



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E MATEMÁTICA APLICADA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA

LETÍCIA SANTANA DOS SANTOS

ANÁLISE GEORREFERENCIADA DOS DADOS DA COVID-19 NO MUNICÍPIO DE
FORTALEZA-CE

FORTALEZA

2021

LETÍCIA SANTANA DOS SANTOS

ANÁLISE GEORREFERENCIADA DOS DADOS DA COVID-19 NO MUNICÍPIO DE
FORTALEZA-CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Graduação em Estatística do
Centro de Ciências da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Francisco
Barros Neto

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S236a Santos, Letícia Santana dos.
ANÁLISE GEORREFERENCIADA DOS DADOS DA COVID-19 NO MUNICÍPIO DE
FORTALEZA-CE / Letícia Santana dos Santos. – 2021.
82 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro
de Ciências, Curso de Estatística, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Júlio Francisco Barros Neto.

1. Estatística Espacial. 2. COVID-19. 3. Fortaleza. I. Título.

CDD 519.5

LETÍCIA SANTANA DOS SANTOS

ANÁLISE GEORREFERENCIADA DOS DADOS DA COVID-19 NO MUNICÍPIO DE
FORTALEZA-CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Graduação em Estatística do
Centro de Ciências da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Estatística.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Júlio Francisco Barros Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João Welliandre Carneiro Alexandre
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ronald Targino Nojosa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ao meu tio André, que não conseguiu me ver formada, mas que sei o quanto torcia por mim.
Saudades tio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que sempre me guiou nas minhas decisões e me deu força nos momentos difíceis.

A minha mãe, Janaina, por ser minha maior incentivadora, por sempre me conduzir nos melhores caminhos, por sempre fazer o possível e o impossível por mim, sempre serei grata por tudo.

A minha avó, Rosimar, que me criou como uma filha, me permitiu ter as oportunidades para hoje estar encerrando esse ciclo.

Ao meu pai, Wilsinho, meus tios e tias, Diana, André, Reubem e Juliana, que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado torcendo por essa conquista.

Aos meus irmãos e primas, Ana Beatriz, Davi Lucas, Ana Melissa, Isadora, Clara, Layla e Luísa, que tornaram meus dias mais leves e felizes, com suas presenças e risadas.

Ao meu namorado Hitalo, por nunca me deixar desistir dos meus objetivos, me ajudar em tudo que precisava e sempre me apoiar nas minhas decisões.

A Universidade Federal do Ceará, por me proporcionar os anos mais diferentes, difíceis e maravilhosos, que me deu a chance de conhecer meu namorado e amigos que levarei para o resto da vida, aos auxílios e bolsas que foram fundamentais, aos excelentes professores que tive a honra de ser aluno, em especial ao Professor Maurício, que me mostrou o que era realmente a Estatística, ao Professor Gualberto, por ter sido, sem sombra de dúvidas, o professor que mais me incentivou a estudar, que apoiava e aconselhava como um pai e ao Professor Júlio, por estar comigo neste trabalho, me dando todo o suporte necessário.

E as minhas amigas da Gauss, Keyliane, Yohana e Jamily, que me ajudaram muito a crescer como profissional e pessoa.

“O sonho é que leva a gente para frente. Se a gente for seguir a razão, fica aquietado, acomodado.”

(Ariano Suassuna)

RESUMO

Diante do grande impacto da COVID-19 no mundo, com um grande número de casos e óbitos por todo o planeta, se espalhando de forma preocupante, este trabalho busca compreender a ocorrência de casos no município de Fortaleza. Buscando encontrar padrões na disseminação do novo coronavírus, no período de janeiro de 2020 a abril de 2021, através da análise espacial, com mapas de quantis, Índice de Moran e Lisa Map. Dentre os resultados obtidos pode-se identificar o perfil de gênero mais contaminado, e com maior números de óbitos, qual gênero é mais afetado pelas comorbidades, as áreas de maior positividade dos casos, zonas mais afetadas pelas comorbidades e encontrar fatores socioeconômicos que levam a uma maior contaminação, busca-se através deste estudo melhorar a compreensão sobre a disseminação da COVID-19.

Palavras-chave: Estatística Espacial, COVID-19, Fortaleza

ABSTRACT

Given the great impact of COVID-19 in the world, with a large number of cases and deaths all over the planet, spreading worryingly, this work seeks to understand the occurrence of cases in the city of Fortaleza. Seeking to find patterns in the dissemination of the new coronavirus, from January 2020 to April 2021, through spatial analysis, with quantile maps, Moran's Index and Lisa Map. contaminated, and with higher numbers of deaths, which gender is most affected by comorbidities, such as areas of higher positivity of cases, areas most affected by comorbidities and finding socioeconomic factors that lead to greater contamination, this study seeks to improve understanding about the dissemination of COVID-19.

Keywords: Spatial Statistics, COVID-19, Fortaleza

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casos Diários	21
Figura 2 – Óbitos diários	21
Figura 3 – Mapa de Fortaleza Dividido pela Regionais Atualizadas	25
Figura 4 – IDH dos bairros de Fortaleza – 2010	27
Figura 5 – Curva Epidêmica dos Casos Confirmados	28
Figura 6 – Curva Epidêmica dos Óbitos por COVID-19	28
Figura 7 – Diagrama de espalhamento de Moran	33
Figura 8 – Moran Map - Mapa temático	33
Figura 9 – Lisa Map	34
Figura 10 – Lisa Map	34
Figura 11 – Distribuição de casos positivos por gênero	37
Figura 12 – Distribuição de óbitos por gênero	37
Figura 13 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Cardiovascular	38
Figura 14 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Diabetes	38
Figura 15 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Obesidade	38
Figura 16 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Neurológica	39
Figura 17 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Renal	39
Figura 18 – Distribuição de casos por faixa etária e gênero	40
Figura 19 – Distribuição da Quantidade de Notificações por Bairro	41
Figura 20 – Box-plot da Quantidade de Notificações por Bairro	41
Figura 21 – Histograma da Quantidade de Casos Positivos por Bairro	42
Figura 22 – Box-plot da Quantidade de Casos Positivos por Bairro	42
Figura 23 – Histograma da Quantidade de Óbitos por Bairro	43
Figura 24 – Box-plot da Quantidade de Óbitos por Bairro	43
Figura 25 – Histograma do Tempo Médio na UTI por Bairro	44
Figura 26 – Box-plot do Tempo Médio na UTI por Bairro	44
Figura 27 – Gráfico de Correlação entre as Variáveis Positividade, IDH e Média de Habitantes por Casa	45
Figura 28 – Gráfico de Correlação entre as Variáveis Habitantes, Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos	46
Figura 29 – Gráfico do Quartil para o Índice de Desenvolvimento Humano	47

Figura 30 – Índice de Moran para o Índice de Desenvolvimento Humano	48
Figura 31 – Lisa Map para o Índice de Desenvolvimento Humano	49
Figura 32 – Gráfico do Quartil para a Média de Habitantes por Casa	50
Figura 33 – Índice de Moran para a Média de Habitantes por Casa	51
Figura 34 – Lisa Map para a Média de Habitantes por Casa	52
Figura 35 – Gráfico de Quartil para Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos .	52
Figura 36 – Índice de Moran para Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos . .	53
Figura 37 – Lisa Map para a Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos	54
Figura 38 – Lisa Map para a Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos	54
Figura 39 – Mapa georreferenciado através do Quartil e do Box Map para a Positividade	55
Figura 40 – Mapa georreferenciado através do Índice de Moran e do Lisa Map	56
Figura 41 – Lisa Map para a proporção de casos positivos	57
Figura 42 – Mapas georreferenciados através do Quartil para Quantidade de Óbitos e Letalidade	58
Figura 43 – Índice de Moran para Quantidade de Óbitos e Letalidade	58
Figura 44 – Lisa Map para Quantidade de Óbitos e Letalidade	59
Figura 45 – Lisa Map para Quantidade de Óbitos e Letalidade	60
Figura 46 – Mapas georreferenciados através do Quartil para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos	61
Figura 47 – Índice de Moran para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos	62
Figura 48 – Lisa Map para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos	63
Figura 49 – Lisa Map para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos	63
Figura 50 – Gráfico do Quartil para o Tempo Médio de Internação na UTI	64
Figura 51 – Índice de Moran para o Tempo Médio de Internação na UTI	65
Figura 52 – Lisa Map para o Tempo Médio de Internação na UTI	65
Figura 53 – Mapas georreferenciados através do Quartil para as Comorbidades Neuroló- gica e Renal	66
Figura 54 – Índice de Moran para as Comorbidades Neurológica e Renal	67
Figura 55 – Lisa Map para as Comorbidades Neurológica e Renal	68
Figura 56 – Lisa Map para as Comorbidades Neurológica e Renal	69
Figura 57 – Mapas georreferenciados através do Quartil para as Comorbidades Cardio- vascular e Diabetes	69

Figura 58 – Índice de Moran para as Comorbidades Cardiovascular e Diabetes	70
Figura 59 – Lisa Map para as Comorbidades Cardiovascular e Diabetes	71
Figura 60 – Lisa Map para as Comorbidades Cardiovascular e Diabetes	71
Figura 61 – Mapa georreferenciado através do Quartil para a Comorbidade Obesidade .	72
Figura 62 – Índice de Moran para a Comorbidade Obesidade	73
Figura 63 – Lisa Map para a Comorbidade Obesidade	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Letalidade das comorbidades	36
Tabela 2 – Índice de Moran das Variáveis	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EUA	Estados Unidos da América
RNA	Ácido ribonucleico
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
IgG	Imunoglobulina G
IgM	Imunoglobulina M
WHO	World Health Organization
PIB	Produto Interno Bruto
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
SIG	Sistemas de Informação Geográfica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	16
<i>1.1.1</i>	<i>Geral</i>	16
<i>1.1.2</i>	<i>Específicos</i>	16
1.2	Descrição dos Capítulos	16
2	CONCEITOS IMPORTANTES	17
2.1	A COVID-19	17
2.2	Comorbidades	19
2.3	Disseminação da COVID-19	20
2.4	Município em Estudo: Fortaleza	25
<i>2.4.1</i>	<i>Características Socioeconômicas</i>	25
<i>2.4.2</i>	<i>Índice de Desenvolvimento Humano - IDH</i>	26
<i>2.4.3</i>	<i>Pandemia em Fortaleza</i>	27
3	METODOLOGIA	30
3.1	Análise Espacial	30
<i>3.1.1</i>	<i>Tipos de dados</i>	30
<i>3.1.2</i>	<i>Análise Espacial de Áreas</i>	31
<i>3.1.2.1</i>	<i>Matrizes de Proximidade Espacial</i>	31
<i>3.1.2.2</i>	<i>Média Móvel Espacial</i>	32
<i>3.1.2.3</i>	<i>Indicadores de Autocorrelação Espacial</i>	32
<i>3.1.2.4</i>	<i>Diagrama de Espalhamento de Moran</i>	32
<i>3.1.2.5</i>	<i>Indicadores Locais de Associação Espacial</i>	34
4	ANÁLISE DE DADOS	35
4.1	Coleta e Organização dos Dados	35
<i>4.1.1</i>	<i>Descrição das variáveis</i>	35
4.2	Análise Descritiva	37
<i>4.2.1</i>	<i>Análise de Correlação</i>	45
4.3	Análise Espacial	47
<i>4.3.1</i>	<i>Índice de Desenvolvimento Humano - (IDH)</i>	47
<i>4.3.2</i>	<i>Média de Habitantes por Casa</i>	49

4.3.3	<i>Ocorrência da COVID-19 nos bairros de Fortaleza</i>	52
4.3.3.1	<i>Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos</i>	52
4.3.3.2	<i>Positividade</i>	55
4.3.4	<i>Óbitos por COVID-19</i>	57
4.3.5	<i>Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos</i>	60
4.3.6	<i>Tempo Médio de Internação na UTI</i>	64
4.3.7	<i>Comorbidades</i>	66
4.3.7.1	<i>Neurológica e Renal</i>	66
4.3.7.2	<i>Cardiovascular e Diabetes</i>	69
4.3.7.3	<i>Obesidade</i>	72
4.3.8	<i>Comparação do Índice de Moran das Variáveis</i>	74
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	75
	REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

A COVID-19, que consiste em uma síndrome respiratória aguda grave, segundo Ciotti *et al.* (2020), foi identificada em Wuhan, província da China, que se disseminou rapidamente, se tornando pandemia em poucos meses, foi identificada em janeiro de 2020 e em março do mesmo ano, considerada uma pandemia, mudando a forma de viver de todo um povo, com o uso de máscaras, fechamento de comércios, escolas, e demais serviços, com a necessidade do distanciamento social.

Desde que foi descoberta a COVID-19 se espalhou de forma preocupante por todo o planeta, até agosto de 2021 tem-se, de acordo com Brasil (2021), 20.528.09 casos confirmados no Brasil, e 573.511 óbitos confirmados. E de acordo com ANALYTICS (2021), no mundo passam de 210 milhões de casos confirmados e mais de 4 milhões de óbitos, em destaque o Estados Unidos da América (EUA), com mais de 37 milhões de casos, até agosto.

Diversos esforços foram feitos por pesquisadores de todo o mundo para encontrar uma maneira de diminuir o impacto causado pela doença, na busca de remédios, e mais importante, no desenvolvimento de vacinas, em que, de acordo com G1 (2021), tem-se no Brasil, até agosto de 2021, 121.263.020 pessoas que receberam pelo menos a primeira dose da vacina.

Diante de tantos números, e de uma doença que gerou inúmeros danos, a Estatística Espacial pode ser usada para compreender melhor como ocorreu a pandemia, quais áreas foram mais afetadas, qual população está mais exposta ao contágio, quais fatores podem influenciar na contaminação de um povo.

Será analisado a disseminação da doença no município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará, que possui, de acordo com IBGE (2020a), população estimada de 2.703.391 pessoas, possuindo densidade demográfica de 7.786,44 hab/km². Portanto, utilizando técnicas de análise espacial e com o uso dos dados retirados do SUS (2021), até o dia 30 de abril no município de Fortaleza, tem-se como foco principal compreender padrões e como a doença se disseminou na região e identificar áreas mais afetadas pela pandemia.

1.1 Objetivos

A seguir são colocados os objetivos a serem concluídos com o presente trabalho.

1.1.1 Geral

Analisar espacialmente a ocorrência dos casos da COVID-19 no município de Fortaleza, até o dia 30 de Abril de 2021.

1.1.2 Específicos

- Identificar áreas com maior quantidade de casos;
- Identificar bairros mais afetados pela COVID-19;
- Buscar correlações entre a distribuição de casos e fatores socioeconômicos;
- Verificar existência de padrões de comportamento entre as variáveis.

