análise da evolução da Covid-19 na CCLI revela um notável aumento de casos entre julho e agosto. Isso foi seguido por uma redução, seguida por uma leve estabilização até novembro. Nesse ponto, ocorreu um novo aumento que se estendeu até o final de dezembro, atingindo o ápice na semana 40. Essa análise dos dados evidencia o impacto significativo da Covid-19 na região ao longo do período estudado. Os momentos de maior incidência, representados pelos picos, indicam fases de rápida disseminação do vírus. Em contrapartida, as diminuições podem estar associadas à eficácia das medidas de contenção implementadas pelas autoridades de saúde, bem como à obtenção de imunidade natural, conhecida como "imunidade de rebanho". Este último fator desempenha um papel relevante na modelagem dos padrões das ondas de transmissão. No que diz respeito às fatalidades, o auge ocorreu em dezembro de 2020, marcado por vários dias com um elevado número de óbitos. Esse aumento substancial nos falecimentos relacionados à Covid-19 é evidência do impacto significativo da doença.

Ao longo da pandemia, com exceção da Semana Epidemiológica 1 (SE 1), o arranjo de pontos apresentou uma configuração de aglomeração. Em termos espaciais, observou-se que a propagação da doença abrangeu todo o território habitado da CCLI, com uma maior concentração de casos em edifícios. Durante as primeiras 41 semanas da pandemia, as áreas urbanizadas verticalmente demonstraram um impacto especialmente marcante. As regiões Oeste, Sul e o eixo Centro-Sudoeste (CE-SO) registraram as contagens mais elevadas de casos. Essa distribuição pode ser atribuída à tendência de que as populações de maior renda tinham um acesso mais amplo a testes de detecção da Covid-19, resultando em uma identificação mais ampla de casos nesses grupos. Ao mapear os óbitos, observou-se menos ocorrências em comparação com a proporção global de mortes atribuídas à Covid-19, conforme mencionado na literatura (HUANG et al., 2020). No entanto, esses óbitos não se concentraram em áreas verticalizadas. A região Norte apresentou o maior número absoluto de óbitos, com destaque para o bairro Fraternidade [L 86] na região Leste, que foi o mais impactado. Essa distribuição dos óbitos sugere a importância de considerar diferentes fatores, como características demográficas e acesso aos serviços de saúde, na

compreensão da distribuição espacial dos impactos da Covid-19. Esses resultados indicam uma distribuição espacialmente discrepante entre casos e óbitos na área examinada.

Na CCLI, a distribuição étnica mostra que a população majoritária se autodeclara como branca e está dispersa por todas as regiões. A população amarela concentra-se principalmente no eixo CE-SO. Os indígenas estão presentes pontualmente em todas as regiões, com baixas concentrações. Tanto a população autodeclarada como parda quanto a preta apresentam uma distribuição ao longo das bordas da CCLI, exceto no eixo CE-SO, suas áreas mais densamente povoadas situam-se principalmente na região Norte.

A análise da renda nominal média na CCLI indica uma notável concentração de valores elevados no eixo CE-SO, acompanhado por uma acentuada diminuição na concentração de renda nas outras partes da região. As populações autodeclaradas como pardas e pretas demonstram uma situação desfavorável em termos de concentração de renda na CCLI.

No que se refere à distribuição por faixa etária, a população idosa da CCLI, compreendendo indivíduos com 60 anos ou mais, apresenta amplas concentrações em várias partes, destacando-se especialmente nas regiões de Ibiporã e Cambé, bem como nos bairros da região Centro. A incidência mais alta de óbitos nesse grupo etário está em linha com o estudo de Booth et al. (2021), que identificou maior probabilidade de desfechos graves para indivíduos acima de 75 anos, particularmente do sexo masculino. Corroborando fatores mencionados em Rashedi et al. (2020), que apontam para uma taxa de mortalidade mais elevada em pessoas mais velhas e, em específico, em homens. Em um período entre abril e novembro de 2020, Susuki, Olak e Urbano (2021) examinaram a incidência e a taxa de mortalidade da Covid-19 em diferentes grupos etários. Seus resultados indicam que indivíduos com idades entre 20 e 39 anos, especialmente do sexo feminino, apresentam maior incidência de contágio. Por outro lado, as faixas etárias acima de 39 anos, notadamente do sexo masculino, mostram maior suscetibilidade a desenvolver casos fatais. É relevante observar que a falta de atualização do censo demográfico pode obscurecer dinâmicas intraurbanas, principalmente ao comparar os dados de pessoas idosas ou jovens afetadas pela Covid-19 com a distribuição demográfica de idosos. Estudos populacionais recentes do IBGE destacam uma diminuição da população jovem (<30 anos) e um aumento na população idosa em todo o Brasil, indicando uma inversão da pirâmide etária nacional (IBGE, 2022).

A prevalência da doença se estendeu por praticamente toda a região, com valores mais altos na porção Sudoeste da área de estudo. Durante o período analisado, os bairros

situados na região Sul e Oeste também foram identificados como os maiores valores de prevalência incluindo Vivendas do Arvoredo [S 91], Bela Suíça [S 85], Guanabara [S 86] Tucanos [S 92], Palhano [O 84], Esperança [O 90] e Jamaica [O 74]. É importante ressaltar que o indicador de prevalência elevado pode indicar a falta de efetividade das medidas de prevenção e controle adotadas até o momento. A concentração de casos em áreas específicas aponta para a necessidade de intervenções mais focadas nessas regiões, a fim de conter a propagação da doença e atenuar seus impactos na população. Esses dados são essenciais para informar políticas públicas e estratégias de saúde destinadas ao enfrentamento da Covid-19.

No tocante à mortalidade, o bairro Perobinha [N 48] registrou a maior taxa, seguido pelas áreas ao norte dos bairros Heimtal e Cinco Conjuntos [N 49 e N 52], assim como ao norte dos bairros Parigot de Souza e Vivi Xavier [N 50 e N 51], todos localizados na região Norte. A presença de taxas elevadas de mortalidade nessas regiões pode sugerir carências no diagnóstico e cuidado médico. Pode haver limitações no acesso a serviços de saúde adequados ou demoras no diagnóstico e tratamento da Covid-19 nessas localidades. Esses resultados destacam a importância de iniciativas e intervenções para aprimorar a acessibilidade aos serviços de saúde nesses pontos, com o propósito de reduzir as taxas de mortalidade e otimizar os desfechos para os pacientes contaminados. Ademais, é essencial ter em mente que a mortalidade pode também ser impactada por outros fatores, como comorbidades, idade, qualidade da infraestrutura de saúde e contextos socioeconômicos da população. Consequentemente, é fundamental conduzir análises mais profundas para uma compreensão completa dos determinantes e dos desafios ligados à mortalidade pela Covid-19 em tais áreas específicas (COSTA; KALE; VERMELHO, 2009).

No que diz respeito à letalidade, destaca-se a presença de índices mais altos nos bairros Jardim da Vitória [C 16], Parque Residencial Ana Rosa [C 18] e Jardim Alvorada [C 8] na Região Cambé, assim como em Shangri-lá [T 72], Fraternidade [L 68] e Lindóia [L 65]. Esses valores elevados demonstram a proporção de óbitos entre os casos confirmados da doença.

As análises bivariadas revelaram associações entre indicadores de alta letalidade (óbitos pela doença) combinada com elevada mortalidade (relação entre óbitos e a população total). Novamente, essa tendência se destacou nos bairros periféricos da CCLI, como Parigot de Souza e Vivi Xavier [N50 e N51] na região Norte, no extremo leste do bairro Lon Rita [L 79] e no bairro Fraternidade [L 68]. Ao considerar também a sobreposição de alta prevalência (relação entre o número de casos e a população total) com a alta



mortalidade, os bairros Perobinha [N 48], Heimtal e Cinco Conjuntos [N 49 e N 52], assim como o bairro Fraternidade [L 68], mais uma vez ilustram a vulnerabilidade dos bairros periféricos na CCLI. Essa análise ressalta que o bairro Fraternidade [L 68] apresentou valores notavelmente elevados tanto em prevalência quanto em mortalidade e letalidade.

As análises das correlações entre as variáveis revelaram padrões distintos. A prevalência da Covid-19 demonstrou uma correlação positiva e estatisticamente significativa com a população idosa e a renda média. Além disso, a letalidade também aumentou quando o número de pessoas idosas em uma unidade espacial específica aumentou. Por outro lado, a mortalidade apresentou uma correlação negativa tanto com a população idosa quanto com as pessoas autodeclaradas como brancas. A renda média mostrou uma forte relação com as populações autodeclaradas como branca e amarela, porém revelou uma correlação negativa com as populações autodeclaradas como parda e preta

Na análise da distribuição dos surtos, observou-se que a região Centro foi a mais impactada, seguida pelas regiões Leste e Oeste. Além disso, houve uma tendência das elipses de desvio padrão se direcionarem predominantemente no sentido Nordeste-Sudoeste. Essa observação aponta que esse eixo foi o mais frequente para a disposição dos surtos de Covid-19 ao longo das Semanas Epidemiológicas (SE). Quanto ao vetor de mobilidade, ficou evidente que o "caminho dos surtos" variou e teve deslocamentos ao longo das semanas, com uma tendência de direcionamento de Leste para Oeste.

Através da aplicação do Índice de Moran I univariado para a taxa de casos, foi possível identificar um certo grau de padrão espacial, embora não seja um padrão forte, e, possivelmente, resultados aleatórios quando todos os pontos são considerados. Resultados semelhantes foram observados para a taxa de óbitos. No entanto, ao utilizar o Índice de Moran univariado local, foram identificadas correlações nas taxas de casos em aglomerados específicos das regiões Sul e Oeste: Guanabara [S 86], Vivendas do Arvoredo [S 91], Tucanos [S 92], Palhano [O 84], e uma unidade no bairro Universidade [O 102]. O mesmo índice local para a taxa de óbitos revelou a presença de um aglomerado no extremo norte da CCLI: Cilo 3 [O 53], Leonor [O 59], Parigot de Souza [N 50], Vivi Xavier [N 51], e Cinco Conjuntos [N 52]. Isso coloca em evidência a região Norte como um ponto focal, com áreas vizinhas também apresentando taxas de óbitos elevadas. Com base na técnica Getis-Ord  $G^*$ , foi constatado que ocorreu uma manifestação significativa de casos positivos de Covid-19 em eventos vizinhos durante as mesmas semanas epidemiológicas no eixo CE-SO, indicando uma persistência contínua da doença em ambientes próximos nessa região.

Nas áreas periféricas da cidade, foram observados diferentes níveis de pontos frios, sugerindo uma ausência de casos positivos próximos entre as semanas epidemiológicas analisadas. Os óbitos apresentaram baixa correlação entre eventos vizinhos durante as semanas analisadas.

Ao analisar os padrões de surtos em relação aos tipos de construções, observou-se que os casos iniciais surgiram em instituições de cuidados a idosos e, em seguida, se espalharam para diversas residências de diferentes estruturas, com uma prevalência notável de ocorrências em apartamentos, especialmente aqueles de padrão superior, ao longo do período analisado. No que se refere aos óbitos, as classes econômicas mais impactadas foram aquelas que habitavam casas de alvenaria simples, com casos menos frequentes em apartamentos.