1.2 Descrição dos Capítulos

O trabalho está distribuído em 5 capítulos, em que buscando ter uma visão geral de como se desenvolveu a COVID-19 em Fortaleza, serão apresentados os seguintes assuntos.

No capítulo 2, têm-se os conceitos importantes para o trabalho, como algumas definições referentes a COVID-19, sua disseminação no Brasil e no Mundo. Também são apresentadas algumas informações sobre o município em estudo, como IDH, divisão de bairros, a forma como a pandemia foi lidada pelos governantes, dentre outras.

No capítulo 3, é apresentado a metodologia que será utilizada no trabalho, que consiste em análise espacial, tipos de dados, análise espacial de áreas, as formas de analisar e visualizar os dados.

No capítulo 4, será apresentado o procedimento para o tratamento dos dados, que são de grande volume, e necessitaram de tratamentos para sua análise. Posteriormente tem-se a apresentação das análises dos dados em relação as variáveis, ditas posteriormente, iniciando com análise descritiva e seguindo para a análise georreferenciada.

Por fim, no capítulo 5, tem-se a conclusão do trabalho, com os principais resultados obtidos, propostas de trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos, em seguida as referências.

2 CONCEITOS IMPORTANTES

Neste capítulo será apresentado algumas definições sobre o novo coronavírus, seus sintomas, formas de transmissão, diagnósticos, prevenção e fatores de risco. Além disso será apresentado o processo de contaminação global do vírus, iniciando como um caso em uma cidade na China e se transformando em uma pandemia mundial. E especificaremos como a pandemia está afetando o município de Fortaleza.

2.1 A COVID-19

De acordo com Fio Cruz (2020), os coronavírus fazem parte da família viral *Coronaviridae*, esses vírus possuem o Ácido ribonucleico (RNA) como material genético, que causam infecções respiratórias, normalmente leves, com sintomas semelhantes aos de um resfriado, mas eventualmente podendo causar pneumonia em idosos e pessoas com comorbidades.

Segundo a Fio Cruz (2020), existem seis tipos de coronavírus que infectam o ser humano, dentre eles têm-se dois em específico que causam infecções respiratórias graves, que são o SARS-COV e o MERS-COV que estão presentes em inúmeras espécies de animais, e dificilmente esses vírus infectam pessoas.

No entanto, em Dezembro de 2019, segundo a Organização Mundial de Saúde (2020), ocorreu a transmissão do novo coronavírus (SARS-CoV-2), que foi identificado, em Wuhan, cidade chinesa.

Segundo Velavan e Meyer (2020), o caso clínico inicial do Covid-19 que possibilitou a detecção dos casos foi a pneumonia, no entanto, outros sintomas se tornaram presentes, como doenças gastrointestinais e infecções assintomáticas. De acordo com Velavan e Meyer (2020), os estudos mostram que o período médio de incubação do vírus é de 5 a 7 dias. Em pacientes que desenvolvem sintomas, eles começam normalmente em menos de uma semana, sendo eles, febre, tosse, fadiga e demais infecções do trato respiratório superior, que podem evoluir para infecções graves com episódios de dispneia.

De acordo Morawska *et al.* (2020), no início da pandemia acreditava-se que as gotículas com o vírus se depositavam e não ficavam suspensas no ar, causando assim uma transmissão indireta, através do toque em superfícies contaminadas, no entanto, estudos feitos mostram que a transmissão ocorre através de aerossóis, que segundo Doremalen *et al.* (2020), ficam suspensos no ar por 3 horas. E o estágio final para a contaminação ocorre através das vias

de autoinoculação pelas membranas mucosas, como os olhos, nariz e boca.

Conforme Tang *et al.* (2020), no início o diagnóstico da Covid-19 levantava questionamentos e desafios, por se tratar de uma doença nova e pelo grande número de pacientes o sistema de saúde como um todo sofreu grande impacto. Para a eficiência do resultado é necessário um série de cuidados, que se iniciam na coleta de amostras do trato respiratório.

Inicialmente entre o 5º e o 6º dia após o início dos sintomas, é o momento em que os pacientes apresentam maior carga viral em seus tratos respiratórios superior e inferior. Então um cotonete nasofaríngeo ou orofaríngeo são utilizados para obter um diagnóstico precoce, necessitando que ele seja introduzido profundamente na cavidade nasal. Após a coleta, os cotonetes devem ser colocados em meio de transporte rápido para o laboratório de microbiologia clínica, em condições refrigeradas. Logo, acontece a realização do teste de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), que consiste na extração de RNA, sendo um teste de biologia molecular que identifica o material genético do vírus no paciente. Este teste verifica a presença ou não de RNA do vírus, caso esteja presente, é confirmada a suspeita da COVID-19

Pela necessidade de diagnósticos mais rápidos e pela indisponibilidade do PCR, a COVID-19 também passou a ser diagnosticada através de testes sorológicos. Em conformidade com Dias *et al.* (2020), para desenvolver esse tipo de teste é necessário obter antígenos virais ou recombinantes, avaliar em testes preliminares se os antígenos purificados são de fato imunogênicos e específicos.

Segundo Dias *et al.* (2020), esse teste é realizado através do sangue, ele verifica os anticorpos, que são produzidos como resposta imunológica para neutralizar o vírus. Será analisado a Imunoglobulina G (IgG) e a Imunoglobulina M (IgM), a IgM indica que a pessoa está na fase ativa da Covid-19. Já a IgG indica que já houve contato com o vírus em algum momento da vida.

De acordo com DASA (2021), atualmente vem sendo utilizado o teste de antígeno, que consiste em uma exame imunológico rápido, que avalia a proteína viral do SARS-COV-2. O teste é realizado a partir de uma amostra de swab de nasofaringe, seu grande diferencial é ser um teste de rápido, que leva em média 30 minutos para sair o resultado. Em comparação com o teste PCR, o teste de antígeno tem valor inferior, se tornando mais acessível, com cargas virais inferiores este teste possui sensibilidade inferior ao PCR, no entanto, em pacientes com cargas virais elevadas (1 a 3 dias antes dos sintomas ou 5 a 7 dias de início dos sintomas) ele apresenta sensibilidade superior a 90% em comparação ao PCR.

No Brasil, de acordo com a Anvisa (2021a), tem-se hoje 5 vacinas com selo de qualidade da agência, a saber: Pfizer-BioNTech, Oxford-AstraZeneca, CoronaVac (Sinovac), Janssen e Covishield. Segundo Anvisa (2021b), os primeiros lotes das vacinas, sendo elas a CoronaVac do Butantan e a AstraZeneca da Fiocruz, foram autorizados no dia 17 de janeiro de 2021.

Segundo Saúde (2021a), o plano nacional de vacinação levando em consideração a transmissibilidade da COVID-19, para interromper a circulação do vírus, cerca de 60 a 70% da população precisaria estar imune, em que, de acordo com IBGE (2021), sendo a população estimada em 2021 de aproximadamente 213.311.227 brasileiros, seria necessário de no mínimo 127.986.736 pessoas vacinadas. Inicialmente, pela indisponibilidade de vacinas, foi traçado um plano para imunizar pessoas prioritárias, com comorbidades, fatores de risco, dentre outros, em que, a estimativa era de 77.279.644 pessoas. De acordo com o G1 (2021), até o dia 22 de agosto de 2021, 121.263.020 pessoas foram vacinadas com a primeira dose no Brasil, isso equivale a 56,85% da população brasileira, no entanto, a quantidade de pessoas totalmente imunizadas é de 54.001.078 pessoas, que equivale a aproximadamente 25%.

2.2 Comorbidades

Diante do crescente número de casos, se tornou necessário a realização de estudos para entender como o vírus se comporta no corpo humano, e quais fatores podem levar ao agravamento do quadro clínico. De acordo com Zhou *et al.* (2020), estudos anteriores de pacientes infectados por gripe aviária, coronavírus de síndrome respiratória aguda grave e síndrome respiratória do Oriente Médio coronavírus, apresentam que comorbidades como, diabetes, doença cardiovascular, doenças respiratórias crônicas, doença renal crônica, estão associadas a um prognóstico ruim ou mesmo morte. Alguns desses fatores foram relatados por pacientes da COVID-19, no entanto, a pouca informação traz incertezas ou controvérsias. Então foi realizado um estudo para avaliar as relações entre comorbidades e desfechos graves ou fatais associados ao COVID-19.

Nesse estudo foi utilizado para identificar "doença grave", pacientes com problemas respiratórios graves ou necessitando de ventilação mecânica, suporte vital de vida ou internação na UTI. Esses estudos incluíram um total de 16.110 pacientes de nove países diferentes, incluindo China, EUA, Reino Unido, Itália, França, Espanha, Austrália, Cingapura e Coreia. Foi relatado a prevalência de comorbidades, incluindo obesidade, hipertensão arterial, doença cardiovascular,

doença cerebrovascular, doença respiratória crônica, doença renal crônica. O estudo pode ser visto na íntegra no Zhou *et al.* (2020).

Foi obtido como resultado que comorbidades crônicas, incluindo obesidade, hipertensão, diabetes, doenças cardiovasculares, doenças cerebrovasculares, doenças respiratórias, doença renal, são fatores de risco clínicos para um desfecho grave ou fatal associado ao COVID-19, sendo a obesidade a doença mais prevalente e a respiratória sendo a mais fortemente preditiva.

Wang *et al.* (2020) também realizaram um estudo em relação as comorbidades, foram incluídos 1558 pacientes COVID-19, dos quais 324 (20,8%) eram severos (internação em UTI, uso de aparelhos de respiração mecânica). Os resultados obtidos foram semelhantes ao do estudo de Zhou *et al.* (2020). A meta-análise identificou hipertensão arterial, diabetes, doenças cardiovasculares e doenças cerebrovasculares como fatores de risco significativos para pacientes com COVID-19.

Segundo Amorim *et al.* (2021), estudos realizados anteriormente, em infecções por outros coronavírus mostraram risco de complicações no período da gravidez. Estudos sobre a COVID-19 sugerem resultados adversos também, porém a causalidade ainda não foi determinada. As complicações descritas são: pneumonia materna, baixo peso ao nascer, sofrimento fetal, hemorragia pós-parto, dentre outros.

2.3 Disseminação da COVID-19

Com a grande facilidade de locomoção mundial, depois dos relatos iniciais do SARS-CoV-2 em Wuhan, China, em dezembro de 2019, não demorou muito para que o vírus fosse detectado em diversas partes do planeta.

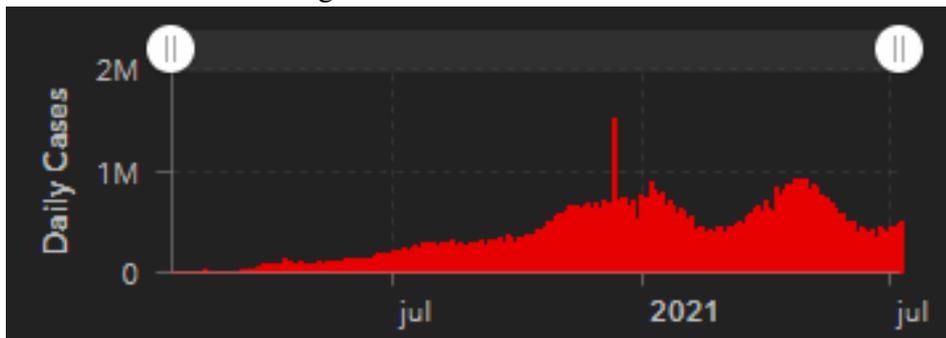
Segundo a WHO (2021), no dia 31 de dezembro de 2019, a *World Health Organization (WHO)* na República Popular da China recebeu uma declaração da Comissão Municipal de Saúde de Wuhan sobre casos de "pneumonia viral", e em seguida, no dia 09 de janeiro de 2020, a WHO informou que as autoridades chinesas determinaram que o surto é causado por um novo coronavírus, dois dias após essa determinação foi relatada a primeira morte pelo novo coronavírus. Após 2 dias da primeira morte um caso já estava sendo relatado fora da República Popular da China, na Tailândia, no dia 13 de janeiro.

Inúmeras convocações da imprensa foram realizadas para informar sobre o novo vírus. No dia 21 de janeiro os EUA relataram seu primeiro caso confirmado do novo coronavírus. Este foi o primeiro caso na região da WHO das Américas e neste mesmo dia foi convocada a

primeira reunião da rede global de especialistas em prevenção e controle de infecções. Com o passar do tempo, com o crescente número de casos, no dia 30 de janeiro a WHO declarou o novo surto de coronavírus uma emergência de saúde pública de preocupação internacional e no dia 11 de fevereiro foi anunciado que a doença causada pelo novo coronavírus se chamaria COVID-19, de acordo com a WHO (2021).

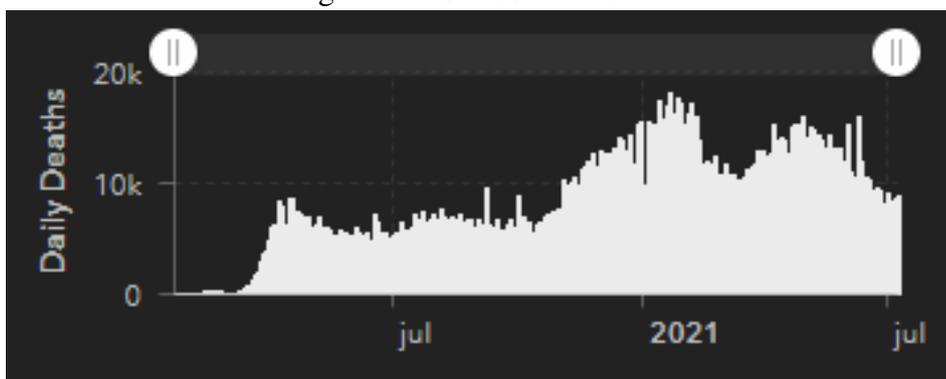
Na figura 1 tem-se a distribuição de casos diários no mundo e de acordo com Medicine (2021), pode-se notar dois picos de casos, sendo o primeiro nos meses finais do ano de 2020 que se estendeu até os meses iniciais de 2021, podendo ser reflexo das festas de final de ano, e o segundo pico foi em abril de 2021. E na figura 2 tem-se a distribuição de óbitos diários, pode-se ver que os picos de curva são semelhantes aos da figura 1, o declínio da curva pode estar sendo consequência da aplicação de vacinas no mundo.

Figura 1 – Casos Diários



Fonte: Medicine (2021)

Figura 2 – Óbitos diários



Fonte: Medicine (2021)

No quadro 1 tem-se a cronologia da disseminação da COVID-19, onde será possível visualizar a evolução na quantidade de casos. Inicialmente tem-se informações do mundo, Brasil, Ceará e Fortaleza, mas a partir de julho é apresentado a evolução no Ceará e em Fortaleza, nosso local de estudo.

Quadro 1 - Disseminação Cronológica

Localidade	Data	Acontecimento
Brasil	26/02/2020	De acordo com o Minas (2021), o ministério da saúde brasileiro confirmou o 1º caso no Brasil.
Mundo	07/03/2020	O número de casos confirmados de COVID-19 já ultrapassavam 100.000.
Mundo	11/03/2020	A WHO declarou a COVID-19 como uma pandemia.
Brasil	17/03/2020	O ministério da saúde confirmou a primeira morte por covid-19 no Brasil em São Paulo, de acordo com o Ceará (2020a) neste mesmo dia todas as Unidades da Federação já notificaram casos de COVID-19, 17 (63,0%) já possuem casos confirmados.
Ceará	17/03/2020	Até este dia foram notificados 273 casos de COVID-19, destes, 102 (37,3%) descartados, 159 (58,2%) encontram-se em investigação e 11 (4,0%) foram confirmados. Os municípios de residência dos casos confirmados são Aquiraz(1), Fortaleza (10) e São Paulo (1).
Brasil	26/03/2020	De acordo com Ceará (2020b) todas as Unidades da Federação já confirmaram casos de COVID-19, e o Ceará registrava 3 óbitos em Fortaleza.
Ceará	07/04/2020	De acordo com o Ceará (2020c) no Ceará foram confirmados 1.155 casos, destes, 1.020 (88,3%) são residentes na capital.
Mundo	14/04/2020	Segundo Ceará (2020d) foram confirmados 1.844.863 casos de COVID-19 e 117.021 óbitos.
Fortaleza	14/04/2020	Segundo Ceará (2020d) foram confirmados em Fortaleza 1719 casos.
Mundo	28/04/2020	De acordo com Ceará (2020e), foram confirmados 2.954.222 casos de COVID-19 e 202.597 óbitos
Fortaleza	28/04/2020	De acordo com Ceará (2020e), Fortaleza ultrapassava os 5 mil casos.
Mundo	12/05/2020	Segundo o Ceará (2020f), o mundo registrava 4.098.018 casos confirmados.
Fortaleza	12/05/2020	Segundo o Ceará (2020f), em Fortaleza estava sendo registrado mais de 12 mil casos.
Mundo	26/05/2020	De acordo com o Ceará (2020g), estava sendo registrado 5.370.375 casos confirmados no mundo.
Brasil	26/05/2020	De acordo com o Ceará (2020g), mais de 370 mil casos no Brasil e mais de 20 casos confirmados em Fortaleza.
Mundo	09/06/2020	Segundo Ceará (2020h), o mundo registrava 7.039.918 casos confirmados.
Brasil	09/06/2020	Segundo Ceará (2020h), eram registrados 739.503 casos no Brasil, com 38.406 óbitos, 66.130 casos no Ceará e 27.889 casos em Fortaleza.
Ceará	01/07/2020	O estado do Ceará ultrapassava os 100 mil casos confirmados, de acordo com Ceará (2020i).
Fortaleza	01/07/2020	Fortaleza chegava nos 35.081 casos confirmados, de acordo com Ceará (2020i).

Continuação

Localidade	Data	Acontecimento
Ceará	25/07/2020	Segundo Ceará (2020j) o Ceará registrava mais de 160 mil casos confirmados.
Fortaleza	25/07/2020	Segundo Ceará (2020j) Fortaleza passava dos 40 mil casos confirmados.
Ceará	08/08/2020	De acordo com Ceará (2020k), o Ceará registrava 188.451 casos confirmados
Fortaleza	08/08/2020	De acordo com Ceará (2020k), Fortaleza registrou queda de casos e óbitos, com 43.933 casos confirmados.
Ceará	22/08/2020	O Ceará ultrapassava os 206.648 casos de COVID-19, segundo Ceará (2020l).
Fortaleza	22/08/2020	Fortaleza registrava quase 46 mil casos, segundo Ceará (2020l).
Ceará	05/09/2020	O Ceará ultrapassava os 221.953 casos, de acordo com Ceará (2020m)
Fortaleza	05/09/2020	Fortaleza registrava 47.501 casos, que é equivalente a 21,4% dos casos do Estado, de acordo com Ceará (2020m)
Ceará	19/09/2020	Ceará registrava 234.551 casos, segundo Ceará (2020n)
Fortaleza	19/09/2020	A capital registrava 48.621 casos, de acordo com Ceará (2020n).
Ceará	10/10/2020	De acordo com Ceará (2020o) o Ceará alcançava mais de 260 mil casos.
Fortaleza	10/10/2020	Segundo Ceará (2020o), a capital com mais de 52 mil casos, que equivale a 20,1% dos casos do Estado
Ceará	24/10/2020	De acordo com Ceará (2020p) o Ceará registrava 270.400 casos de COVID-19.
Fortaleza	24/10/2020	Segundo Ceará (2020p), Fortaleza registrava 54.863 casos
Ceará	05/11/2020	De acordo com Ceará (2020q) o Ceará registrava 275.065 casos.
Fortaleza	05/11/2020	Segundo Ceará (2020q), na capital Fortaleza, foram confirmados 1.100 novos casos (aumento de 4,6%) e 7 óbitos confirmados na semana anterior, com 56.114 casos no total.
Ceará	21/11/2020	De acordo com Ceará (2020r) o Ceará registrava mais de 293 mil casos confirmados.
Fortaleza	21/11/2020	Segundo Ceará (2020r), e Fortaleza representava 22,6% da quantidade do Estado, com 57.461 casos.
Ceará	05/12/2020	De acordo com Ceará (2020s) o Ceará registrava 308.570 casos de COVID-19.
Fortaleza	05/12/2020	Segundo Ceará (2020s), e Fortaleza registrava 71.786 casos que equivalem a 23,3% dos casos do Ceará.
Ceará	19/12/2020	De acordo com Ceará (2020t) o Ceará registrava 324.648 casos de COVID-19.
Fortaleza	19/12/2020	Segundo Ceará (2020t), a capital registrava 78.016 casos, sendo equivalente a 24,5% dos casos do Estado.

Continuação

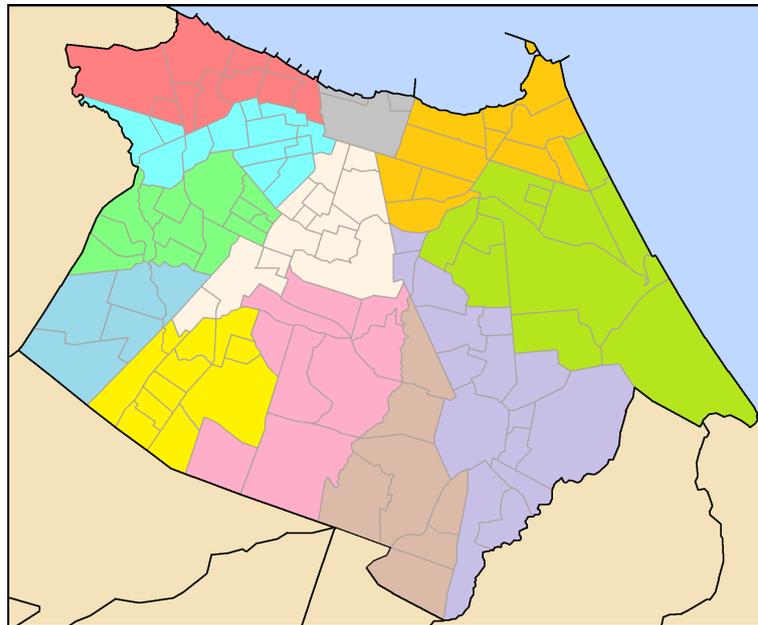
Localidade	Data	Acontecimento
Ceará	09/01/2021	Segundo Ceará (2021a) no primeiro boletim do ano o Ceará registrava 345.211 casos.
Fortaleza	08/01/2021	Segundo o Saúde (2021b) a capital registrava 85.611 casos confirmados.
Ceará	23/01/2021	Segundo Ceará (2021e) o Ceará ultrapassava os 365 mil casos.
Fortaleza	22/01/2021	De acordo com Saúde (2021c), 92.656 casos de residentes de Fortaleza foram confirmados.
Ceará	13/02/2021	Segundo Ceará (2021f) o Estado do Ceará registrava 397.447 casos de COVID-19.
Fortaleza	11/02/2021	A Capital no ultrapassava os 105 mil casos confirmados, de acordo com Saúde (2021d).
Ceará	20/02/2021	Segundo Ceará (2021g) menos de 10 dias depois o Ceará ultrapassava os 412 mil casos.
Fortaleza	22/02/2021	E Fortaleza, de acordo com Saúde (2021e), registrava 118.243 casos,
Ceará	06/03/2021	Segundo Ceará (2021h) o Ceará ultrapassava a marca de 450 mil casos de Covid-19.
Fortaleza	04/03/2021	A capital no de acordo com Saúde (2021f), registrava mais de 125 mil casos.
Ceará	27/03/2021	Segundo Ceará (2021b) o Ceará registrava 534.272 casos de COVID-19.
Fortaleza	24/03/2021	De acordo com Saúde (2021g) Fortaleza registrava 157.154 casos.
Ceará	10/04/2021	Segundo Ceará (2021c) o Estado do Ceará estava quase alcançando os 600 mil casos de COVID-19.
Fortaleza	09/04/2021	A Capital, de acordo com Saúde (2021h), registrava 177.523 casos.
Ceará	17/04/2021	De acordo com Ceará (2021d) o ultimo boletim referente ao mês de abril disponível no site do estado, o Ceará registrava 629.368 casos.
Fortaleza	27/04/2021	A Capital, no dia 27 de abril, segundo Saúde (2021i) registrava 201.972 casos.

2.4 Município em Estudo: Fortaleza

Fortaleza, município do Estado do Ceará, de acordo com Fortaleza (2021a), foi fundada em 13 de abril de 1726, no litoral do Estado, como condição de vila. De acordo com IBGE (2020b), nessa época, as cidades de Aracati, Icó, Sobral e Crato faziam parte do primeiro nível de hierarquia urbana, no entanto, diferente dessas cidades Fortaleza achava-se longe das bacias dos rios Jaguaribe e Acaraú, sendo assim, não participava da atividade criatória, ausente de onde a economia fluía pelo Estado. Com o declínio da pecuária, em 1799, a Capitania tornou-se autônoma, sendo Fortaleza o principal ponto de comércio direto com Lisboa, e assim tornando-se a capital.

Segundo o IBGE (2020a), a população estimada da cidade de Fortaleza em 2020 é de 2.686.612, de acordo o último censo em 2010 a população era estimada em 2.452.185, e sua área de unidade territorial (2020) é de 312,353 km², em que, de acordo com Bezerra (2019), Fortaleza possui 121 bairros, como pode-se ver na figura 3.

Figura 3 – Mapa de Fortaleza Dividido pela Regionais Atualizadas



Fonte: Wikipédia (2021)

2.4.1 Características Socioeconômicas

Segundo IBGE (2020a), o salário médio mensal do Fortalezense no ano de 2019 era de 2,7 salários mínimos, e a proporção de habitantes empregados com renda fixa em relação

a população total, era de 31,8%. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita em 2018 era de 25.356,73 reais, comparando aos outros municípios do Estado, Fortaleza ocupava o 5º lugar de 184 municípios.

A taxa de escolaridade de 6 a 14 anos de idade em 2010 era de 96,1%, em 2017 os alunos dos anos iniciais do ensino fundamental obtiveram nota média 6,0 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), enquanto os alunos dos anos finais, obtiveram nota média de 4,7.

2.4.2 Índice de Desenvolvimento Humano - IDH

De acordo com PNUD (2010), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado com o objetivo de oferecer um novo ponto de vista em relação ao PIB que era um indicador muito utilizado, mas que considerava apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. O IDH foi criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, que busca ser uma medida geral, em três dimensões básicas do desenvolvimento humano, que são: renda, educação e saúde.

O município de Fortaleza, segundo IBGE (2010), através do último censo, tinha IDH de 0,754, sendo o maior do Ceará (IDH = 0,682), e na posição 467º no Brasil.

De acordo com Econômico (2010), o IDH se classifica entre 0 e 1. Quanto mais próximo do 0, pior o grau de desenvolvimento, e quanto mais próximo de 1, melhor o grau de desenvolvimento humano. A classificação dos componentes (dimensões) do cálculo (renda, educação e saúde) também segue esse formato.

Segundo Econômico (2010), inicia-se definindo os valores máximos e mínimos dos indicadores que fazem parte dos componentes da renda, educação e saúde, gerando os subíndices, com a seguinte fórmula:

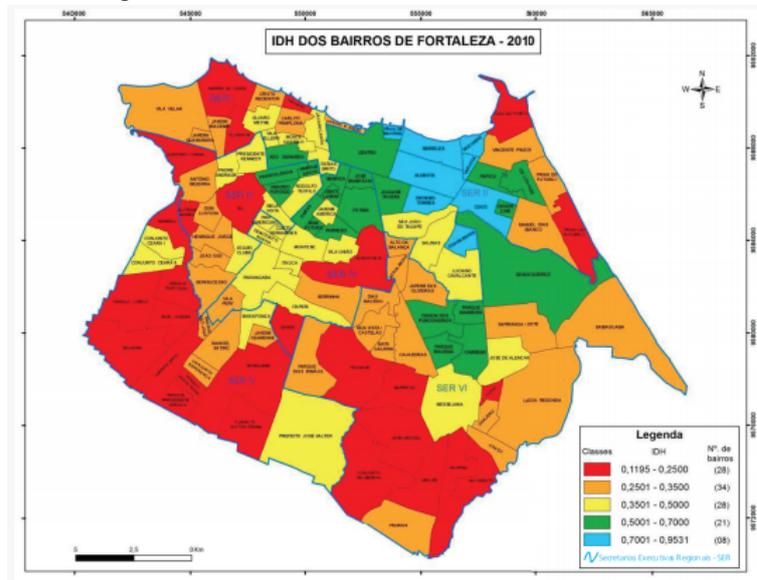
$$\text{Índice da dimensão } i = \frac{\text{Valor } i - \text{Valor Mínimo}}{\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo}}$$

Em seguida é realizada a agregação dos subíndices para encontrarmos o IDH, através da média geométrica dos índices das três componentes, com a seguinte fórmula:

$$\sqrt[3]{I - Renda * I - Educacao * I - Saude}$$

Com as fórmulas anteriores aplicadas, foi obtido o IDH de cada bairro de Fortaleza, o bairro com maior IDH foi o Meireles com $IDH = 0,953$ e o com menor índice foi o Conjunto Palmeiras com $IDH = 0,119$, como pode-se ver na figura 4.