Para as ocupações das pessoas infectadas pela Covid-19, foram identificadas diversas categorias profissionais, com destaque para vendedores do comércio varejista, profissionais de saúde de nível superior e técnico, bem como trabalhadores domésticos. É fundamental ressaltar que a Covid-19 não faz seleção com base em critérios específicos para infectar ou causar óbitos. Contudo, é evidente que certos grupos que conseguiram aderir ao isolamento social apresentaram taxas de infecção mais baixas ou permaneceram livres da doença, enquanto outros indivíduos não tiveram a estabilidade financeira ou as condições de trabalho que lhes permitissem desempenhar suas atividades remotamente. O levantamento dessas categorizações desempenha um papel crucial na identificação de grupos e áreas que demandam maior atenção e intervenção, visando mitigar os efeitos de uma pandemia dessa natureza.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise e interpretação dos resultados obtidos, esta pesquisa confirma a hipótese levantada no início do estudo. A disseminação inicial da pandemia de Covid-19 na CCLI foi influenciada por fatores socioeconômicos, juntamente com a correlação entre os indicadores de saúde. Essa conclusão foi possível pelo uso de diferentes técnicas geoespaciais, aproveitando-se dos endereços dos casos confirmados como matéria-prima para representações e leituras do início da pandemia. Para isso foi analisados as concentrações de casos e óbitos confrontados com a métrica dos indicadores de saúde. Foram demonstradas as principais características socioeconômicas da sua população usando tais informações como chave de leitura de compreensão da doença.

Os principais resultados revelaram que a área central da CCLI, ao longo do eixo CE-SO, apresentou altas concentrações e prevalência da Covid-19, destacando-se os bairros Palhano [O 84] e Guanabara [S 86] com uma incidência elevada da doença. O eixo CE-SO foi o mais comum para surtos de Covid-19 durante o período analisado, indicando persistência contínua da doença em áreas próximas. Houve uma disseminação significativa da doença em edifícios durante as primeiras 41 semanas da pandemia, com surtos observados especialmente em apartamentos de padrões construtivos superiores.

Os óbitos apresentaram distribuição diferente em relação ao eixo CE-SO e não estão relacionados às áreas densamente verticalizadas. A população idosa teve maior ocorrência de óbitos por Covid-19. A região Norte registrou a maior taxa de mortalidade. A população economicamente ativa, principalmente do gênero masculino, foi mais afetada pela doença. Em relação aos padrões construtivos, a maioria dos óbitos ocorreu em residências de alvenaria e construções rústicas de madeira ao longo do período analisado.

Esta pesquisa encontrou limitações que são necessárias serem lembradas. Os dados utilizados representaram uma parte limitada da realidade, uma vez que nem todos os indivíduos afetados pela Covid-19 possuíam CEP para serem contabilizados como as pessoas marginalizadas e em situação de rua. A subnotificação comprometeu as pesquisas sobre a Covid-19 por todo o país, e até pelo mundo todo. Associado a ausência de testagem em massa, esse fator afeta conclusões e invisibiliza porções da sua distribuição no território. Por fim o atraso na atualização do censo certamente influenciou em algumas imprecisões nos dados analisados.

A pandemia de Covid-19 ressaltou a importância da abordagem interdisciplinar e interconectada na Geografia da Saúde. A interação entre saúde humana e ambiental,

incluindo fatores como urbanização, mudanças climáticas e degradação ambiental, foi reconhecida como influenciadora na transmissão de doenças. Análises espaciais e a colaboração interdisciplinar foram destacadas como fundamentais para compreender a dinâmica da doença e planejar intervenções de saúde pública eficazes.

Estratégias de divulgação de produtos cartográficos atraentes e promoção do letramento científico foram sugeridas como formas de combater a desinformação. A pandemia reforçou a importância da Geografia como disciplina colaboradora no entendimento das interações entre saúde e ambiente, exigindo inovação, responsabilidade territorial e valorização do conhecimento científico.

O fim de uma pandemia é um processo complexo que requer uma série de medidas. A vacinação em massa, juntamente com o distanciamento social, testagem em larga escala, rastreamento de contatos e tratamentos eficazes, são fundamentais para controlar a propagação do vírus e alcançar a imunidade coletiva. A ação coordenada globalmente e o comportamento responsável da população também desempenham papéis cruciais nesse processo.

É importante ressaltar que o arrefecimento da pandemia não significa a erradicação completa do vírus, mas sim o controle da transmissão e a proteção da população. As lições aprendidas durante a pandemia enfatizam a importância da vigilância epidemiológica, da interconexão entre saúde humana e ambiental, da abordagem multiescalar, da análise espacial e da colaboração interdisciplinar para enfrentar desafios de saúde global. A geografia da saúde desempenha um papel central nesse esforço integrado e colaborativo.

A pandemia de Covid-19, como a primeira pandemia em um mundo globalizado, está em declínio, mas ainda há muito a aprender com ela. A Geografia da Saúde desempenha um papel importante na compreensão das dinâmicas urbanas, iniquidades sociais e relações demográficas relacionadas à saúde. Utilizando ferramentas do geoprocessamento e da análise espacial, pode-se identificar, compreender e avaliar a situação de saúde durante a pandemia. A análise revelou relações socioeconômicas relevantes, destacando áreas que exigem maior atenção e prioridade nos serviços de saúde. É essencial formular políticas públicas efetivas, considerando as lições aprendidas e buscando soluções para preservar a vida humana.

Este trabalho se destaca pela sua capacidade de apresentar contribuições no campo da geografia aplicada à vigilância epidemiológica em emergências de saúde pública. O que o diferencia e o eleva à categoria de tese é a sua possibilidade de trazer à luz elementos inéditos e inovadores, explorando o potencial da geografia para analisar e

entender a propagação de doenças emergentes. Essa perspectiva não apenas enriquece o campo do conhecimento, mas também oferece algumas abordagens exploradoras para a resposta a crises de saúde pública.

As geotecnologias desempenham um papel fundamental nesse processo. Elas permitem a coleta, análise e interpretação de dados geoespaciais em larga escala, facilitando a identificação de padrões de disseminação da doença, áreas de maior risco e vulnerabilidade, além de auxiliar na tomada de decisões estratégicas. O uso de SIG, sensoriamento remoto, modelagem espacial e análise de dados georreferenciados permite uma compreensão mais profunda das dinâmicas epidemiológicas.

Na eventualidade de uma nova pandemia, várias ferramentas devem ser postas em ação para apoiar o controle. Primeiramente, a coleta e análise de dados georreferenciados em tempo real ajudariam a monitorar a disseminação da doença e identificar áreas críticas. Modelos de simulação espacial e temporal poderiam prever a propagação da doença e orientar o planejamento de recursos. A criação de mapas de calor e análises de densidade populacional seriam úteis para identificar aglomerações de casos. Além disso, recomenda-se como estudo futuros a integração de dados demográficos, socioeconômicos atualizados além de informações de mobilidade, aplicados a estes métodos, fornecendo um panorama abrangente para a tomada de decisões.

Em última análise, esta pesquisa não apenas oferece conhecimentos relevantes, mas também ressalta o potencial impacto das análises geoespaciais na contenção de doenças emergentes, enriquecendo a abordagem de vigilância epidemiológica dos municípios e contribuindo diretamente para o aprimoramento da resposta das autoridades de saúde e para o bem-estar das comunidades afetadas.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

24H. **Londrina tem protesto a favor de Bolsonaro e contra lockdown**. Disponível em: <<https://24h.com.br/parana/londrina/londrina-tem-protesto-a-favor-de-bolsonaro-e-contra-lockdown/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

ABRAMS, E. M.; SZEFLER, S. J. COVID-19 and the impact of social determinants of health. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 8, n. 7, p. 659–661, 1 jul. 2020.

AGÊNCIA BRASIL. **Organização Mundial da Saúde declara pandemia de coronavírus**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-03/organizacao-mundial-da-saude-declara-pandemia-de-coronavirus>>. Acesso em: 22 set. 2020.

AGÊNCIA BRASIL. **Há um ano, Brasil aplicava 1ª dose de vacina contra a covid-19 | Radio agência Nacional**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/saude/audio/2022-01/ha-um-ano-brasil-aplicava-1a-dose-de-vacina-contra-covid-19>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

ALMEIDA, M. A. P. **A epidemia de cólera de 1853-1856 na imprensa portuguesa**. v. 4, p. 1057–1071, 2011.

ANA. **Boletim de apresentação da rede de monitoramento COVID esgotos**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/qualidade-da-agua/boletins-monitoramento-covid-esgotos/boletim-de-acompanhamento-no-152020.pdf>>.

ANDERSEN, K. G. et al. **The proximal origin of SARS-CoV-2**. *Nature Medicine* Nature Publishing Group, 17 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41591-020-0820-9>>. Acesso em: 9 ago. 2021

ANDERSON, R. M. et al. **How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic?** *The Lancet*, v. 395, n. 10228, p. 931–934, mar. 2020.

ANSELIN, L. **Local Indicators of Spatial Association-LISA**. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93–115, 3 set. 2010.

ASADI, S. et al. **Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness**. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, 1 dez. 2019.

BBC. **Reino Unido inicia vacinação em massa contra o coronavírus: como funciona e quem são os primeiros - BBC News Brasil**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-55228291>>. Acesso em: 28 maio. 2023.

BERRY, B. J. L. **Spatial Analysis: A Reader in Statistical Geography**. Englewood Cliffs: Prentice hall, 1968.

BESSA, K. **Estudos sobre a rede urbana: os precursores da teoria das localidades centrais**. *GeoTextos*, v. 8, n. 1, 19 jul. 2012.

BIRANT, D.; KUT, A. **ST-DBSCAN: An algorithm for clustering spatial-temporal data**. *Data and Knowledge Engineering*, v. 60, n. 1, p. 208–221, jan. 2007.

BOOTH, A. et al. **Population risk factors for severe disease and mortality in COVID-19: A global systematic review and meta-analysis.** PLoS ONE, v. 16, n. 3 March, 1 mar. 2021.

BRAGA, J. U.; WERNECK, G. L. **Vigilância Epidemiológica.** Em: MEDRONHO, R. DE A. et al. (Eds.). Epidemiologia. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

BRASIL. **Plano nacional de operacionalização da vacinação contra a COVID-19. Ministério da saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde,** 2021. Disponível em: <[https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/23/planovacinaocovid\\_ed5\\_15-mar-2021\\_v2.pdf](https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/23/planovacinaocovid_ed5_15-mar-2021_v2.pdf)>. Acesso em: 5 ago. 2021

BRASIL. **Coronavírus Brasil.** Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em: 27 maio. 2023a.

BRASIL. **Classificação Brasileira de Ocupações.** Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/home.jsf>>. Acesso em: 22 ago. 2023b.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Brasil confirma primeiro caso do novo coronavírus.** Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/02/brasil-confirma-primeiro-caso-do-novo-coronavirus>>. Acesso em: 21 mar. 2021a.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **ESPECIAL: DOENÇA PELO CORONAVÍRUS 2019.** [s.n.].

BREWER, C. A.; PICKLE, L. **Evaluation of Methods for Classifying Epidemiological Data on Choropleth Maps in Series.** <https://doi.org/10.1111/1467-8306.00310>, v. 92, n. 4, p. 662–681, 2010.

BUSS, P. M.; PELLEGRINI FILHO, A. **A saúde e seus determinantes sociais.** Physis: Revista de Saúde Coletiva, v. 17, n. 1, p. 77–93, abr. 2007.

CALISHER, C. H. et al. **Bats:** Important reservoir hosts of emerging viruses. Clinical Microbiology Reviews. American Society for Microbiology (ASM), jul. 2006.

CÂMARA, G. et al. **ANÁLISE ESPACIAL DE ÁREAS.** Em: Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004.