Figura 4 – IDH dos bairros de Fortaleza – 2010



Fonte: Econômico (2010)

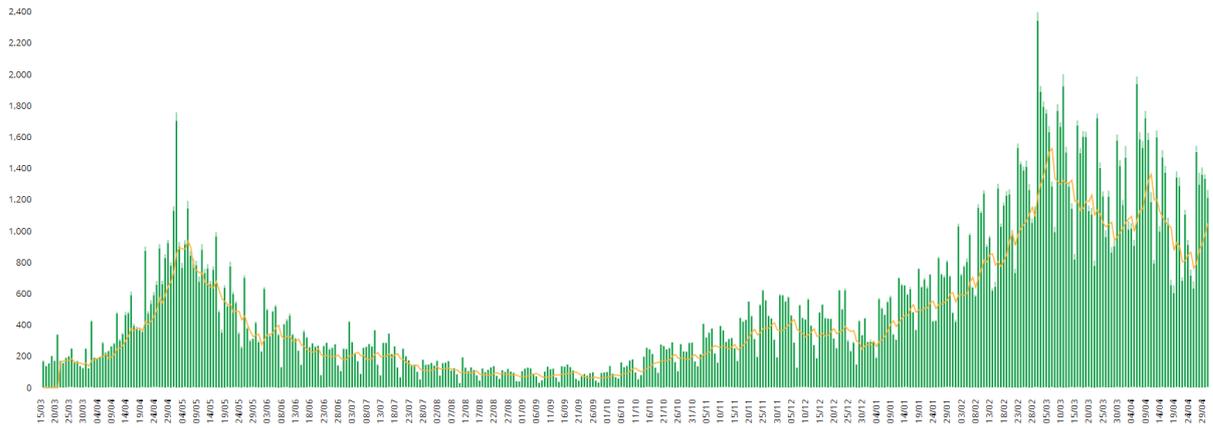
2.4.3 Pandemia em Fortaleza

Como visto no quadro 1, os casos no município iniciaram no mês de março de 2020, de acordo com o Município (2020), no primeiro decreto municipal em relação a COVID-19, o Prefeito Roberto Cláudio, decretou situação de emergência na cidade, suspendendo por 15 dias atividades como, eventos com público superior a 100 pessoas, atividades coletivas, tais como shows, cinemas e teatros e atividades educacionais a partir do dia 20 de março, com possibilidade de prorrogação. No dia 30 de março o Prefeito Roberto Cláudio reconhece estado de calamidade pública em Fortaleza. No dia 05 de abril o Prefeito estendeu até o dia 20 de abril as medidas de emergência e isolamento na cidade. Com o passar do tempo e o aumento de casos, no dia 05 de Maio foi instituído em Fortaleza a política de isolamento social rígido (*Lockdown*).

Como foi possível observar no quadro, o aumento de casos apresentou certa estabilidade somente no mês de agosto, mas com a aproximação da eleição, as campanhas eleitorais se intensificaram no Estado e no município, causando aglomerações e desrespeitos das medidas de segurança sanitária, como pode ser visto em Nordeste (2020), logo em seguida ocorreu as festas de final de ano, que também geraram aglomerações, que pode ser visto em Mares (2021).

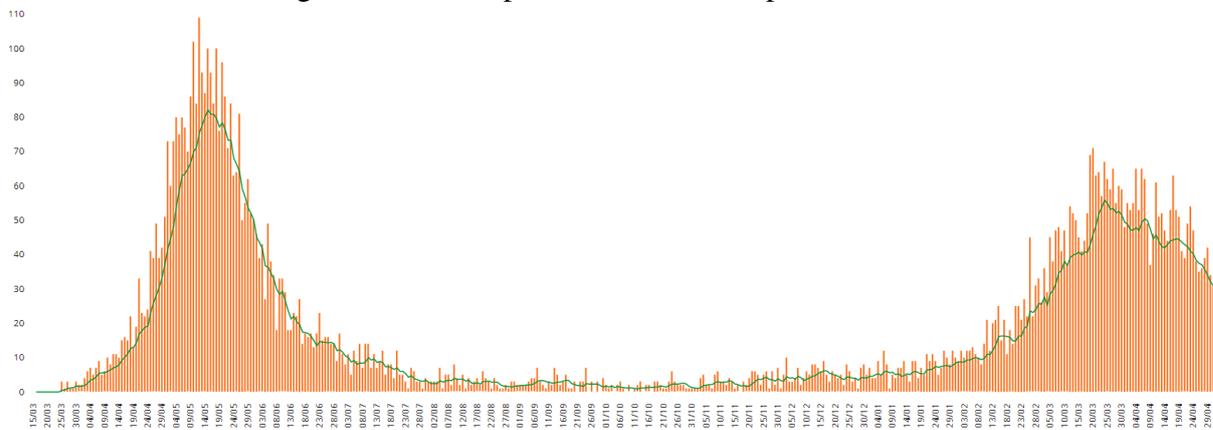
Em consequência dos fatos citados anteriormente, os casos de COVID-19 voltaram a crescer nos meses iniciais de 2021, resultando em um novo *lockdown* que foi anunciado pelo Governador do Estado Camilo Santana e o Prefeito do Município José Sarto no dia 03 de março de 2021, que entrou em vigor no dia 05 de março, de acordo com ONLINE (2021). Nas figuras 5 e 6 será apresentado a distribuição de casos e óbitos em Fortaleza.

Figura 5 – Curva Epidêmica dos Casos Confirmados



Fonte: SUS (2021)

Figura 6 – Curva Epidêmica dos Óbitos por COVID-19



Fonte: SUS (2021)

Pode-se ver que o comportamento das curvas são semelhantes e refletem o que foi falado anteriormente, em que a primeira onda inicia em abril de 2020, mas a partir do dia 05 de maio, que foi o período de início do *lockdown* em Fortaleza, a curva começa a declinar, dando indícios da efetividade do isolamento rígido.

Continuando com números baixos e controlados até outubro de 2020, de acordo com as figuras 5 e 6, e então tem-se o crescimento do número de casos, e assim inicia-se a segunda onda, e novamente foi instituído lockdown, no entanto, dessa vez não foi seguido tão rigorosamente, por isso vemos que a curva é mais extensa em comprimento, demorando mais para cair. A análise está sendo feita até o dia 30 de abril, pois o trabalho será realizado com os dados até essa data, de acordo com o SUS (2021) até esse dia a incidência de casos estava em 8.042,5 e o número de casos confirmados era de 214.681 em Fortaleza.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado definições sobre análise espacial, como os tipos de dados utilizados e a análise espacial de áreas.

3.1 Análise Espacial

Segundo Druck *et al.* (2004), diversas áreas do conhecimento buscam compreender como os dados ocorridos no espaço se distribuem, sendo elas, áreas da saúde, agronomia, geologia, dentre outras. Esse tipo de estudo nos permite visualizar espacialmente variáveis como índices de qualidade de vida, ocorrência de doenças. Pela acessibilidade dos *softwares* para essa análise se torna necessário ter uma base de dados e uma base geográfica, onde o Sistemas de Informação Geográfica (SIG) apresentará mapas onde poderemos encontrar padrões do evento estudado.

Exemplos de dados que são estudados: Ocorrência de roubos em determinada localidade; análise agrícola de solo; e no nosso caso dados sobre ocorrência epidemiológica. Em que se busca mensurar propriedades e relacionamentos, atrelado a localização espacial.

3.1.1 Tipos de dados

De acordo com Druck *et al.* (2004), os tipos de dados mais utilizados na análise espacial são os seguintes:

- **Eventos Pontuais:** Consiste em fenômenos que podem ser expressos através de pontos no espaço, denominados processos pontuais. Tendo como objetivo analisar a distribuição dos pontos, se eles estão posicionados aleatoriamente, se possuem padrões ou se estão distribuídos de maneira regular. Busca-se também relacionar a ocorrência do evento com alguma característica da população.
- **Superfícies Contínuas:** Comumente são dados vindos de levantamentos de recursos naturais, incluindo mapas topográficos, ecológicos, geológicos, dentre outros, buscando reconstruir a superfície de onde os dados foram coletados.
- **Áreas com Contagens e Taxas Agregadas:** São dados associados a levantamentos populacionais, como censos, que se referem a indivíduos localizados em pontos específicos. Esses dados são agregados em unidades de análise, comumente delimitadas por municípios; endereço postal; bairros; setores censitários; estados; países; etc.

3.1.2 Análise Espacial de Áreas

Os dados analisados no trabalho serão divididos por bairros de Fortaleza, por este motivo será dada ênfase neste tipo de análise espacial. Com dito anteriormente, a análise de áreas é utilizada a dados em que a localização está associada a regiões delimitadas por polígonos, onde é tratado com eventos agregados por municípios, bairros ou setores censitários, onde não possuímos localização exata dos eventos, somente um valor por área, segundo Druck *et al.* (2004).

Alguns indicadores são utilizados nesta análise, como contagens, que é o caso da maioria das variáveis coletadas no censo, também é utilizado proporções, como percentual de adultos analfabetos; médias e medianas. Os dados agregados por áreas usualmente são apresentados através de mapas coloridos, no entanto, não se deve tomar decisões intuitivas somente pela observação dos dados nos mapas.

Considerando que os indivíduos de mesma localidade (bairro) possuem uma distribuição homogênea, de acordo com Druck *et al.* (2004), deve-se iniciar realizando a análise exploratória dos dados, visualização dos valores extremos nos mapas. São utilizados pelos SIG usualmente três tipos de métodos de corte das variáveis: intervalos iguais, percentis e desvios padrões. Através dos gráficos de médias e medianas é possível explorar a presença de não-estacionariedade de primeira ordem e de segunda ordem, em que a variância e covariância entre vizinhos não se mantêm constantes.

Em outra etapa da análise busca-se identificar a estrutura de correlação espacial que melhor se adéque aos dados, estimando a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas, as ferramentas utilizadas são o índice global de Moran, o índice de Geary e o variograma.

3.1.2.1 Matrizes de Proximidade Espacial

As matrizes de proximidade espacial é uma ferramenta utilizada para estimar a variabilidade espacial de dados de área, segundo Druck *et al.* (2004), dado um conjunto de n áreas, constrói-se uma matriz $W^{(1)}(n \times n)$, onde cada elemento W_{ij} representa uma medida de proximidade entre A_i e A_j , utilizando os seguintes critérios:

- $w_{ij} = 1$, se o centróide de A_i está em determinada distância de A_j , caso contrário $w_{ij} = 0$;
- $w_{ij} = 1$, se A_i compartilha um lado comum com A_j , caso contrário $w_{ij} = 0$;
- $w_{ij} = l_{ij}/l_i$, onde l_{ij} é o comprimento da fronteira entre A_i e A_j e l_i é o perímetro de A_i .

3.1.2.2 Média Móvel Espacial

A média móvel espacial é uma forma de explorar a variação da tendência espacial dados, pois isso reduz a variabilidade espacial. Essa operação tende a produzir uma superfície com menor dispersão que os dados originais. A média móvel $\hat{\mu}_i$ associada ao atributo y_i , pode ser calculada através da matriz $W^{(1)}$, que se torna a média dos vizinhos.

$$\hat{\mu}_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} y_j$$

3.1.2.3 Indicadores de Autocorrelação Espacial

De acordo com Druck *et al.* (2004), é fundamental para a análise espacial caracterizar a dependência espacial, uma das formas de estimar a autocorrelação espacial é o uso do índice de Moran, que busca indicar o nível de associação espacial no conjunto de dados, para o primeiro vizinho a expressão utilizada é:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

em que, n = número de áreas, y_i = valor do atributo considerado na área i , y_j = valor do atributo considerado na área j , \bar{y} = valor médio do atributo e w_{ij} = elementos da matriz normalizada de proximidade espacial.

O índice de Moran testa a hipótese nula de independência espacial, em que valores positivos (0 e +1) indicam correlação direta e negativos (0 e -1) indicam correlação inversa.

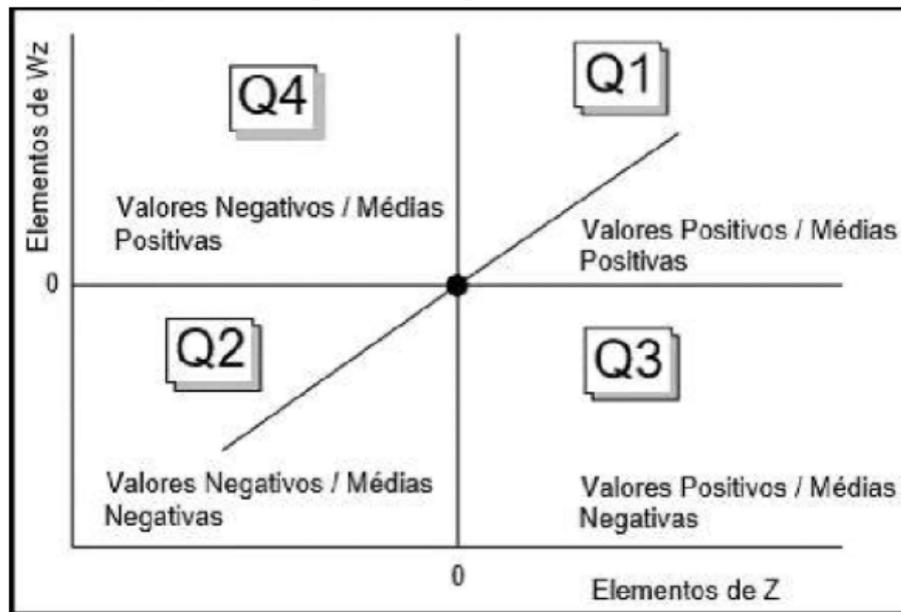
3.1.2.4 Diagrama de Espalhamento de Moran

Segundo Druck *et al.* (2004), o diagrama de Moran nos permite visualizar a dependência espacial, analisando o comportamento da variação espacial. O diagrama busca comparar os valores normalizados em uma área com a média dos vizinhos, sendo dividido em quatro quadrantes, que podem ser interpretados da seguinte forma:

- Q1: Valores positivos, médias dos vizinhos positivas;
- Q2: Valores negativos, médias dos vizinhos negativas;
- Q3: Valores positivos, médias dos vizinhos negativas;
- Q4: Valores negativos, médias dos vizinhos positivas.

Os quadrantes Q1 e Q2 indicam pontos de associação positiva, em que a localização possui vizinhos com valores semelhantes, e nos quadrantes Q3 e Q4, é indicado os pontos de associação em que a localização possui vizinhos com valores distintos, como pode-se ver na figura 7.