CAO, Z. et al. **Estimating the effective reproduction number of the 2019-nCoV in China.** medRxiv, 29 jan. 2020.

CARVALHO, L.; PIRES, L. N.; XAVIER, L. DE L. **COVID-19 e Desigualdade no Brasil.** Molecular Biology, abr. 2020.

CAVALCANTI, A. B. et al. **Hydroxychloroquine with or without Azithromycin in Mild-to-Moderate Covid-19.** New England Journal of Medicine, v. 383, n. 21, p. 2041–2052, 23 jul. 2020.

CDC. **How Coronavirus Spreads | CDC.** Disponível em: <<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html>>. Acesso em: 5 ago. 2021.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Strategies for Optimizing the Supply of Facemasks: COVID-19**. Control Center of Disease, n. February, p. 1–5, 2020.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Details - Public Health Image Library (PHIL)**. Disponível em: <<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=23311>>. Acesso em: 29 ago. 2021.

CHENG, V. C. C. et al. **Severe acute respiratory syndrome coronavirus as an agent of emerging and reemerging infection**. Clinical Microbiology Reviews. American Society for Microbiology Journals, 1 out. 2007. Disponível em: <<http://cmr.asm.org/>>. Acesso em: 21 mar. 2021

CHERIAN, S. et al. **Convergent evolution of SARS-CoV-2 spike mutations, L452R, E484Q and P681R, in the second wave of COVID-19 in Maharashtra, India**. bioRxiv, 3 maio 2021.

CHIA, W. N. et al. Dynamics of SARS-CoV-2 neutralising antibody responses and duration of immunity: a longitudinal study. **The Lancet Microbe**, v. 2, n. 6, p. e240–e249, 1 jun. 2021.

CHRISTALLER, W. **Central places in Southern Germany**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

CLEMENTI, M. et al. **Quantitative PCR and RT-PCR in virology**. Genome Research, v. 2, n. 3, p. 191–196, 1993.

CLIFF, A. D.; HAGGETT, P.; ORD, J. K. **Spatial aspects of influenza epidemics**. London: Pion, 1986.

CLIFF, A.; ORD, K. **Testing for Spatial Autocorrelation Among Regression Residuals**. Geographical Analysis, v. 4, n. 3, p. 267–284, 3 set. 2010.

CNN BRASIL. **Pandemia de coronavírus desencadeia disputa global por máscaras de proteção**. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/pandemia-de-coronavirus-desencadeia-disputa-global-por-mascaras-de-protecao/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

COFFEY, W. J. **Geography: towards a general spatial systems approach**. Geography: towards a general spatial systems approach, 1981.

COSTA, A. J. L.; KALE, P. L.; VERMELHO, L. L. **Indicadores de Saúde**. Em: MEDRONO, R. DE A. et al. (Eds.). Epidemiologia. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2009. p. 31–82.

DALLAVILLA, T. et al. **Bioinformatic analysis indicates that SARS-CoV-2 is unrelated to known artificial coronaviruses**. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, v. 24, n. 8, p. 4558–4564, 2020.

DE MORAIS, H. A. et al. **Natural Infection by SARS-CoV-2 in Companion Animals: A Review of Case Reports and Current Evidence of Their Role in the Epidemiology of COVID-19**. Frontiers in Veterinary Science, v. 0, p. 823, 27 out. 2020.



DECLICH S.; CARTER A.O. **Public health surveillance**: historical origins, methods and evaluation. Bulletin of the World Health Organization, v. 72, n. 2, p. 285–304, 1994.

DELAMATER, P. L. et al. **Complexity of the Basic Reproduction Number (R0)** - Volume 25, Number 1. January 2019 - Emerging Infectious Diseases journal - CDC. Emerging Infectious Diseases, v. 25, n. 1, p. 1–4, 1 jan. 2019.

DHAMA, K. et al. **COVID-19, an emerging coronavirus infection**: advances and prospects in designing and developing vaccines, immunotherapeutics, and therapeutics. Human Vaccines and Immunotherapeutics. Hum Vaccin Immunother, , 2 jun. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32186952/>>. Acesso em: 9 ago. 2021

DIAB, A. M.; CARLETON, B. C.; GORALSKI, K. B. **Covid-19 pathophysiology and pharmacology**: What do we know and how did Canadians respond? a review of health Canada authorized clinical vaccine and drug trials. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology Canadian Science Publishing, 2021. Acesso em: 9 ago. 2021

DOREMALEN, N. VAN et al. **Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1**. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>, v. 382, n. 16, p. 1564–1567, 17 mar. 2020.

DUTRA, C. **Estimativa do número básico de reprodução R0 do COVID-19 nos países da América do Sul**. InterAmerican Journal of Medicine and Health, v. 3, p. 1–7, 16 jun. 2020.

EL PAÍS BRASIL. **Coronavírus**: Estimulados por Bolsonaro, grupos de direita puxam carreatas contra quarentena no Paraná | Sociedade. Disponível em: <<https://brasil.elpais.com/sociedade/2020-03-27/por-retorno-ao-trabalho-grupos-de-direita-puxam-protestos-no-parana.html>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

EL ZOWALATY, M. E.; JÄRHULT, J. D. **From SARS to COVID-19**: A previously unknown SARS- related coronavirus (SARS-CoV-2) of pandemic potential infecting humans – Call for a One Health approach. One Health, v. 9, 1 jun. 2020.

ESRI. **Classifying numerical fields for graduated symbology—Help | ArcGIS for Desktop**. Disponível em: <<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/map/working-with-layers/classifying-numerical-fields-for-graduated-symbols.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2023.

ESRI. **IDW (Spatial Analyst)**. Disponível em: <<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/idw.htm>>. Acesso em: 20 maio. 2023a.

ESRI. **Density-based Clustering (Spatial Statistics)**. Disponível em: <<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/densitybasedclustering.htm>>. Acesso em: 20 maio. 2023b.

FARIA, A. H. P. DE; DINIZ, A. M. A.; ALVES, D. F. C. **Espaço de ação de criminosos e sua correlação com a paisagem urbana**: um estudo de análise centrográfica e distribuição de atratores para o crime. Geosul, v. 35, n. 75, p. 623–653, 9 jun. 2020.

FARIA, N. R. et al. **Genomics and epidemiology of the P.1 SARS-CoV-2 lineage in Manaus, Brazil**. Science, v. 372, n. 6544, p. 815–821, 21 maio 2021.

FERREIRA, M. C. **Considerações Teórico-metodológicas sobre as origens e a inserção do Sistema de Informação Geográfica na Geografia.** Em: VITTI, A. C. (Ed.). Contribuições à história e à epistemologia da Geografia. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 101–125.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial:** teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento. Revista Espaço Acadêmico, 2014.

FERREIRA, M. C.; MENDES, J. A. **Avaliação de métodos de geocodificação para conversão de agravos localizados em endereços para mapas de pontos em sistema de coordenadas espaciais.** IX Simpósio Nacional de Geografia da Saúde.

**Anais...** Blumenau - SC: jun. 2019. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/335611443\\_Avaliacao\\_de\\_metodos\\_de\\_geocodificacao\\_para\\_conversao\\_de\\_agravos\\_localizados\\_em\\_enderecos\\_para\\_mapas\\_de\\_pontos\\_em\\_sistema\\_de\\_coordenadas\\_espaciais](https://www.researchgate.net/publication/335611443_Avaliacao_de_metodos_de_geocodificacao_para_conversao_de_agravos_localizados_em_enderecos_para_mapas_de_pontos_em_sistema_de_coordenadas_espaciais)>. Acesso em: 17 mar. 2023

FINTELMAN-RODRIGUES, N. et al. **Genetic Evidence and Host Immune Response in Persons Reinfected with SARS-CoV-2, Brazil** - Volume 27, Number 5—May 2021 - Emerging Infectious Diseases journal - CDC. Emerging Infectious Diseases, v. 27, n. 5, p. 1446–1453, 1 maio 2021.

FIOCRUZ. **Covid-19 | Perguntas e respostas.** Disponível em:

<<https://portal.fiocruz.br/pergunta/qual-e-orientacao-para-viajantes-que-retornaram-de-viagem-internacional-ou-fizeram-viagem>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

FIOCRUZ. **Recomendações para o planejamento de retorno às atividades escolares presenciais no contexto da pandemia de covid-19.** Brasil. Ministério da Saúde.

Fundação Oswaldo Cruz., v. 2021, p. 6, 2021.

FOLHA. **OMS mantém indicação de máscaras apenas para profissionais da saúde e infectados.** Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2020/04/oms-mantem-indicacao-de-mascaras-apenas-para-profissionais-da-saude-e-infectados.shtml>>.

Acesso em: 29 maio. 2023.

FOLHA DE LONDRINA. **Ato pró-Bolsonaro coloca londrinenses na rua, apesar do coronavírus.** Disponível em: <<https://www.folhadelondrina.com.br/politica/ato-pro-bolsonaro-coloca-londrinenses-na-rua-apesar-do-coronavirus-2982544e.html?d=1>>.

Acesso em: 29 maio. 2023.

FOLHA DE LONDRINA. **Londrina registra novo protesto contra medidas restritivas.**

Disponível em: <<https://www.folhadelondrina.com.br/geral/londrina-registra-novo-protesto-contra-medidas-restritivas-3066974e.html?d=1>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

FONTANA, I. **Centro de Londrina. 29/03/2020.** Disponível em:

<[https://www.instagram.com/p/B-VTSjVj7Ez/?img\\_index=1](https://www.instagram.com/p/B-VTSjVj7Ez/?img_index=1)>. Acesso em: 1 abr. 2023a.

FONTANA, I. **“Higienização no Terminal Central [...]”.** Disponível em:

<[https://www.instagram.com/p/B\\_BA7k8DRtN/?img\\_index=1](https://www.instagram.com/p/B_BA7k8DRtN/?img_index=1)>. Acesso em: 1 abr. 2023b.

FONTANA, I. **Lotação [...].** Disponível em:

<[https://www.instagram.com/p/CQJ9y1Wjd3l/?img\\_index=1](https://www.instagram.com/p/CQJ9y1Wjd3l/?img_index=1)>. Acesso em: 1 abr. 2023.

FRANÇA, E. B. et al. **Measuring misclassification of Covid-19 as garbage codes: Results of investigating 1,365 deaths and implications for vital statistics in Brazil.** PLOS Global Public Health, v. 2, n. 5, p. e0000199, 5 maio 2022.

FRASER, C. et al. **Pandemic potential of a strain of influenza A (H1N1):** Early findings. Science, v. 324, n. 5934, p. 1557–1561, 19 jun. 2009.

FRESCA, T. M. **DESLOCAMENTOS PENDULARES NA REGIÃO METROPOLITANA DE LONDRINA - PR:** uma aproximação. Geo UERJ, v. 1, n. 23, p. 167191, jun. 2012.

FURUSE, Y. et al. **Clusters of Coronavirus Disease in Communities, Japan, January–April 2020** - Volume 26, Number 9—September 2020 - Emerging Infectious Diseases journal - CDC. Emerging Infectious Diseases, v. 26, n. 9, p. 2176–2179, 1 set. 2020.

G1. **Sem orçamento, Censo é suspenso mais uma vez; entenda a importância da pesquisa e o que acontece agora.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/04/23/sem-orcamento-censo-e-suspenso-mais-uma-vez-entenda-a-importancia-da-pesquisa-e-o-que-acontece-agora.ghtml>>. Acesso em: 20 maio. 2023.