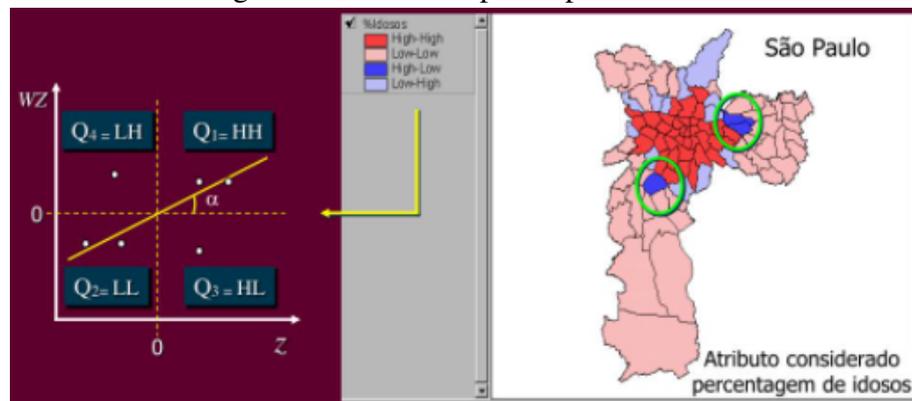
Figura 7 – Diagrama de espalhamento de Moran



Fonte: Flanagan (2014)

De acordo com Druck *et al.* (2004), esse índice pode ser considerado equivalente ao coeficiente de regressão linear, indicando a inclinação da regra de regressão. O diagrama de espalhamento de Moran pode ser apresentado na forma de mapa temático também, em que os quadrantes são representados por: Q1 = Alto-Alto, Q2 = Baixo-Baixo, Q3 = Alto-Baixo e Q4 = Baixo-Alto, como pode-se ver na figura 8.

Figura 8 – Moran Map - Mapa temático

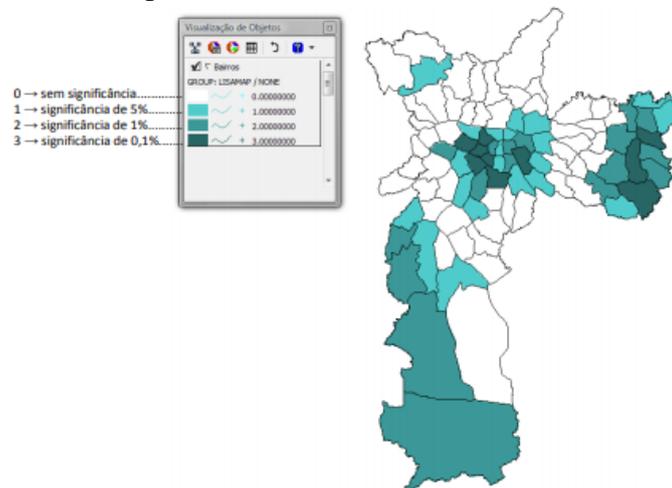


Fonte: Flanagan (2014)

3.1.2.5 Indicadores Locais de Associação Espacial

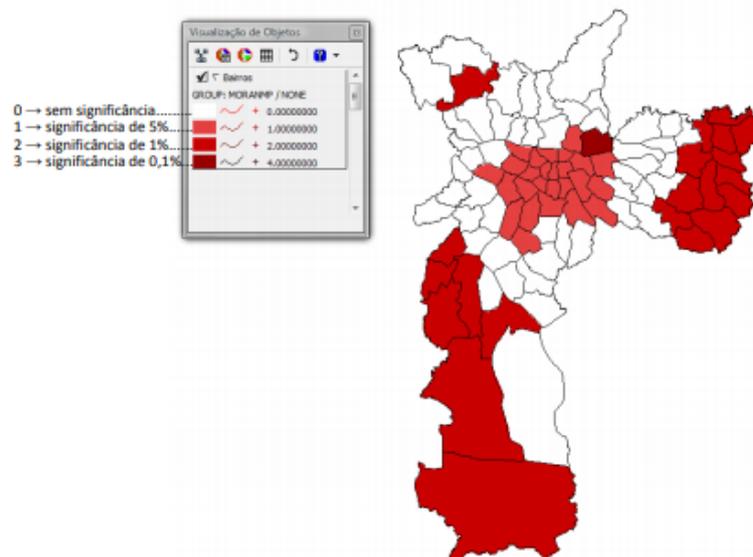
De acordo com Druck *et al.* (2004), o índice de Moran fornece para todos os dados um único valor como medida de associação espacial, no entanto, quando trabalhamos com variadas áreas possivelmente irá ocorrer diferentes tipos de associação espacial. Então é usado a significância estatística através do índice de Moran local, em que, ele é calculado para área e em seguida permuta-se aleatoriamente o valor das demais áreas, até obter uma pseudo-distribuição para a qual possamos computar os parâmetros de significância. Pode-se obter através deste indicador as seguintes visões, denominadas de Lisa Map, como é visto na figura 9.

Figura 9 – Lisa Map



Fonte: Ribeiro (2008)

Figura 10 – Lisa Map



Fonte: Ribeiro (2008)

4 ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo, serão apresentados os dados utilizados no trabalho, as manipulações realizadas, em seguida a análise descritiva dos dados, finalizando com a análise georreferenciada.

4.1 Coleta e Organização dos Dados

Os dados foram obtidos através da plataforma do Governo do Estado, SUS (2021), no período entre Janeiro de 2020 e Abril de 2021. Pelo grande volume de dados, e varias fontes cadastrais, foram encontradas diversas inconsistências na base, sendo necessário realizar diversos tratamentos.

Dado que o estudo é direcionado ao município de Fortaleza, foi realizado filtro nas notificações que foram realizadas no Estado do Ceará e no município de Fortaleza, em seguida foi retirada da base as notificações em que não havia informação de bairro, pois esses pacientes não teriam como ser utilizados na análise, e por último, foi realizado o filtro de período, como citado anteriormente esses tratamentos foram realizados através do *Software R*.

Em seguida, foi realizada uma extensa tarefa de correção dos nomes dos bairros, pelo grande volume de dados, foi encontrado grande variedade de nomes para um mesmo bairro, essa tarefa foi realizada manualmente no *Excel*. Posteriormente, também com o auxílio do *Software R*, foi realizado manipulações na base para agrupar os dados por bairro, buscando as variáveis que serão analisadas posteriormente, visto que a base disponibilizada pelo SUS (2021) possui inúmeras variáveis, em que, seria inviável utilizar todas.

Foi utilizado também a base de dados disponível em Fortaleza (2021b), em que foram retiradas as informações de quantidade total de habitantes por bairro atualizados.

4.1.1 Descrição das variáveis

As variáveis selecionadas para análise são:

- Qtd_not: Quantidade de Notificações por Bairro;
- Qtd_casos: Quantidade de Casos Positivos por Bairro;
- Positividade: Percentual de casos Positivos por Bairro;
- Taxa_inci: Taxa de Incidência da COVID-19;
- Qtd_obt: Quantidade de Óbitos Confirmados por Bairro;
- Letalidade: Percentual de Óbitos por Quantidade de Casos Confirmados;

- Taxa_obit: Taxa de Óbitos da COVID-19;
- Media_uti: Tempo Médio de Internação na UTI por Bairro;
- Qtd_neuro: Quantidade de Casos de Pacientes com Comorbidades Neurológicas;
- Qtd_renal: Quantidade de Casos de Pacientes com Comorbidades Renais;
- Qtd_cardio: Quantidade de Casos de Pacientes com Comorbidades Cardiovasculares;
- Qtd_obesi: Quantidade de Casos de Pacientes com Comorbidade Obesidade;
- Qtd_diabe: Quantidade de Casos de Pacientes com Comorbidades Diabetes;
- IDH: Índice de Desenvolvimento Humano;
- Média_casa: Média de Habitantes por Casa;
- Habitantes: Número de Habitantes de Cada Bairro.

Na base de dados são disponibilizadas 14 tipos de comorbidades, mas foi analisado a letalidade, através da quantidade de pacientes que possuíam a comorbidade versus a quantidade de pacientes que vieram a óbito, como pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 – Letalidade das comorbidades

Comorbidade	Qtd. Positivos	Qtd. Óbitos	Letalidade
Asma	357	185	51,82%
Cardiovascular	5976	3582	59,94%
Diabetes	4662	2916	62,55%
Hematologia	85	52	61,18%
Hepática	158	94	59,49%
HIV	0	0	0%
Imunodeficiência	376	224	59,57%
Neoplasias	0	0	0%
Neurologia	692	511	73,84%
Obesidade	1085	675	62,21%
Pneumopatia	447	321	71,81%
Puérpera	44	15	34,09%
Renal	678	487	71,83%
Síndrome de Down	35	25	71,43%

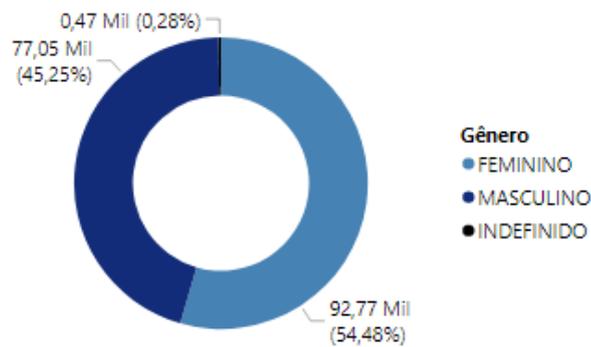
Fonte: Elaborado pela autora.

Para a escolha das comorbidades, foi utilizado como critério a taxa de letalidade e a quantidade de casos, pois algumas comorbidades, como Síndrome de Down, possuem alta letalidade, mas poucos casos, então pela pequena massa, inviabiliza o uso.

4.2 Análise Descritiva

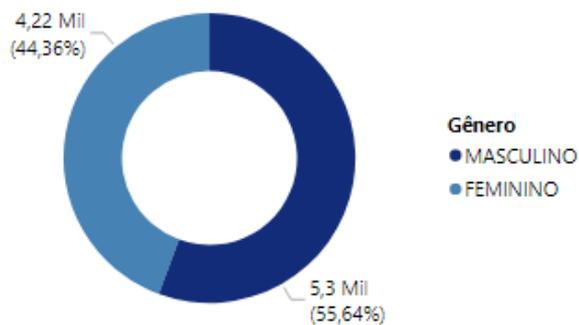
Inicia-se com análise descritiva dos dados, pois através dela pode-se ter uma ideia de como os dados se comportam. Após a filtragem e limpeza dos dados, tem-se 679.691 notificações feitas ao sistema de saúde no município de Fortaleza, no entanto, casos confirmados são 170.298. A primeira visão que será analisada é a distribuição por gênero.

Figura 11 – Distribuição de casos positivos por gênero



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 12 – Distribuição de óbitos por gênero

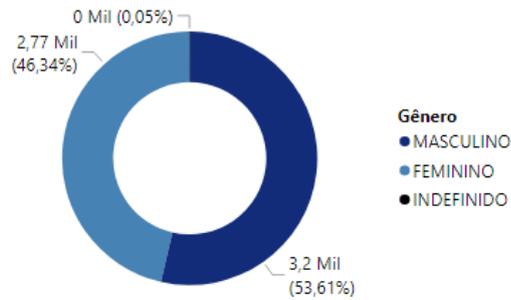


Fonte: Elaborado pela autora

Analisando a figura 11, pode-se ver que 54% dos casos positivos ocorreram em pacientes do gênero feminino, 45% no gênero masculino e menos de 1% apresentou gênero indefinido, no entanto, quando é analisada a quantidade de óbitos a situação se inverte, como pode-se ver na figura 12, cerca de 55% dos óbitos vitimaram pacientes do sexo masculino.

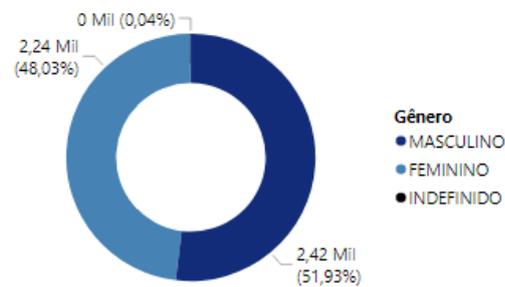
Abrindo a visão da distribuição por gênero em relação as comorbidades tem-se as seguintes visualizações:

Figura 13 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Cardiovascular



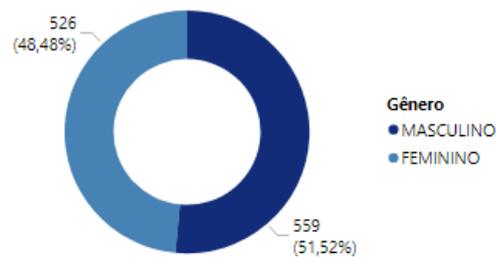
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 14 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Diabetes



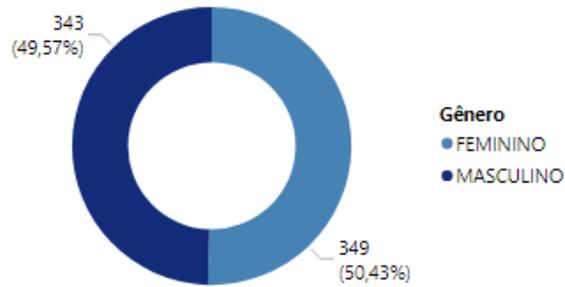
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 15 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Obesidade



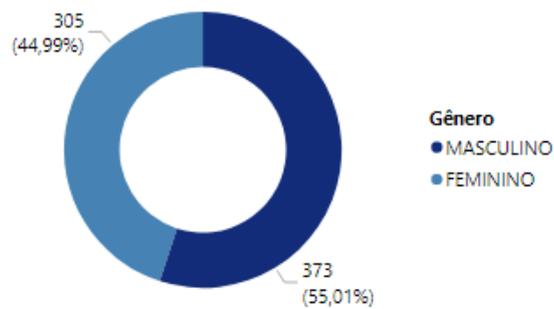
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 16 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Neurológica



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 17 – Distribuição de óbitos por gênero da Comorbidade Renal

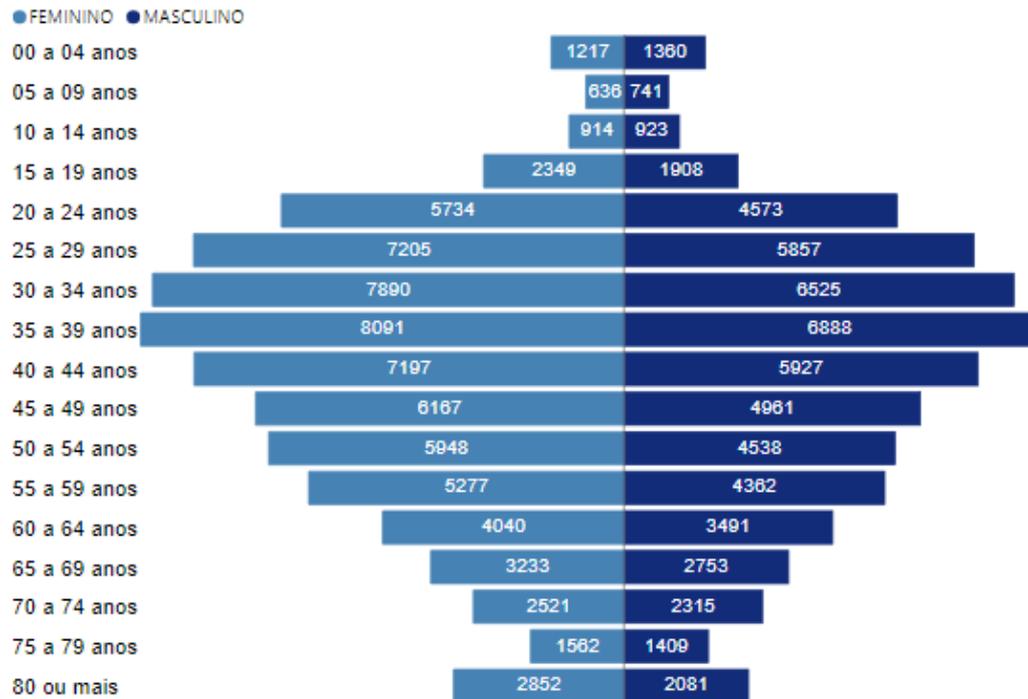


Fonte: Elaborado pela autora

É notório que, exceto na comorbidade neurológica na figura 16, a maior parte da população com comorbidades é do gênero masculino, sendo elas fatores de agravamento da doença e com altos índices de letalidade, pode-se lincar esses resultados com o resultado apresentado na figura 12, onde o gênero masculino representa maior parte dos óbitos.