GALLOWAY, S. E. **Emergence of SARS-CoV-2 B.1.1.7 Lineage — United States, December 29, 2020–January 12, 2021.** MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report, v. 70, n. 3, p. 95–99, 22 jan. 2021.

GARCIA, L. P.; DUARTE, E. Intervenções não farmacológicas para o enfrentamento à epidemia da COVID-19 no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, n. 2, maio 2020.

GATRELL, A. C. **Distance and space:** a geographical perspective. Oxford: Clarendon Press, 1983.

GATRELL, A. C.; BAILEY, T. C. Interactive spatial data analysis in medical geography. **Social Science & Medicine**, v. 42, n. 6, p. 843–855, mar. 1996.

GEODA. **GeoDa.** 2023. Disponível em: <<https://geodacenter.github.io/>>. Acesso em: 28 maio. 2023

GOOGLE. **Google Earth Pro.** 2022. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/about/versions/#download-pro>>. Acesso em: 17 mar. 2023

GOTTLIEB, S. et al. **National Coronavirus Response:** A Road Map to Reopening. American Enterprise Institute, p. 1–12, 2020.

GOTTMAN, J. **A urbanização e a paisagem americana:** o conceito de megalópole. Em: Geografia humana nos Estados Unidos. Rio de Janeiro: Fórum Editora, 1970.

GU, J.; KORTEWEG, C. **Pathology and pathogenesis of severe acute respiratory syndrome.** American Journal of Pathology. American Society for Investigative Pathology, , 2007. Disponível em: <[/pmc/articles/PMC1829448/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1829448/)>. Acesso em: 9 ago. 2021

GUAN, W. et al. **Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China**. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>, v. 382, n. 18, p. 1708–1720, 28 fev. 2020.

GUROL-URGANCI, I. et al. **Maternal and perinatal outcomes of pregnant women with SARS-CoV-2 infection at the time of birth in England: national cohort study**. American Journal of Obstetrics & Gynecology, v. 0, n. 0, 2021.

HADFIELD, J. et al. **Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution**. Bioinformatics, v. 34, n. 23, p. 4121–4123, 1 dez. 2018.

HAGGETT, P. **The Geographical Structures of Epidemics**. Oxford: Claredon Press, 2000.

HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J. **Network Analysis in Geography**. London: Edward Arnold, 1969.

HAMNER, L. **High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice — Skagit County, Washington, March 2020**. MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report, v. 69, n. 19, p. 606–610, 15 maio 2020.

HANSEN, C. H. et al. **Assessment of protection against reinfection with SARS-CoV-2 among 4 million PCR-tested individuals in Denmark in 2020: a population-level observational study**. The Lancet, v. 397, n. 10280, p. 1204–1212, 27 mar. 2021.

HEPPLE L W. **The impact of stochastic processes theory upon spatial analysis in human geography**. Progress in Geography, v. 6, p. 90–142, 1974.

HONG, K. H. et al. **Guidelines for laboratory diagnosis of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Korea**. Annals of Laboratory Medicine. Ann Lab Med, , 1 set. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32237288/>>. Acesso em: 9 ago. 2021

HUANG, C. et al. **Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China**. The Lancet, v. 395, n. 10223, p. 497–506, 15 fev. 2020.

IBAPE/SP. **Valores de Edificações de Imóveis Urbanos | Norma para Avaliação de Imóveis Urbanos**. 2017.

IBGE. **Malha de Setores Censitários**. Disponível em: <[https://geoftp.ibge.gov.br/recortes\\_para\\_fins\\_estatisticos/malha\\_de\\_setores\\_censitarios/censo\\_2010/](https://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/malha_de_setores_censitarios/censo_2010/)>. Acesso em: 20 maio. 2023.

IBGE. **Censo 2010 - Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 11 ago. 2021a.

IBGE. **Censo 2010 | Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo | - Agregados por Setores Censitários**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 20 maio. 2023b.

IBGE. **Censo 2020 adiado para 2021 | IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques/27161-censo-2020-adiado-para-2021.html>>. Acesso em: 20 maio. 2023.

IBGE. **Malha Municipal | municipio\_2021 | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>>. Acesso em: 20 maio. 2023a.

IBGE. **Base de Faces de Logradouros do Brasil | IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/28971-base-de-faces-de-logradouros-do-brasil.html>>. Acesso em: 17 mar. 2023b.

IBGE. **Censo Demográfico**: IBGE encerra fase de coleta e inicia etapa da apuração. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques.html?destaque=36362>>. Acesso em: 20 maio. 2023a.

IBGE. **Nota sobre o Censo Demográfico | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques.html?destaque=36803>>. Acesso em: 20 maio. 2023b.

INSTITUTO BUTANTAN. **A velocidade com que foi criada a vacina da Covid-19 é motivo de preocupação?** Disponível em: <<https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/a-velocidade-com-que-foi-criada-a-vacina-da-covid-19-e-motivo-de-preocupacao-especialista-do-butantan-responde>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

JAMOVI. **jamovi - open statistical software for the desktop and cloud**. 2021a. Disponível em: <<https://www.jamovi.org/>>. Acesso em: 27 maio. 2023

JAMOVI. **contingency tables - jamovi**. Disponível em: <<https://www.jamovi.org/jmv/conttables.html>>. Acesso em: 27 ago. 2023b.

JAVIER SALAS, M. Z. **An analysis of three Covid-19 outbreaks**: how they happened and how they can be avoided. Science Tech. EL PAÍS in English. Disponível em: <[https://english.elpais.com/spanish\\_news/2020-06-17/an-analysis-of-three-covid-19-outbreaks-how-they-happened-and-how-they-can-be-avoided.html](https://english.elpais.com/spanish_news/2020-06-17/an-analysis-of-three-covid-19-outbreaks-how-they-happened-and-how-they-can-be-avoided.html)>. Acesso em: 9 ago. 2021.

JEFFERSON, T. et al. **Physical interventions to interrupt or reduce the spread of respiratory viruses**: systematic review. BMJ : British Medical Journal, v. 336, n. 7635, p. 77, 12 jan. 2008.

KALE, P. L.; COSTA, A. J. L.; RONIR RAGGIO LUIZ. Medidas de Associação e Medidas de Impacto. Em: MEDRONO, R. A. et al. (Eds.). **Epidemiologia**. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

KUCHARSKI, A. **As regras do contágio**: Por que as coisas se disseminam — e por que param de se propagar. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2020.

KUPFERSCHMIDT, K. **Why do some COVID-19 patients infect many others, whereas most don't spread the virus at all?** Science, 19 maio 2020.

LEE, K. H. et al. **Risk factors of COVID-19 mortality**: A systematic review of current literature and lessons from recent retracted articles. European Review for Medical and Pharmacological Sciences. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33378062/>>. Acesso em: 9 ago. 2021

LINDNER, D. et al. **Association of Cardiac Infection With SARS-CoV-2 in Confirmed COVID-19 Autopsy Cases**. JAMA Cardiology, v. 5, n. 11, p. 1281–1285, 1 nov. 2020.

LIU, T. et al. **Time-varying transmission dynamics of Novel Coronavirus Pneumonia in China**. bioRxiv, p. 2020.01.25.919787, 13 fev. 2020.

MACHADO, M. H. et al. **Perfil e condições de trabalho dos profissionais da saúde em tempos de covid-19: a realidade brasileira**. In: PORTELA, M. C.; REIS, L. G. C.; LIMA, S. M. L. (Eds.). Covid-19: desafios para a organização e repercussões nos sistemas e serviços de saúde. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2022. p. 283–295.

MACINTYRE, C. R.; CHUGHTAI, A. A. **Facemasks for the prevention of infection in healthcare and community settings**. BMJ (Online), v. 350, 9 abr. 2015.

MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 2019.

MASON, R. J. **Pathogenesis of COVID-19 from a cell biology perspective**. European Respiratory Journal. European Respiratory Society, , 1 abr. 2020. Disponível em: <<https://erj.ersjournals.com/content/55/4/2000607>>. Acesso em: 9 ago. 2021

MATTA, G. C. et al. **Os impactos sociais da Covid-19 no Brasil: populações vulnerabilizadas e respostas à pandemia**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021.

MEDEMA, G. et al. **Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage**. Environmental Science & Technology Letters, p. 2020.03.29.20045880, 25 jul. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Protocolo de Manejo Clínico para o Novo Coronavírus (2019-nCoV)**. Disponível em: <[www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br)>. Acesso em: 21 mar. 2021a.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **FICHA DE INVESTIGAÇÃO DE SG SUSPEITO DE DOENÇA PELO CORONAVÍRUS 2019 – COVID-19 (B34.2)**. Disponível em: <[https://datasus.saude.gov.br/wp-content/uploads/2020/10/Ficha-COVID-19-05\\_10\\_20\\_rev.pdf](https://datasus.saude.gov.br/wp-content/uploads/2020/10/Ficha-COVID-19-05_10_20_rev.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2023b.

MORRILL, R. L. **WAVES OF SPATIAL DIFFUSION**. Journal of Regional Science, v. 8, n. 1, p. 1–18, jun. 1968.

MUNSTER, V. J. et al. **A Novel Coronavirus Emerging in China — Key Questions for Impact Assessment**. New England Journal of medicine, v. 382, n. 8, p. 692–694, 2020.

NABUCO, G.; PIRES DE OLIVEIRA, M. H. P.; AFONSO, M. P. D. **O impacto da pandemia pela COVID-19 na saúde mental**. Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade, v. 15, n. 42, p. 2532, 18 set. 2020.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Com aumento de casos e transmissão comunitária, Brasil desperta para coronavírus**. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/cultura/2020/03/com-aumento-de-casos-e-transmissao-comunitaria-brasil-age-contra-coronavirus>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

NAVARRO D. J; FOXCROFT D. R. 12. **CORRELATION AND LINEAR REGRESSION.** Em: Learning statistics with jamovi: a tutorial for psychology students and other beginners. 0.75 ed. [s.n].

NAVECA, F. G. et al. **COVID-19 in Amazonas, Brazil, was driven by the persistence of endemic lineages and P.1 emergence.** Nature Medicine 2021 27:7, v. 27, n. 7, p. 1230–1238, 25 maio 2021.

NIKOLICH-ZUGICH, J. et al. **SARS-CoV-2 and COVID-19 in older adults:** what we may expect regarding pathogenesis, immune responses, and outcomes. GeroScience, 1 abr. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32274617/>>. Acesso em: 9 ago. 2021

NISHIURA, H. et al. **Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19).** medRxiv, p. 2020.02.28.20029272, 16 abr. 2020.

OLIVEIRA, C. A. A. **A Área Metropolitana e seu significado – Conceituação em Geografia Urbana.** Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, v. 0, n. 16, p. 5–37, 1973.

OLWE O. A. et al. **Malaria in Africa and the Historical Perspective:** The Journey so Far. Journal of Biology and Medical Sciences v. 3, 2015.

OLSSON, G.; HAGERSTRAND, T.; PRED, A. **Innovation Diffusion as a Spatial Process.** Geographical Review, v. 59, n. 2, p. 309, abr. 1969.

OPAS. **Folha informativa COVID-19 - Escritório da OPAS e da OMS no Brasil Região do Pacífico Ocidental Região do Sudeste Asiático.** p. 1–31, 2020.

OPAS/OMS. **Folha informativa sobre COVID-19 - Organização Pan-Americana da Saúde.** Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

OPAS/OMS BRASIL. **OMS declara emergência de saúde pública de importância internacional por surto de novo coronavírus.** Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6100:oms-declara-emergencia-de-saude-publica-de-importancia-internacional-em-relacao-a-novo-coronavirus&Itemid=812](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6100:oms-declara-emergencia-de-saude-publica-de-importancia-internacional-em-relacao-a-novo-coronavirus&Itemid=812)>. Acesso em: 21 mar. 2021.

PAN, Y. et al. **Serological immunochromatographic approach in diagnosis with SARS-CoV-2 infected COVID-19 patients.** Journal of Infection, v. 81, n. 1, p. e28–e32, 1 jul. 2020.

PAPINENI, R. S.; ROSENTHAL, F. S. **The size distribution of droplets in the exhaled breath of healthy human subjects.** Journal of Aerosol Medicine: Deposition, Clearance, and Effects in the Lung, v. 10, n. 2, p. 105–116, 1997.

PATERSON, R. W. et al. **The emerging spectrum of COVID-19 neurology:** clinical, radiological and laboratory findings. Brain, v. 143, n. 10, p. 3104–3120, 1 out. 2020.

PERSUHN, D. C. **ASPECTOS BIOLÓGICOS DA COVID-19: UM ENFOQUE CIENTÍFICO E DIDÁTICO.** João Pessoa – PB: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2020.

POLIDORO, M.; BARROS, M. V. F. **Considerações sobre a expansão urbana dos municípios paranaenses localizados em trecho da Rodovia BR-369**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 8, n. 3, p. 322–341, set. 2012.

POLIDORO, M.; TAKEDA, M. M. G.; BARROS, O. N. F. **ANÁLISE TEMPORAL DO PROCESSO DE CONURBAÇÃO NA REGIÃO DE LONDRINA-PR POR MEIO DE IMAGENS LANDSAT**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 3, n. 1, p. 70–77, 2009.

PUNTMANN, V. O. et al. **Outcomes of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging in Patients Recently Recovered From Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)**. JAMA Cardiology, v. 5, n. 11, p. 1265–1273, 1 nov. 2020.

QGIS. **Bivariate legend**. Disponível em: <[https://github.com/webgeodatavore/bivariate\\_legend/](https://github.com/webgeodatavore/bivariate_legend/)>. Acesso em: 20 maio. 2023.

QGIS. **QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project**. 2023a. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 20 maio. 2023

QGIS. **27.1.15.4. DBSCAN clustering**. Disponível em: <[https://docs.qgis.org/3.28/en/docs/user\\_manual/processing\\_algs/qgis/vectoranalysis.html#dbscan-clustering](https://docs.qgis.org/3.28/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html#dbscan-clustering)>. Acesso em: 20 maio. 2023b.

QGIS. **25.1.15.11 Mean coordinate(s) QGIS Documentation documentation**. Disponível em: <[https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user\\_manual/processing\\_algs/qgis/vectoranalysis.html#qgismeancoordinates](https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html#qgismeancoordinates)>. Acesso em: 20 maio. 2023c.

QIAN, H. et al. **Indoor transmission of SARS-CoV-2**. medRxiv, p. 2020.04.04.20053058, 7 abr. 2020.

QUALLS, N. et al. **Community Mitigation Guidelines to Prevent Pandemic Influenza — United States, 2017**. MMWR. Recommendations and Reports, v. 66, n. 1, p. 1–34, 21 abr. 2017.

QUAMMEN, D. **Contágio**. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

RABITO, L. B. F. et al. **Perfil do número de contaminação e óbito dos profissionais de enfermagem acometidos pela COVID-19 no pico da pandemia**. Research, Society and Development, v. 11, n. 4, p. Acesso em: 20 mar. 2022.

RAMOS, M. C.; CAMARGO, E. B.; ELIAS, F. T. SILVA. **Nota rápida de evidência: testes diagnósticos de antígenos com autocoleta de material biológico para diagnóstico de COVID-19**. Acesso em: 20 mar. 2022.

RAOULT, D. et al. **Coronavirus infections: Epidemiological, clinical and immunological features and hypotheses**. Cell Stress. 1 abr. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32292881/>>. Acesso em: 9 ago. 2021

RASHEDI, J. et al. **Risk Factors for COVID-19**. Le infezioni in medicina, 2020.

READ, J. M. et al. **Novel coronavirus 2019-nCoV: Early estimation of epidemiological parameters and epidemic predictions**. medRxiv. Acesso em 28 jan. 2020.



- REZENDE, J. M. DE. **Epidemia, Endemia, Pandemia**. Epidemiologia. Revista de Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology, v. 27, n. 1, p. 14–15, 1998.
- RITCHIE, H. et al. **Coronavirus Pandemic (COVID-19)**. Our World in Data, 5 mar. 2020.
- RIZZATTI, M. et al. **Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de Kernel**. Metodologias e Aprendizado, v. 3, p. 44–53, 12 jun. 2020.
- ROJAS, L. I. **Geografía y salud: temas y perspectivas en América Latina**. Cadernos de Saúde Pública, v. 14, n. 4, p. 701–711, out. 1998.
- ROKNI, M.; GHASEMI, V.; TAVAKOLI, Z. **Immune responses and pathogenesis of SARS-CoV-2 during an outbreak in Iran: Comparison with SARS and MERS**. Reviews in Medical Virology. Rev Med Virol, , 1 maio 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32267987/>>. Acesso em: 9 ago. 2021
- ROLLSTON, R.; GALEA, S. **COVID-19 and the Social Determinants of Health**. <https://doi.org/10.1177/0890117120930536b>, v. 34, n. 6, p. 687–689, 19 jun. 2020.
- RPC. **Asilo, unidade prisional e abrigo de indígenas de Londrina enfrentam surto de Covid-19, diz secretaria**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2020/09/01/asilo-unidade-prisional-e-abrigo-de-indigenas-de-londrina-enfrentam-surto-de-covid-19-diz-secretaria.ghtml>>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- SACK, R. D. **The Spatial Separatist Theme in Geography**. Economic Geography, v. 50, n. 1, p. 1, jan. 1974.
- SANTOS, K. S. DOS et al. **Enfrentamento da Covid-19 em instituições de longa permanência para idosos: uma revisão integrativa / Coating Covid-19 in long stay institutions for the elderly: an integrative review**. Brazilian Journal of Health Review, v. 5, n. 4, p. 13017–13034, 19 jul. 2022.
- SANTOS, M. **Por uma geografia nova**. São Paulo: Hucitec, 1990.
- SANTOS, M. **Por uma outra globalização. Do pensamento único à consciência universal**. 26. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.
- SHEN, M. et al. **Recent advances and perspectives of nucleic acid detection for coronavirus**. Journal of Pharmaceutical AnalysisElsevier, , 1 abr. 2020a. . Acesso em: 9 ago. 2021
- SHEN, Y. et al. **Community Outbreak Investigation of SARS-CoV-2 Transmission Among Bus Riders in Eastern China**. JAMA Internal Medicine, v. 180, n. 12, p. 1665–1671, 1 dez. 2020c.
- SIGLON. **Download de dados espaciais**. Disponível em: <<https://portal.londrina.pr.gov.br/downloads-siglon>>. Acesso em: 11 ago. 2021.
- STADNYTSKYI, V. et al. **The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 117, n. 22, p. 11875–11877, 2 jun. 2020.

STEFANELLI, P. et al. **Whole genome and phylogenetic analysis of two SARSCoV-2 strains isolated in Italy in January and February 2020**: Additional clues on multiple introductions and further circulation in Europe. *Eurosurveillance*, v. 25, n. 13, p. 2000305, 2 abr. 2020.

SUSUKI, A. et al. **Evolution of COVID-19 in Londrina (State of Paraná – Brazil) between March and August of 2020**. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 42, n. 1 Supl, p. 5, 2021.

SUSUKI, A. M.; OLAK, A. S.; URBANO, M. R. **A pandemia da COVID-19: Gênero e idade**. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, 2021 maio 2021.

TAHAMTAN, A.; ARDEBILI, A. **Real-time RT-PCR in COVID-19 detection: issues affecting the results**. *Expert Review of Molecular Diagnostics*. 3 maio 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32297805/>>. Acesso em: 9 ago. 2021

TAROBÁ. **Suposto surto de Covid no Creslon deixa detentos agitados**. Disponível em: <<https://tarobanews.com/tv/londrina/taroba-noticia/suposto-surto-de-covid-no-creslon-deixa-detentos-agitados-92557>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

TAY, M. Z. et al. **The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention**. *Nature Reviews Immunology*. Nature Publishing Group, , 28 abr. 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41577-020-0311-8>>. Acesso em: 9 ago. 2021

TOBLER, W. R. **A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region**. *Economic Geography*, v. 46, p. 234, jun. 1970.

TOWERS, S. et al. **Estimate of the reproduction number of the 2015 Zika virus outbreak in Barranquilla, Colombia, and estimation of the relative role of sexual transmission**. *Epidemics*, v. 17, p. 50–55, 1 dez. 2016.

TÖWS, R. L.; MALYSZ, S. T.; ENDLICH, A. M. **PANDEMIA, ESPAÇO E TEMPO: REFLEXÕES GEOGRÁFICAS**. 1. ed. Maringá: PGE - Programa de Pós-graduação em Geografia, 2020.

TVEITE, H. **The QGIS Standard Deviation Ellipse Plugin**. Disponível em: <<https://plugins.qgis.org/plugins/SDEllipse/>>. Acesso em: 20 maio. 2023.

UNICEF. **O papel fundamental do saneamento e da promoção da higiene na resposta à Covid-19 no Brasil**. Disponível em: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/998851596650728051/pdf/O-Papel-Fundamental-do-Saneamento-e-da-Promocao-da-Higiene-na-Resposta-a-Covid-19-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

UZUNIAN, A. **Coronavirus SARS-CoV-2 and Covid-19**. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 2020.

VALVERDE, R. **O que são mutações, linhagens, cepas e variantes?** Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/noticia/o-que-sao-mutacoes-linhagens-cepas-e-variantes-1>>. Acesso em: 2 ago. 2021.

VAN DORP, L. et al. **Emergence of genomic diversity and recurrent mutations in SARS-CoV-2**. *Infection, Genetics and Evolution*, v. 83, p. 104351, 1 set. 2020.

VARATHARAJ, A. et al. **Neurological and neuropsychiatric complications of COVID-19 in 153 patients: a UK-wide surveillance study**. *The Lancet Psychiatry*, v. 7, n. 10, p. 875–882, 1 out. 2020.

VOX. **Coronavirus Is Not the Flu**. It's Worse. Vox @ YouTube, 2020.

WACHARAPLUESADEE, S. et al. **Evidence for SARS-CoV-2 related coronaviruses circulating in bats and pangolins in Southeast Asia**. *Nature Communications*, v. 12, n. 1, p. 1–9, 9 dez. 2021.

WHO. **Coronavirus disease (COVID-19): Risks and safety for older people**. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-risks-and-safety-for-older-people>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

WHO. **Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak**. Disponível em: <<https://www.who.int/classifications/classification-of-diseases/emergency-use-icd-codes-for-covid-19-disease-outbreak>>. Acesso em: 27 ago. 2023.

WHO. **Director-General's opening remarks at the media briefing – 5 May 2023**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/speeches/item/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing---5-may-2023>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

WU, D. et al. **The SARS-CoV-2 outbreak: What we know**. *International Journal of Infectious Diseases*. Elsevier, 1 maio 2020a. Acesso em: 9 ago. 2021

WU, F. Q. et al. **SARS-CoV-2 titers in wastewater are higher than expected from clinically confirmed cases**. *medRxiv*, 2020b.