Em seguida tem-se a visão da quantidade de casos positivos por faixa etária.

Figura 18 – Distribuição de casos por faixa etária e gênero

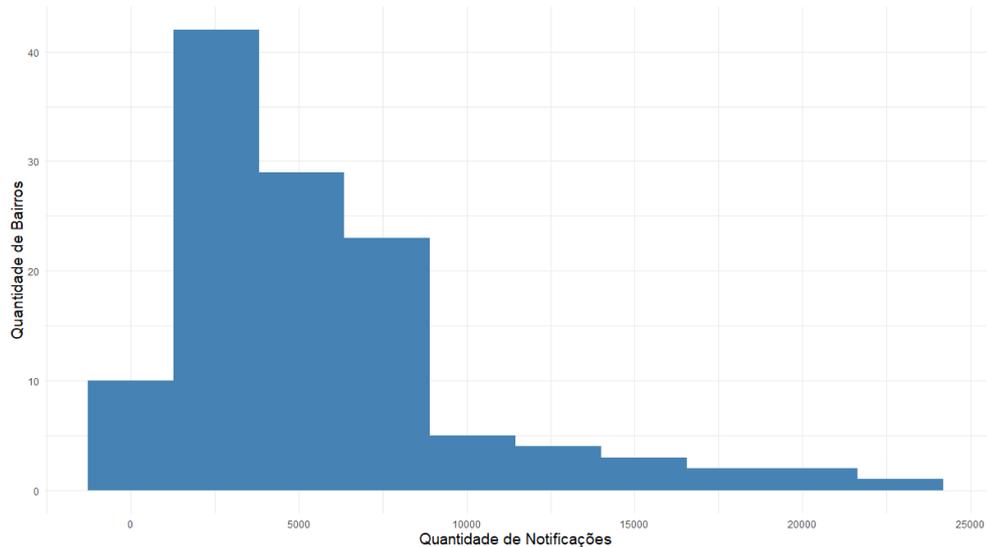


Fonte: Elaborado pela autora

Analisando a figura 18 pode-se notar que nossa maior concentração é na faixa de 35 a 39 anos para os dois gêneros, mas que tem-se uma grande concentração de 20 a 59 anos, pois como é de conhecimento geral, essa é a população trabalhista, pois menores de 20 anos na sua grande maioria são estudantes e a partir de 60 anos na maioria já são aposentados.

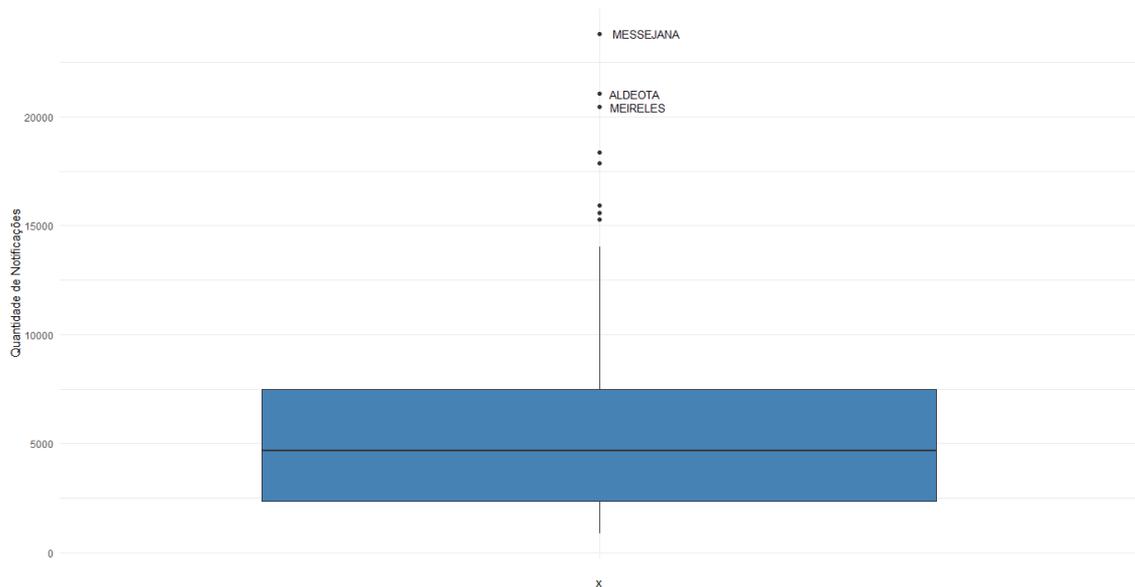
Será analisada a distribuição de algumas variáveis, iniciando pela Quantidade de Notificações.

Figura 19 – Distribuição da Quantidade de Notificações por Bairro



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 20 – Box-plot da Quantidade de Notificações por Bairro

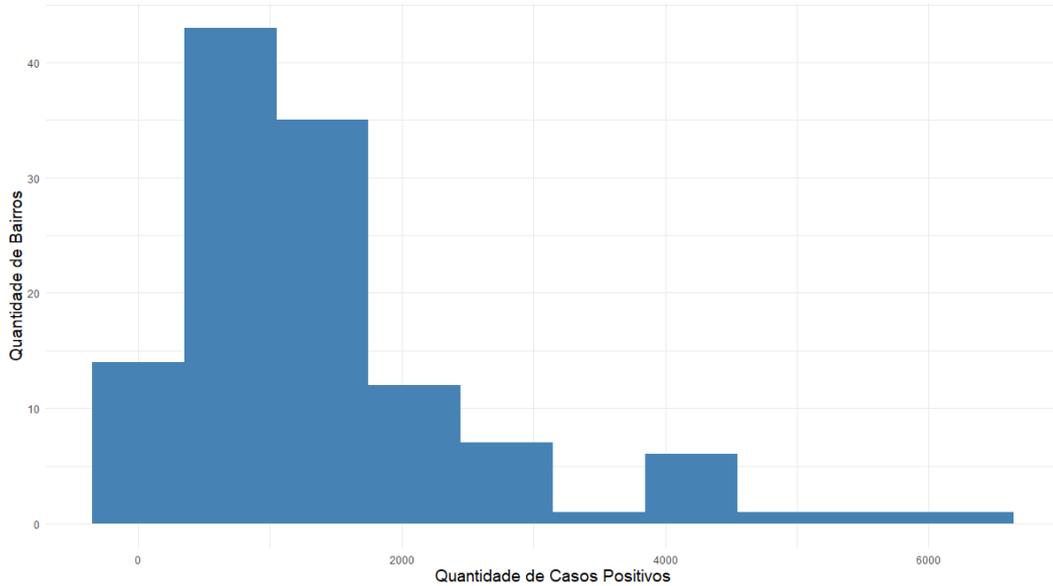


Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 19 pode-se notar assimetria a direita, indicando que a maior parte dos bairros estão concentrados em até 10 mil casos notificados, com média de 5.618 notificações. Na figura 20 tem-se a visão do box plot, que permite ver distribuição dos dados, é notório que a caixa possui 1º quantil, mediana e 3º quantil bem distribuído, mas os dados possuem outliers, se destacando o bairro da Messejana e Aldeota.

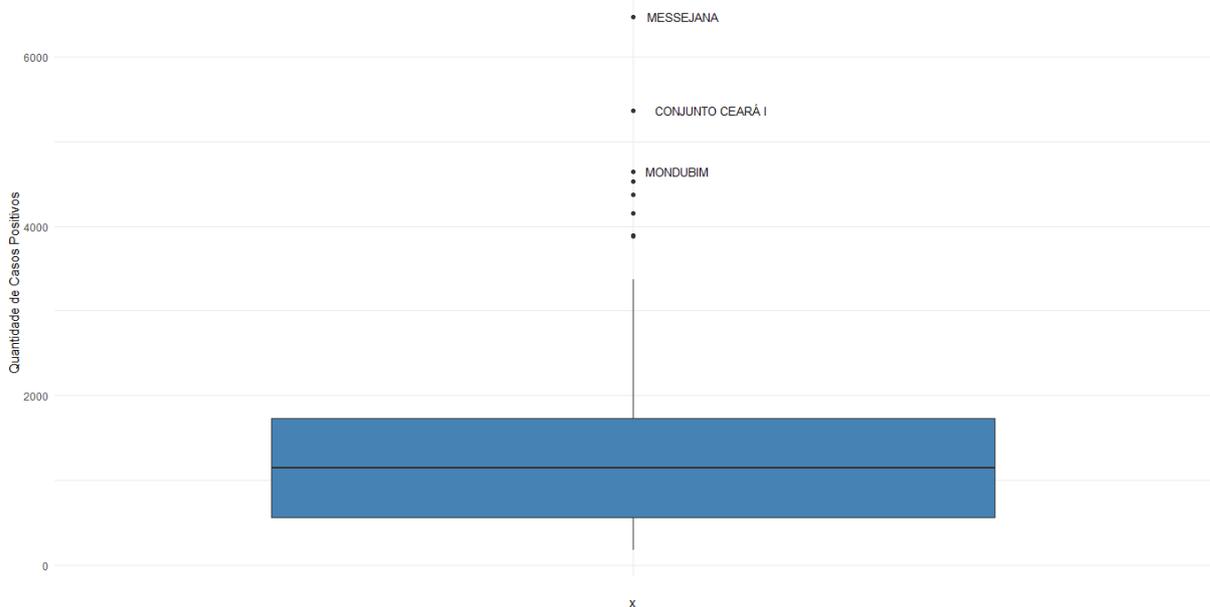
Agora tem-se a visão de Quantidade de Casos Positivos.

Figura 21 – Histograma da Quantidade de Casos Positivos por Bairro



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 22 – Box-plot da Quantidade de Casos Positivos por Bairro



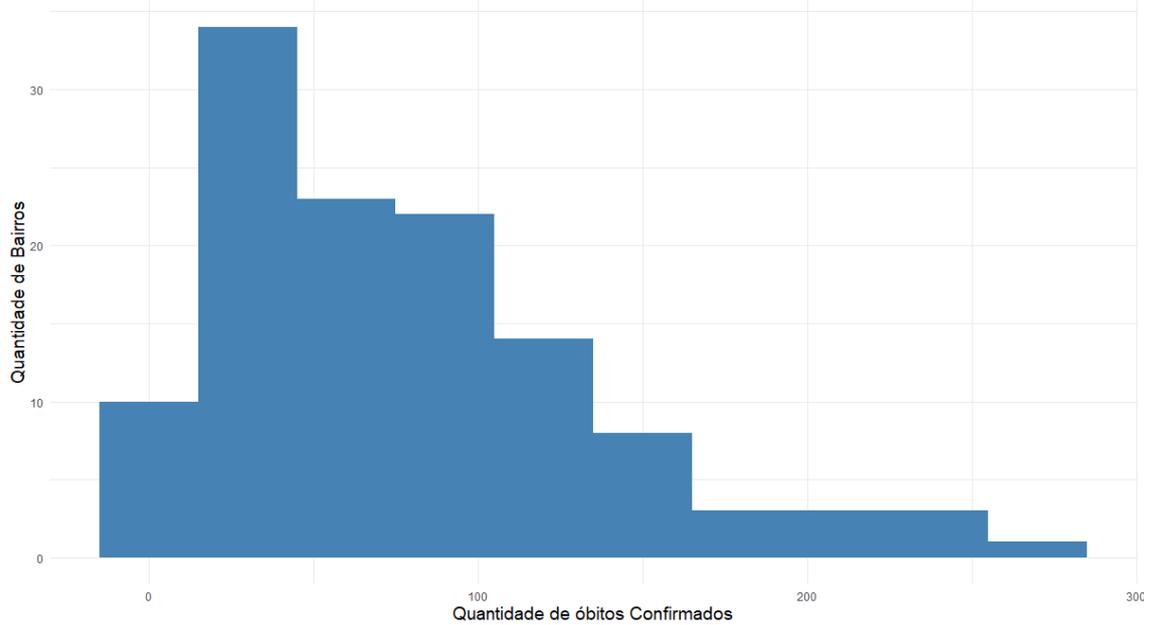
Fonte: Elaborado pela autora

Nas figuras 21 e 22 tem-se a distribuição de casos confirmados, que como pode-se ver segue a mesma distribuição das figuras 19 e 20, dos casos notificados, com assimetria à direita, com média de 1.408 casos. Pelo box-plot pode-se notar que os outliers continuam, novamente o bairro da Messejana se destacando, no entanto, em segundo lugar tem-se o Conjunto Ceará I,

diferentemente da visão passada.