WU, Z.; MCGOOGAN, J. M. **Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention**. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 7 abr. 2020. Disponível em: <<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762130>>. Acesso em: 9 ago. 2021

XIANG, J. et al. **Evaluation of Enzyme-Linked Immunoassay and Colloidal Gold-Immunochromatographic Assay Kit for Detection of Novel Coronavirus (SARS-Cov-2) Causing an Outbreak of Pneumonia (COVID-19)**. *medRxiv*. Acesso em: 1 mar. 2020.

XIAO, A. T. et al. **Dynamic profile of RT-PCR findings from 301 COVID-19 patients in Wuhan, China: A descriptive study**. *Journal of Clinical Virology*, v. 127, 1 jun. 2020a.

XIAO, F. et al. **Infectious SARS-CoV-2 in Feces of Patient with Severe COVID-19**. *Emerging Infectious Diseases*, v. 26, n. 8, p. 1920–1922, 1 ago. 2020b.

XIE, C. et al. **The evidence of indirect transmission of SARS-CoV-2 reported in Guangzhou, China**. *BMC Public Health*, v. 20, n. 1, p. 1202, 5 dez. 2020.

XU, P. et al. **Transmission routes of Covid-19 virus in the Diamond Princess Cruise ship**. medRxiv, Acesso em: 14 abr. 2020.

YUILL, R. S. **The Standard Deviation Ellipse; An Updated Tool for Spatial Description**. Geografiska Annaler. Series B, Human Geography, v. 53, n. 1, p. 28, 1971.

ZHANG, J. Z. et al. **Investigation on a cluster epidemic of COVID-19 in a supermarket in Liaocheng, Shandong province**. v. 41, n. 12, p. 2024–2028, 10 Acesso em: dez. 2020.

ZHU, N. et al. **A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019**. New England Journal of Medicine, v. 382, n. 8, p. 727–733, 2020.


ZOU, L. et al. **SARS-CoV-2 Viral Load in Upper Respiratory Specimens of Infected Patients**. New England Journal of Medicine, v. 382, n. 12, p. 1177–1179, 19 fev. 2020.

ZYGOMATIC. **Free online word cloud generator and tag cloud creator - WordClouds.com**. Disponível em: <<https://www.wordclouds.com/>>. Acesso em: 27 maio. 2023.

## 10. APÊNDICES

### APÊNDICE I

#### Ficha de Notificação Compulsório para suspeito de doença pelo coronavírus 2019 – Covid-19 (2020)

 MINISTÉRIO DA SAÚDE SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE		Nº
e-SUS Notifica – 05/10/2020		
<b>FICHA DE INVESTIGAÇÃO DE SG SUSPEITO DE DOENÇA PELO CORONAVÍRUS 2019 – COVID-19 (B34.2)</b>		
<b>Definição de caso:</b> 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. <b>Em crianças:</b> além dos itens anteriores considera-se também obstrução nasal, na ausência de outro diagnóstico específico. <b>Em idosos:</b> deve-se considerar também critérios específicos de agravamento como síncope, confusão mental, sonolência excessiva, irritabilidade e inapetência. <b>Observação:</b> Na suspeita de COVID-19, a febre pode estar ausente e sintomas gastrointestinais (diarreia) podem estar presentes.		
UF de notificação: _____		Município de Notificação: _____
<b>Tem CPF?</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<b>Estrangeiro:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<b>Profissional de saúde</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<b>Profissional de segurança</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
CBO: _____		CPF: _____
CNS: _____		
Nome Completo: _____		
Nome Completo da Mãe: _____		
Data de nascimento: _____		País de origem: _____
<b>Sexo:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino	<b>Raça/COR:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Branca <input type="checkbox"/> Preta <input type="checkbox"/> Amarela <input type="checkbox"/> Parda <input type="checkbox"/> Indígena - Etnia: _____ <input type="checkbox"/> Ignorado	<b>Passaporte:</b> _____
CEP: _____		
Estado de residência: _____		Município de Residência: _____
Logradouro: _____		Número: _____
Complemento: _____		Bairro: _____
Telefone Celular: _____		Telefone de contato: _____
Data da Notificação: _____		Data do início dos sintomas: _____
<b>Sintomas:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Assintomático <input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Dor de Garganta <input type="checkbox"/> Dispneia <input type="checkbox"/> Tosse <input type="checkbox"/> Coriza <input type="checkbox"/> Dor de Cabeça <input type="checkbox"/> Distúrbios gustatórios <input type="checkbox"/> Distúrbios olfativos <input type="checkbox"/> Outros _____		
<b>Condições:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Doenças respiratórias crônicas descompensadas <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Obesidade <input type="checkbox"/> Doenças renais crônicas em estágio avançado (graus 3, 4 e 5) <input type="checkbox"/> Imunossupressão <input type="checkbox"/> Portador de doenças cromossômicas ou estado de fragilidade imunológica <input type="checkbox"/> Gestante <input type="checkbox"/> Doenças cardíacas crônicas <input type="checkbox"/> Puérpera (até 45 dias do parto)		
<b>Estado do Teste:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Solicitado <input type="checkbox"/> Coletado <input type="checkbox"/> Concluído <input type="checkbox"/> Exame Não Solicitado	<b>Tipo de Teste:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> RT – PCR <input type="checkbox"/> Teste rápido – anticorpo <input type="checkbox"/> Teste rápido – antígeno <input type="checkbox"/> Testes sorológico	<b>Data do Teste (PCR/Rápidos):</b> _____
<b>Resultado (PCR/Rápidos):</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Negativo <input type="checkbox"/> Positivo <input type="checkbox"/> Inconclusivo ou Indeterminado	<b>Teste Sorológico:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> IgA <input type="checkbox"/> IgG <input type="checkbox"/> IgM <input type="checkbox"/> Anticorpos Totais	<b>Data do Teste (Sorológico):</b> _____
<b>Resultado (IgG):</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Reagente <input type="checkbox"/> Não Reagente <input type="checkbox"/> Inconclusivo ou Indeterminado	<b>Resultado (IgM):</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Reagente <input type="checkbox"/> Não Reagente <input type="checkbox"/> Inconclusivo ou Indeterminado	<b>Resultado (Anticorpos Totais):</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Reagente <input type="checkbox"/> Não Reagente <input type="checkbox"/> Inconclusivo ou Indeterminado
<b>Evolução do caso:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Cancelado <input type="checkbox"/> Ignorado <input type="checkbox"/> Internado <input type="checkbox"/> Em tratamento domiciliar <input type="checkbox"/> Óbito <input type="checkbox"/> Internado em UTI <input type="checkbox"/> Cura		<b>Classificação final:</b> (Marcar X) <input type="checkbox"/> Descartado <input type="checkbox"/> Confirmado Clínico Imagem <input type="checkbox"/> Confirmado Clínico-Epidemiológico <input type="checkbox"/> Confirmado Por Critério Clínico <input type="checkbox"/> Confirmado Laboratorial <input type="checkbox"/> Síndrome Gripal Não Especificada
<b>Data de encerramento:</b> _____		
Informações complementares e observações		

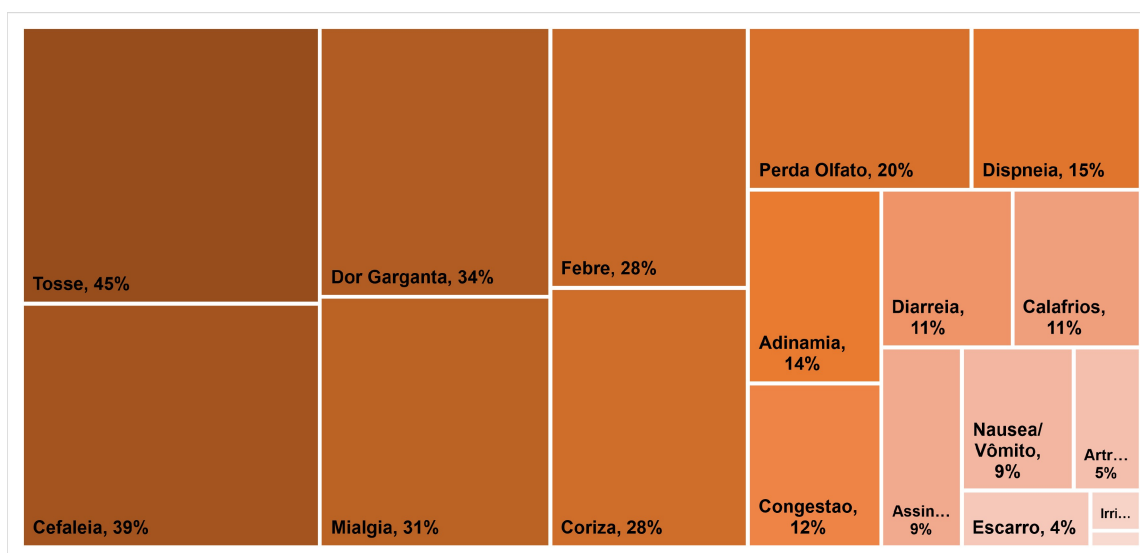
e-SUS Notifica –

05/10/2020

Fonte: (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b)

## APÊNDICE II

### Síntese de sintomas dos casos confirmados pela Covid-19 na CCLI (22 de março a 31 de dezembro de 2020)



Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

Ao analisar a lista de sintomas apresentados nos indivíduos infectados por COVID-19, é possível observar a frequência de cada sintoma em termos de porcentagem. Isso nos ajuda a compreender a manifestação clínica da doença de forma mais relativa.

A tosse, a cefaleia e a dor de garganta são os sintomas mais comuns, afetando cerca de 45%, 40% e 34% dos infectados, respectivamente. A presença de sintomas como perda de olfato e paladar, dispneia e adinamia também é significativa, atingindo cerca de 19%, 15% e 14% dos casos, respectivamente. Por outro lado, sintomas menos frequentes, como as náuseas e cianose, são relatados por uma proporção muito pequena de infectados, representando menos de 1% dos casos.

É importante destacar que essas porcentagens refletem a frequência dos sintomas entre os indivíduos analisados e podem variar em diferentes estudos e populações.