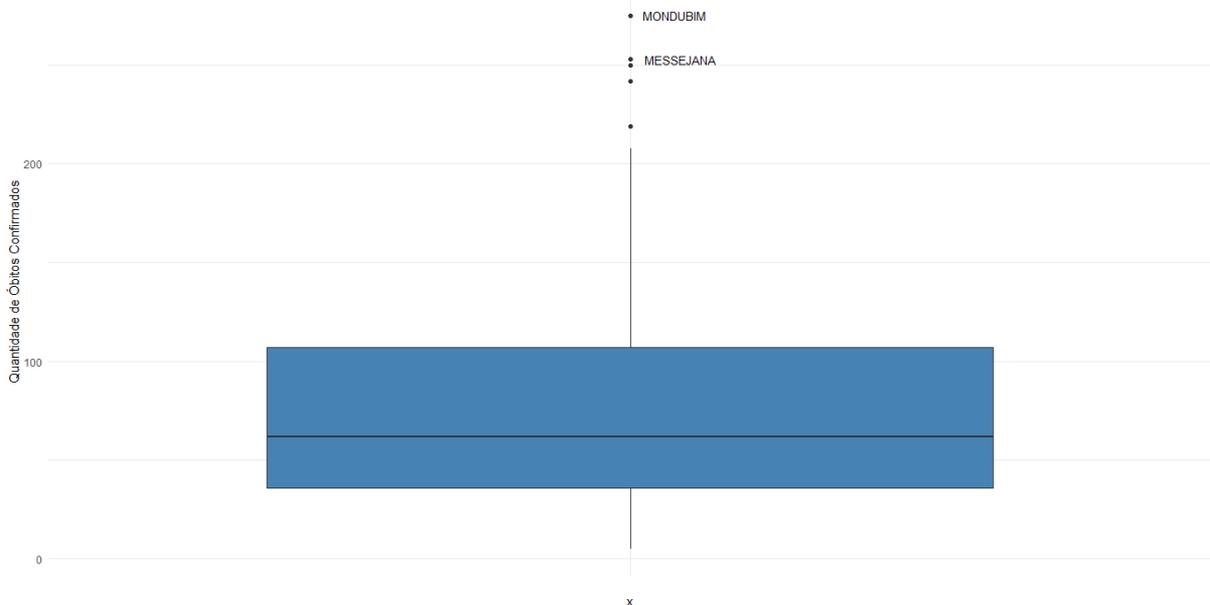
Em seguida tem-se a visão da distribuição de Óbitos por Bairro.

Figura 23 – Histograma da Quantidade de Óbitos por Bairro



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 24 – Box-plot da Quantidade de Óbitos por Bairro

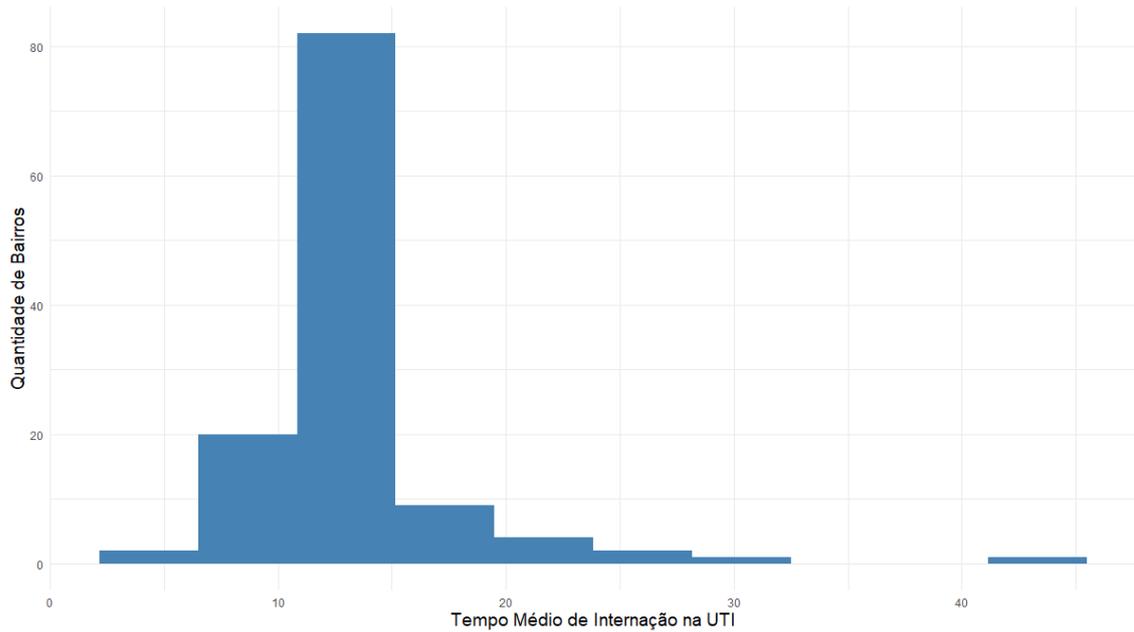


Fonte: Elaborado pela autora

Nas figuras 23 e 24, pode-se notar a continuidade do padrão anterior, onde tem-se assimetria a direita, com concentração dos dados até 100 óbitos por bairro e média de 79 mortes. No box-plot se destacando como outliers os bairros do Mondubim e da Messejana.

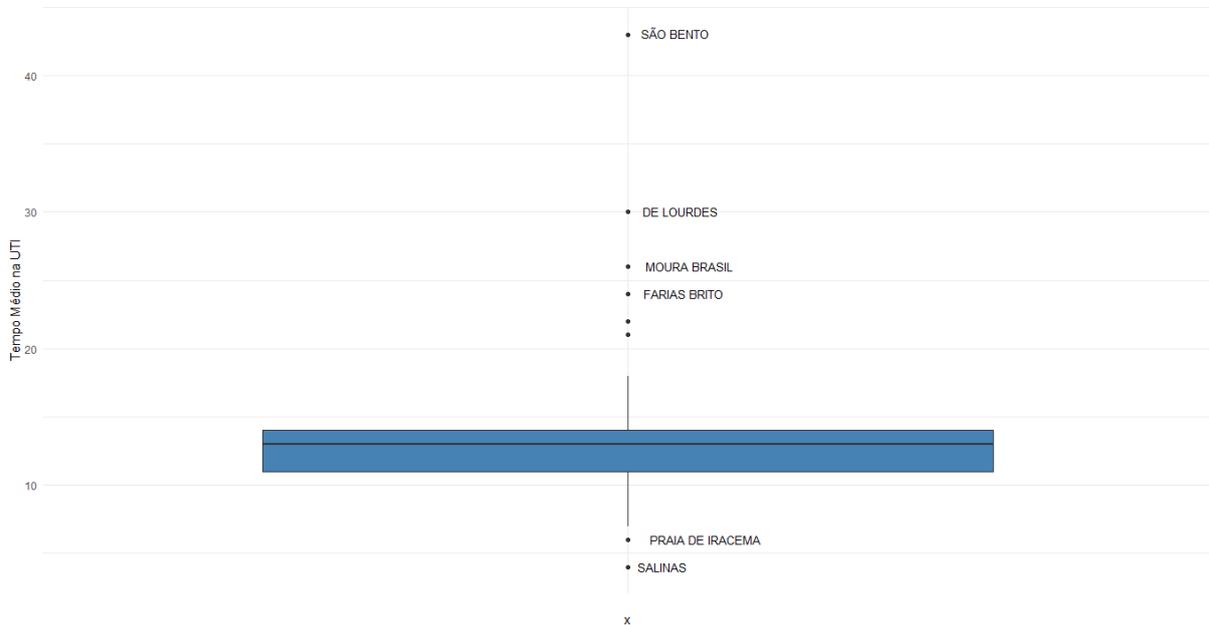
Será analisado agora a visão de Tempo Médio de Internação na UTI.

Figura 25 – Histograma do Tempo Médio na UTI por Bairro



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 26 – Box-plot do Tempo Médio na UTI por Bairro



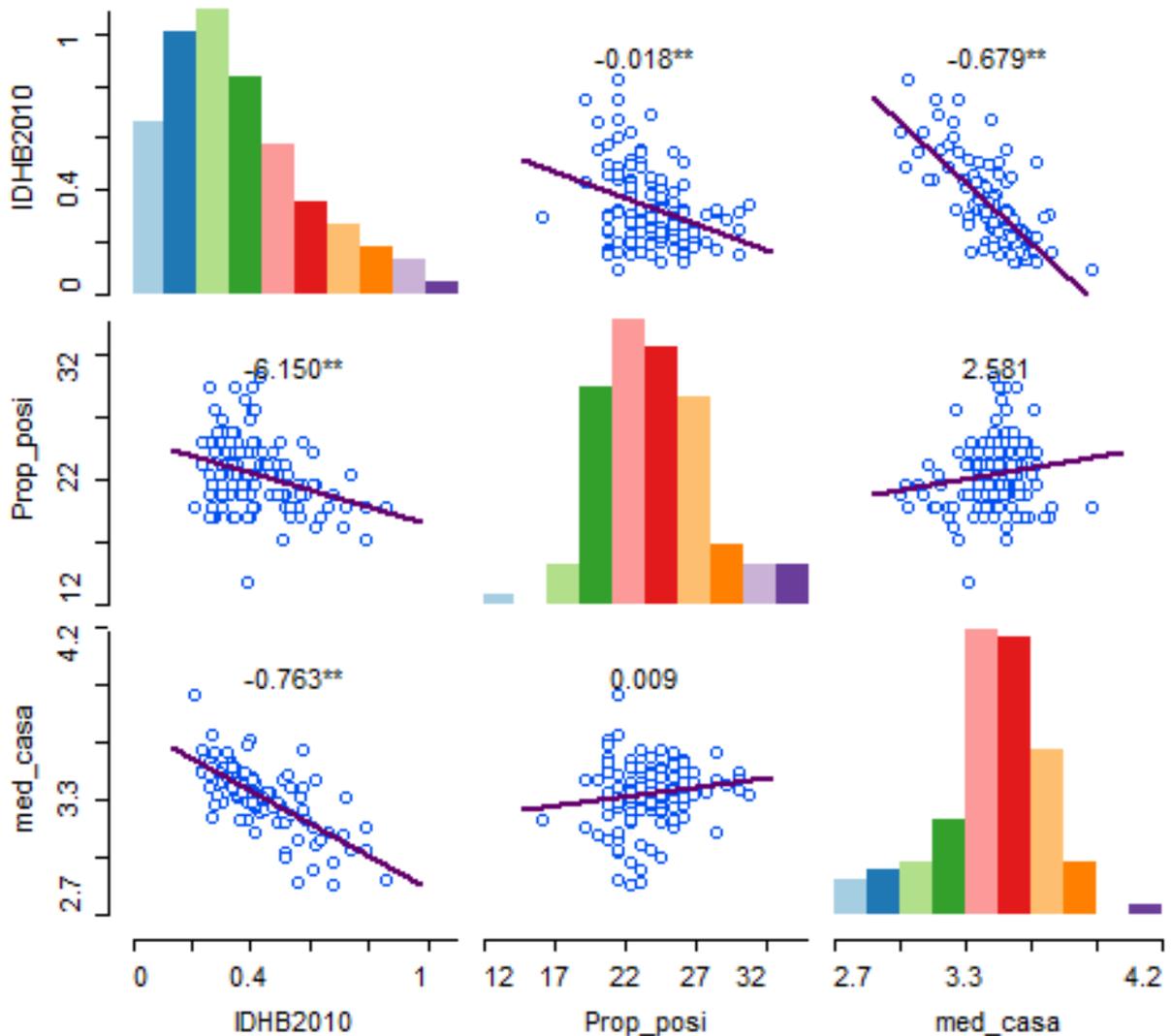
Fonte: Elaborado pela autora

Como pôde-se ver nas figuras 25 e 26, tem-se novamente uma distribuição assimétrica a direita, a maior parte dos bairros apresentou tempo médio entre 10 e 20 dias internado, com média de 13 dias. No box plot se destacando o bairro de São Bento, com a maior média, 43 dias, e o bairro Salinas em destaque com a menor média.

4.2.1 Análise de Correlação

Inicia-se pela análise das variáveis Positividade, IDH e Média de Habitantes por Casa, na figura 27, em que pode-se notar que existe correlação negativa entre as variáveis Positividade e IDH, ou seja, enquanto uma cresce a outra decresce. No caso, enquanto o IDH do bairro aumenta a Positividade diminui. Também pode-se notar que existe correlação positiva entre as variáveis Positividade e Média de Habitantes por Casa, ou seja, enquanto uma cresce a outra também cresce. No caso, enquanto a Média de Habitantes da Casa aumenta a Positividade também aumenta.

Figura 27 – Gráfico de Correlação entre as Variáveis Positividade, IDH e Média de Habitantes por Casa

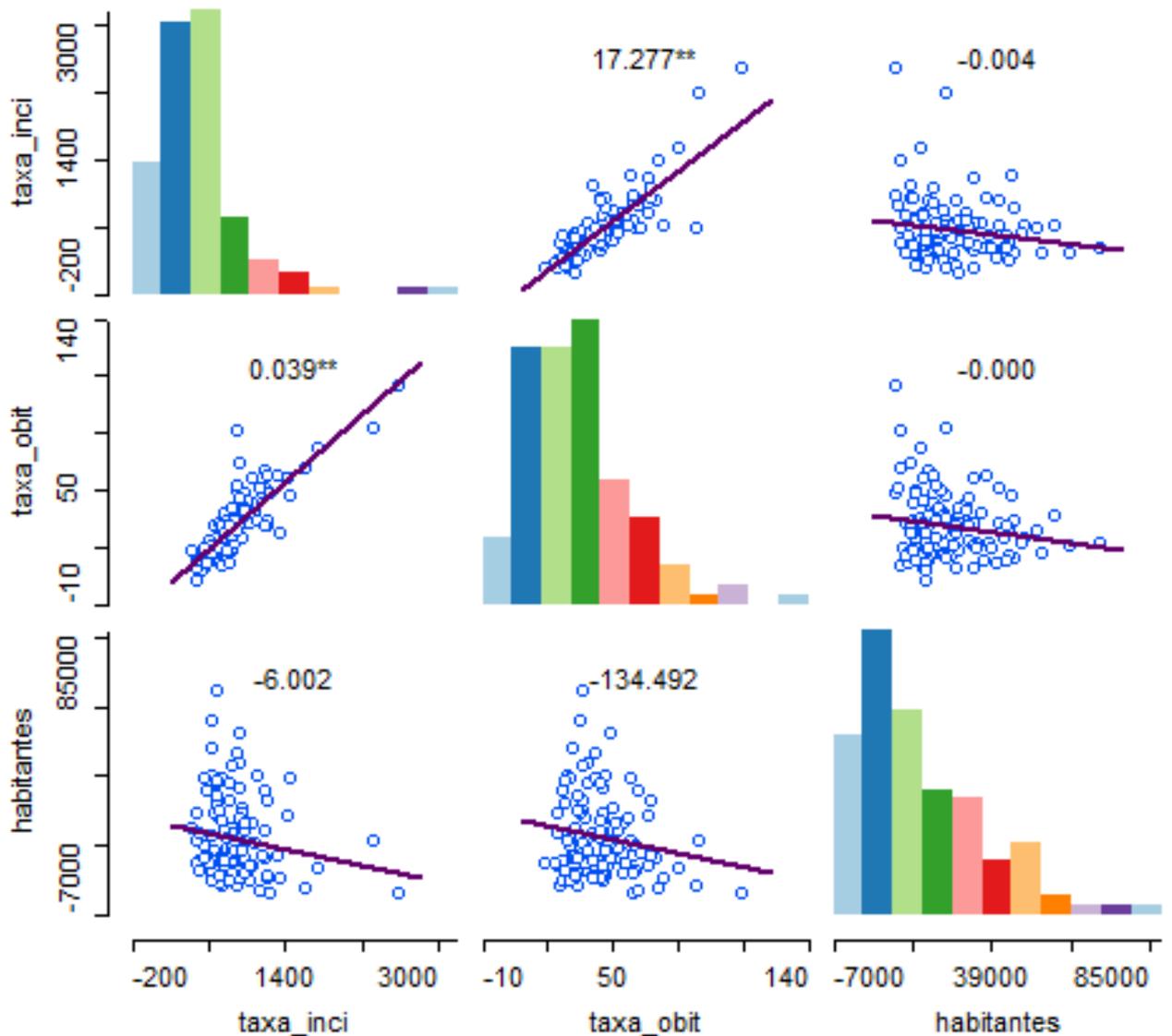


Fonte: Elaborado pela autora

Analisando as variáveis Habitantes, na figura 28, Taxa de incidência e Taxa de óbitos, pode-se ver que as variáveis Taxa de Incidência e de Óbitos apresentam correlação positiva, ou seja, quanto maior a Taxa de Incidência, maior a Taxa de Óbitos.