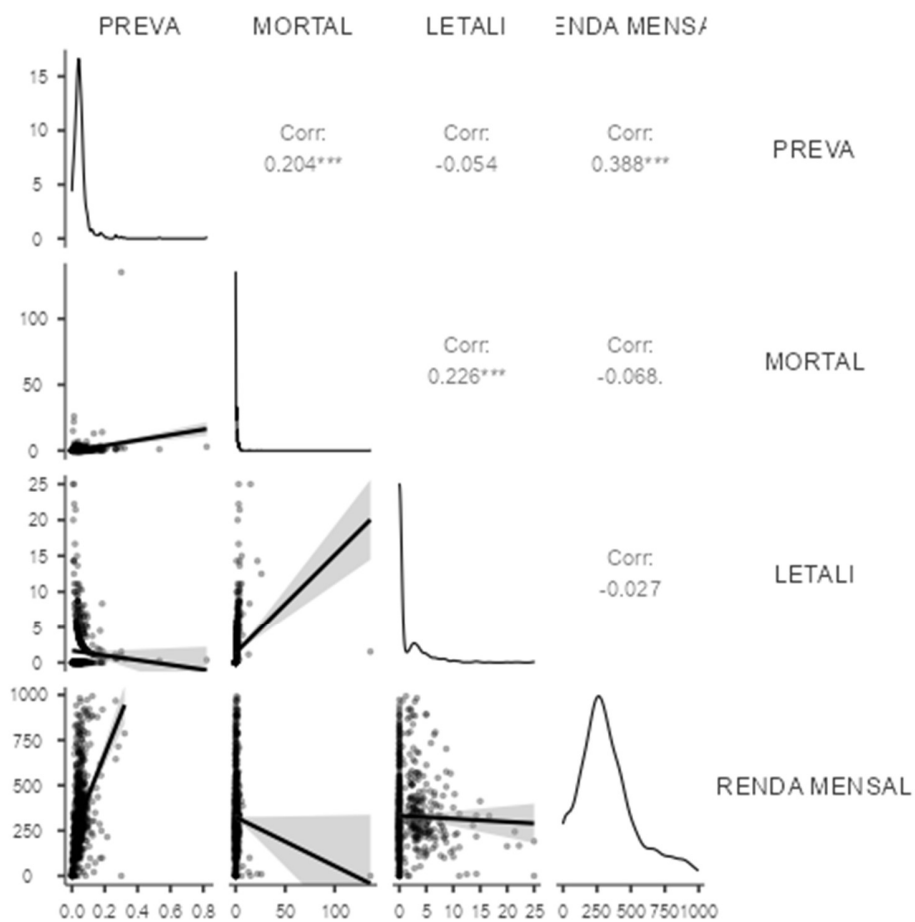
### APÊNDICE III

#### Matriz de correlação com representação gráfica

##### Renda média

	PREVA	MORTAL	LETALI	REDA MENSAL
PREVA	—			
MORTAL	0.204 ***	—		
LETALI	-0.054	0.226 ***	—	
REDA MENSAL	0.388 ***	-0.068	-0.027	—

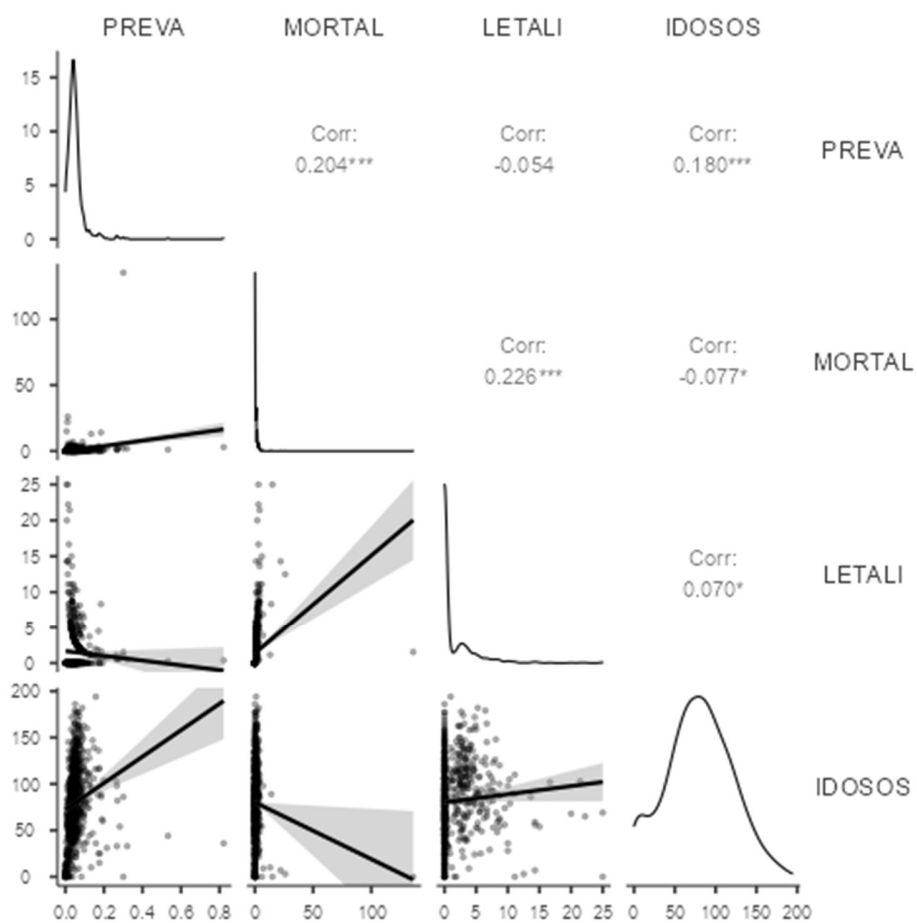
Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$



## Idosos

	PREVA	MORTAL	LETALI	IDOSOS
PREVA	—			
MORTAL	0.204 ***	—		
LETALI	-0.054	0.226 ***	—	
IDOSOS	0.180 ***	-0.077 *	0.070 *	—

Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

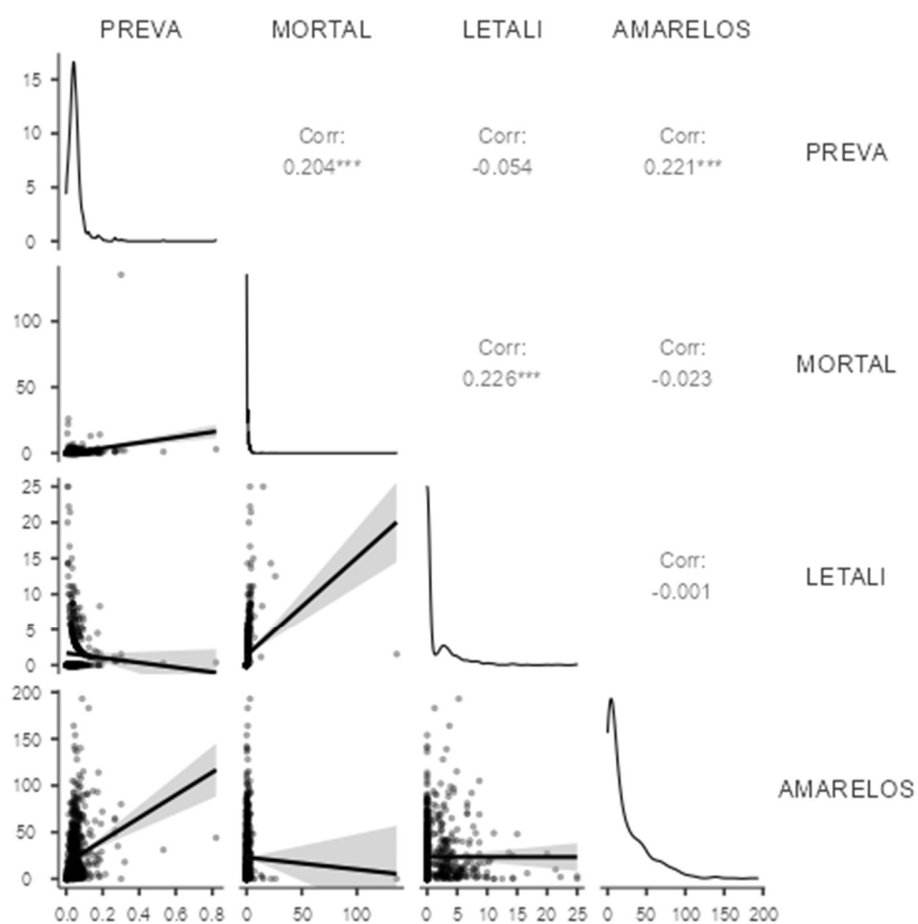




## População amarela

	PREVA	MORTAL	LETALI	AMARELOS
PREVA	—			
MORTAL	0.204 ***	—		
LETALI	-0.054	0.226 ***	—	
AMARELOS	0.221 ***	-0.023	-0.001	—

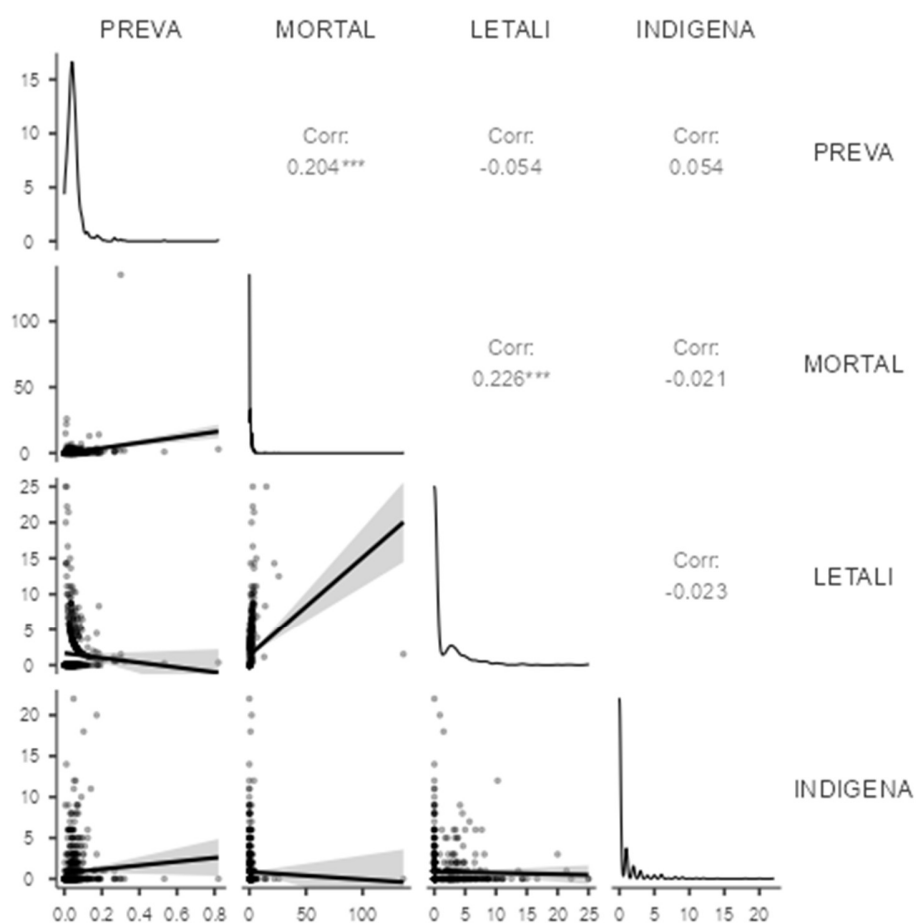
Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$



## População Indígena

	PREVA	MORTAL	LETALI	INDIGENA
PREVA	—			
MORTAL	0.204 ***	—		
LETALI	-0.054	0.226 ***	—	
INDIGENA	0.054	-0.021	-0.023	—

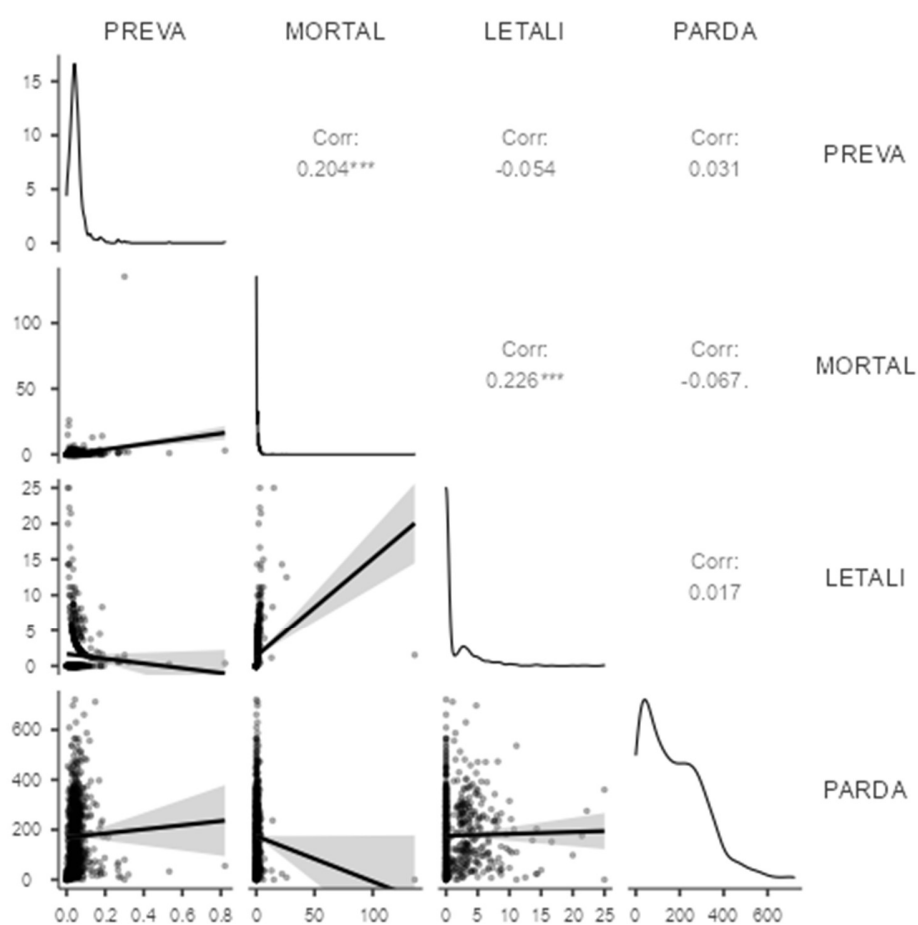
Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$



## População Parda

	PREVA	MORTAL	LETALI	PARDA
PREVA	—			
MORTAL	0.204 ***	—		
LETALI	-0.054	0.226 ***	—	
PARDA	0.031	-0.067	0.017	—

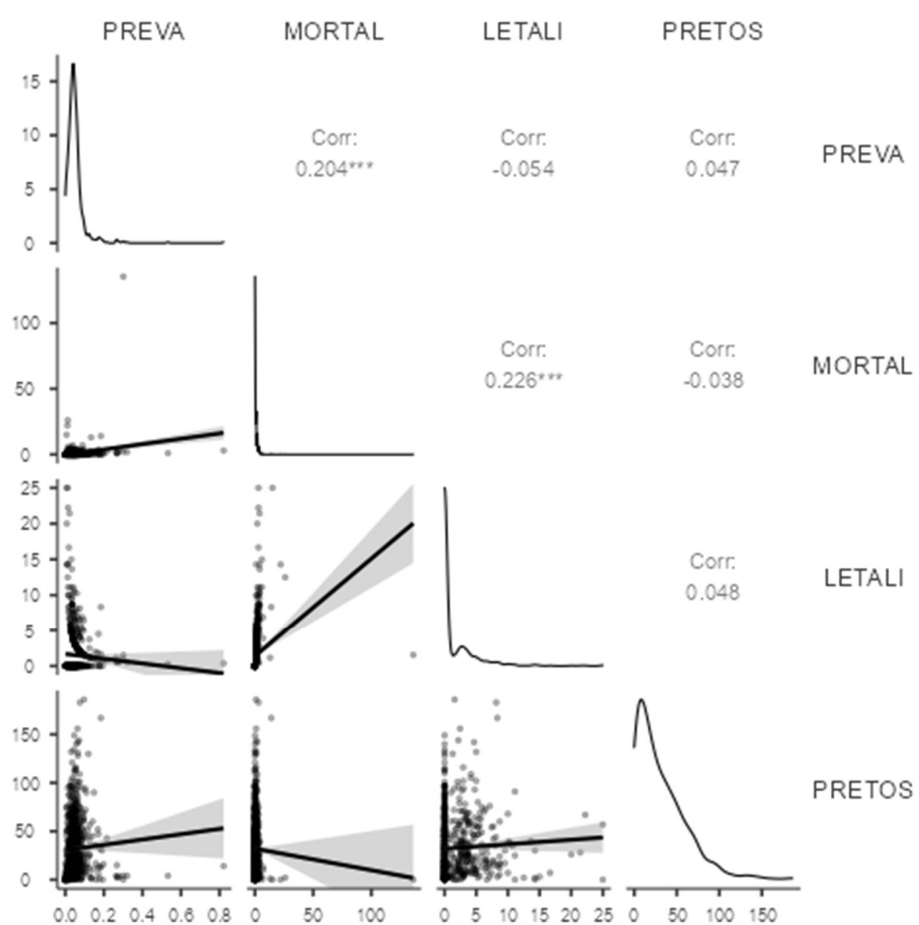
Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$



## População Preta

	PREVA	MORTAL	LETALI	PRETOS
PREVA	—			
MORTAL	0.204 ***	—		
LETALI	-0.054	0.226 ***	—	
PRETOS	0.047	-0.038	0.048	—

Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$



### APÊNDICE III

Dados extraídos a partir do CME, vetor de mobilidade e elipses de desvio padrão

SE	Orientação da elipse	Região de ocorrência do CME (surto)	Deslocamento do vetor (m)	azimute do vetor	excentricidade da elipse
10	SE - NO	região leste			
11	-	região leste	150	Sudeste	
12	-	região oeste	274	Oeste	
13	SE - NO	região leste	94	Nordeste	
14	-				
15	-	região Cambé	271	Oeste	
16	N - S	região leste	99	Nordeste	
17	N - S	região leste	310	Sudoeste	
18	L - O	região oeste	281	Oeste	0,99
19	SE - NO	região oeste	206	Sudoeste	0,99
20	-				
21	-				
22	L - O	região central	108	Nordeste	0,95
23	NE - SO	região leste	104	Nordeste	0,99
24	-				
25	NE - SO	região oeste	240	Sudoeste	1
26	-				
27	SE - NO	região central	79	Noroeste	1
28	N - S	região central	1	Norte	0,86
29	NE - SO	região central	225	Sudoeste	0,91
30	L - O	região oeste	308	Sudoeste	0,89
31	-	região central	136	Sudeste	
32	N - S	região oeste	248	Sudoeste	
33	-	região central	51	Leste	
34	-	região oeste			
35	NE - SO	região central	219	Sudoeste	1
36	L - O	região leste	32	Leste	0,97
37	NO - SE	região central	85	Nordeste	0,99
38	NO - SE	região central	246	Sudoeste	0,98
39	-	região central			
40	L - O	região central	259	Sudoeste	0,84
41	N - S	região central	327	Noroeste	0,38

Fonte: Notifica Covid-19. Org. o próprio autor

### APÊNDICE III

#### Códigos, bairros e regiões da CCLI

CÓD.	BAIRRO	REGIÃO
C 10	Seis de agosto	CAMBÉ
C 11	Jardim Santa Adeláide	CAMBÉ
C 12	Jardim Morada do Sol	CAMBÉ
C 13	Centro	CAMBÉ
C 14	Jardim São José	CAMBÉ
C 15	Vila Ataláia	CAMBÉ
C 16	Jardim Vitória	CAMBÉ
C 17	Jardim Europa	CAMBÉ
C 18	Parque Res. Ana Rosa	CAMBÉ
C 19	Pq. Industrial José Garcia Gimenez	CAMBÉ
C 2	Jardim Silvino	CAMBÉ
C 20	Jardim Bela Itália	CAMBÉ
C 21	Jardim Rivieira	CAMBÉ
C 22	Jardim Montecatini	CAMBÉ
C 23	Pq. Res. Manela	CAMBÉ
C 24	Jardim União	CAMBÉ
C 25	Jardim José Favaro	CAMBÉ
C 26	Jardim Tupi	CAMBÉ
C 27	Jardim Imperatriz	CAMBÉ
C 28	Vila Guarani	CAMBÉ
C 29	Conj. Hab. Dr. José dos Santos Rocha	CAMBÉ
C 3	Jardim do Café	CAMBÉ
C 4	Jardim Santo Amaro	CAMBÉ
C 5	Jardim São Paulo	CAMBÉ
C 6	Jardim Tarobá	CAMBÉ
C 7	Jardim Santa Izabel	CAMBÉ
C 8	Jardim Alvorada	CAMBÉ
C 9	Vila Salomé	CAMBÉ
C1	Jardim Ecoville I	CAMBÉ
I 30	Pq. Industrial	IBIPORÃ
I 31	Vila Romana	IBIPORÃ
I 32	Cond. Horizontal Marajoara	IBIPORÃ
I 33	Pq. Industrial Castelo Branco	IBIPORÃ
I 34	Centro	IBIPORÃ
I 35	Pérola	IBIPORÃ
I 36	Semprebom	IBIPORÃ
I 37	Esperança	IBIPORÃ
I 38	San Rafael	IBIPORÃ
I 39	Pedro Esplendor	IBIPORÃ
I 40	Flamboyant	IBIPORÃ
I 41	Padre Rino Nogarotto	IBIPORÃ
I 42	São Francisco	IBIPORÃ
I 43	Rosana	IBIPORÃ
I 44	Santa Luzia	IBIPORÃ
I 45	Alvorada	IBIPORÃ
I 46	Conj. Hab. Canadá	IBIPORÃ
I 47	José Messias	IBIPORÃ
L 100	Emani	LESTE
L 64	Indústrias Leves	LESTE
L 65	Lindóia	LESTE
L 66	Ideal	LESTE

L 67	Interlagos	LESTE
L 68	Fraternidade	LESTE
L 69	Cidade Industrial 2	LESTE
L 70	Antares	LESTE
L 79	Lon Rita	LESTE
L 80	Brasília	LESTE
L 82	Aeroporto	LESTE
L 89	Califórnia	LESTE
L 95	H.U.	LESTE
N 48	Perobinha	NORTE
N 49	Heimtal	NORTE
N 50	Parigot de Souza	NORTE
N 51	Vivi Xavier	NORTE
N 52	Cinco Conjuntos	NORTE
N 55	Cidade Industrial 1	NORTE
N 56	Alpes	NORTE
N 57	Pacaembú	NORTE
N 58	Coliseu	NORTE
N 60	Ouro Verde	NORTE
O 101	Olímpico	OESTE
O 102	Universidade	OESTE
O 53	Cilo 3	OESTE
O 54	Cilo 2	OESTE
O 59	Leonor	OESTE
O 71	Bandeirantes	OESTE
O 73	Champagnat	OESTE
O 74	Jamaica	OESTE
O 75	Presidente	OESTE
O 83	Sabará	OESTE
O 84	Palhano	OESTE
O 90	Esperança	OESTE
S 85	Bela Suíça	SUL
S 86	Guanabara	SUL
S 91	Vivendas do Arvoredo	SUL
S 92	Tucanos	SUL
S 93	Inglaterra	SUL
S 94	Piza	SUL
S 96	União da Vitória	SUL
S 97	Parque das Indústrias	SUL
S 98	Cafezal	SUL
S 99	Salinho	SUL
T 61	Vila Recreio	CENTRO
T 62	Vila Nova	CENTRO
T 63	Vila Casoni	CENTRO
T 72	Shangri-lá	CENTRO
T 76	Higienópolis	CENTRO
T 77	Ipiranga	CENTRO
T 78	Petrópolis	CENTRO
T 81	Vila Brasil	CENTRO
T 87	Quebec	CENTRO
T 88	Centro Histórico	CENTRO