E a variável Habitantes apresenta pequena correlação negativa com as outras duas variáveis, ou seja, quanto maior a Quantidade de Habitantes menores tendem a ser as Taxas de Incidência e Óbitos.

Figura 28 – Gráfico de Correlação entre as Variáveis Habitantes, Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos



Fonte: Elaborado pela autora

4.3 Análise Espacial

Nesta seção será apresentada a análise espacial dos dados, em relação as variáveis citadas anteriormente, serão apresentadas análises com mapas, índice de Moran, correlação espacial.

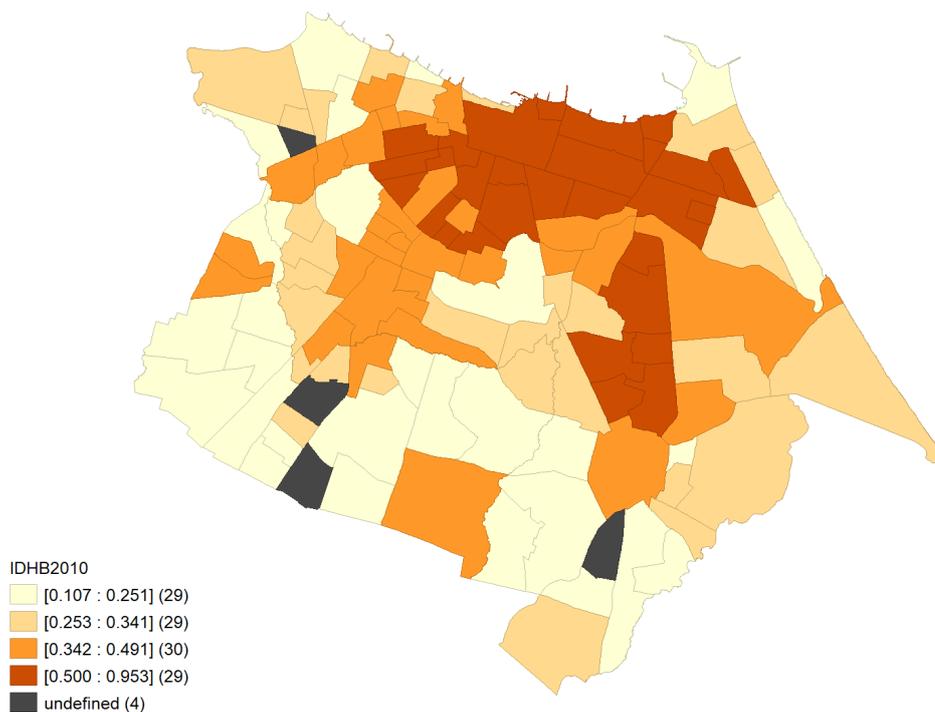
4.3.1 Índice de Desenvolvimento Humano - (IDH)

Será iniciado analisando espacialmente a distribuição do IDH dos bairros de Fortaleza. Utilizando o IDH de acordo com o último censo em 2010, por esse motivo alguns bairros estão indefinidos, pois ainda não tinham sido nomeados como bairros.

A primeira visão é através do gráfico do quartil, que foi dividido em 4 partes, através dele tem-se a visão de que as regiões com valores mais altos são de tonalidades mais escuras e as com valores baixos de tonalidades mais claras.

Pode-se observar uma concentração na parte norte da cidade, próxima a praia e ao centro, com os maiores IDH's, que são os bairros, Centro, Meireles, Aldeota, dentre outros, e na parte sul e sudoeste, uma concentração de IDH's mais baixos, que são os bairros, Granja Lisboa, Siqueira, Mondubim, dentre outros, na figura 29.

Figura 29 – Gráfico do Quartil para o Índice de Desenvolvimento Humano



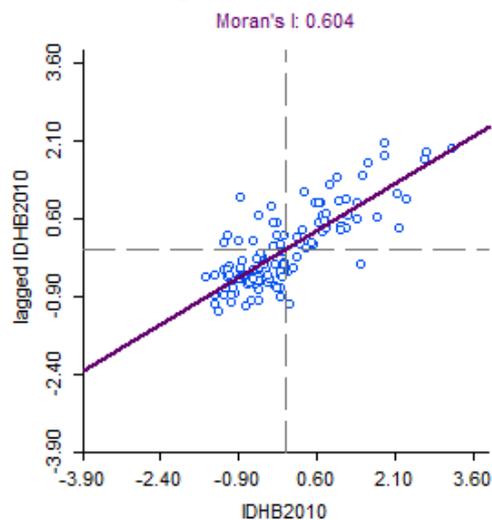
Fonte: Elaborado pela autora

Partindo para uma análise espacial mais detalhada, durante todo o trabalho será utilizado as matrizes de proximidade espacial, citadas anteriormente na metodologia, através da regra da rainha, que é o segundo critério, em que os bairros compartilham um lado em comum.

Tem-se o índice de Moran global para o IDH, através do diagrama de espalhamento, na figura 30, pode-se ver que existe correlação direta (positiva), ou seja, é rejeitada a hipótese de independência espacial, sendo assim o IDH possui dependência espacial, com valor de 0,604.

Analisando a distribuição dos pontos no diagrama, pode-se notar a concentração de muitos bairros no quadrante 2, ou seja, bairros que apresentam valores baixos de IDH possuindo vizinhos com mesma semelhança. No quadrante 3 tem-se uma menor quantidade de pontos, ou seja, existem poucos bairros que apresentam IDH alto, com vizinhos com comportamento diferente.

Figura 30 – Índice de Moran para o Índice de Desenvolvimento Humano



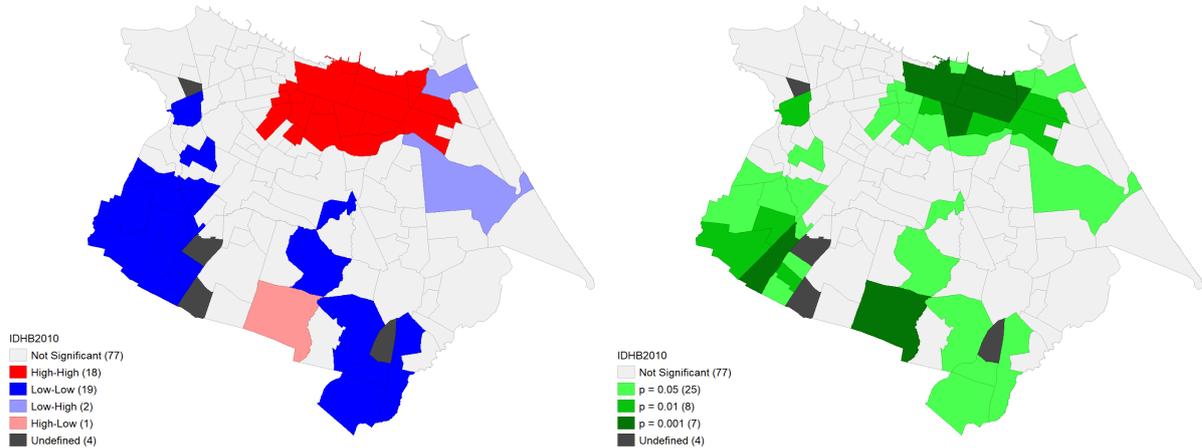
Fonte: Elaborado pela autora

Em seguida na figura 31, tem-se a visão do Lisa Map, em que pode-se notar que a região norte do município possui dependência de altos entre altos (High-High), confirmando o que foi apresentado anteriormente no mapa do quartil, em que essa área possuía maior concentração de bairros com IDH altos.

Enquanto que, a região sul e sudoeste de Fortaleza, apresenta dependência de baixos entre baixos (Low-Low), também visto anteriormente no gráfico de quartil, com bairros com baixo IDH. Pode-se destacar o bairro Prefeito José Walter, que apresenta comportamento diferente dos seus vizinhos, apresentando IDH alto, entre bairros com IDH baixo.

Com o Lisa Map de significância pode-se confirmar a significância desses locais, através de p-valor, em que, tem-se 7 bairros com p-valor de 0,001, bastante significativo, concentrado na área norte, exceto pelos bairros do Prefeito José Walter e Canindezinho.

Figura 31 – Lisa Map para o Índice de Desenvolvimento Humano



Fonte: Elaborado pela autora

4.3.2 Média de Habitantes por Casa

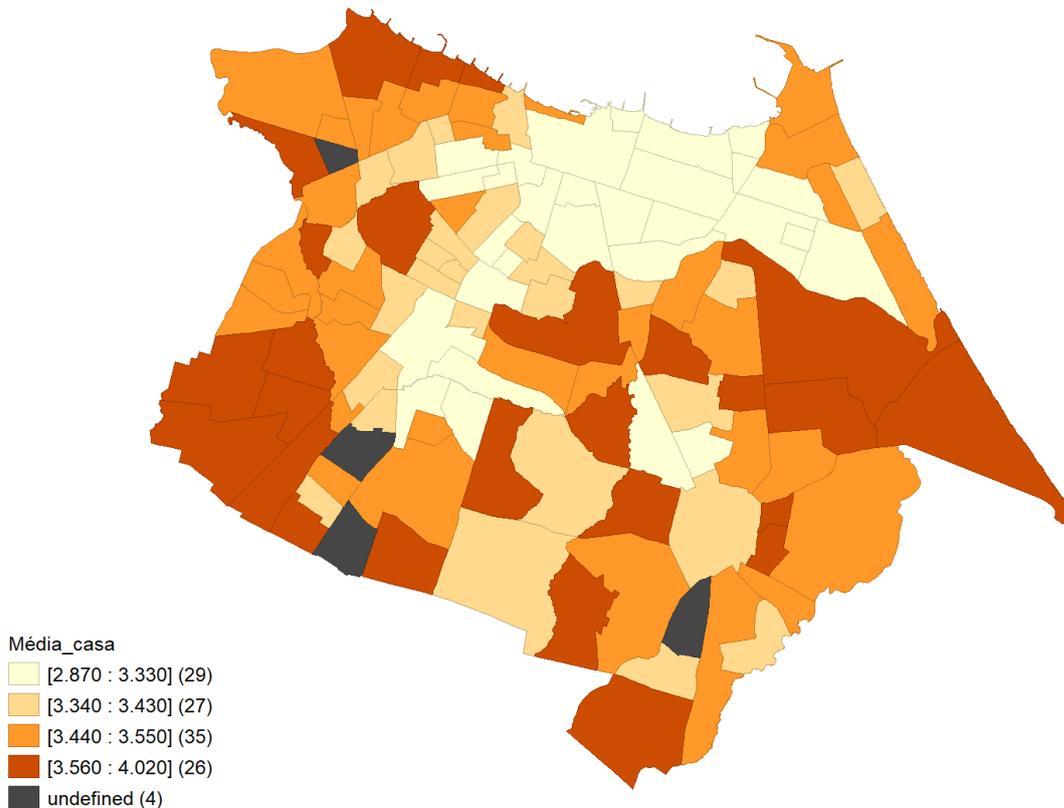
Analisando a quantidade média de habitantes por casa através do gráfico do quartil, estando dividido em 4 intervalos, na figura 32, tem-se 117 bairros sendo analisados, pois foi utilizado dados do último censo em 2010, em que esses bairros ainda não existiam.

Pode-se notar que na região norte e central tem-se uma concentração de bairros que apresentam menor média de habitantes por casa, diferindo bastante das demais regiões, é notória a semelhança dessa área com a área com maior concentração de IDH altos, apresentado anteriormente, com os bairros da Aldeota, Meireles, Centro, dentre outros.

É notória a concentração da tonalidade mais escura, ou seja, com maior média de habitantes por casa, na região Leste, com os bairros, Edson Queiroz, Sabiaguaba, Sapiranga-Coité, e na região Sudoeste, com os bairros, Granja Lisboa, Siqueira, Bom Jardim, que também se assemelham aos bairros que na variável anterior possuíam menores IDH.

Esse resultado mostra algo que é visto diariamente, em que bairros de periferias possuem famílias com maior quantidade de filhos, casas sendo divididas por mais pessoas. E bairros nobres, pelo maior poder aquisitivo tendem aos familiares morarem em casas separadas, diminuindo assim a média de habitantes por casa.

Figura 32 – Gráfico do Quartil para a Média de Habitantes por Casa



Fonte: Elaborado pela autora

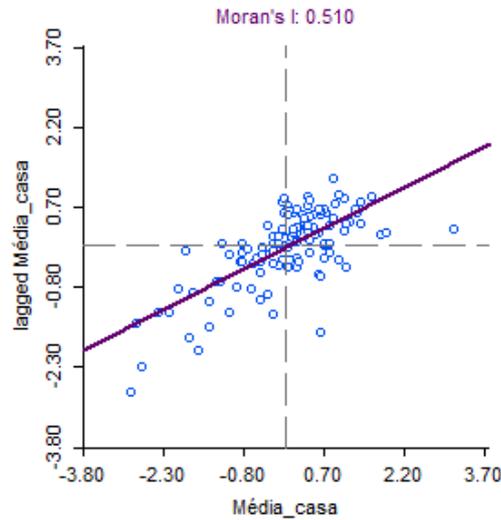
Ao analisar o índice de Moran global, através do diagrama de espalhamento, na figura 33, pode-se ver que existe correlação direta (positiva), ou seja, a média de habitantes por casa rejeita a hipótese nula, possuindo dependência espacial, com valor de 0,510.

Analisando a distribuição dos pontos no diagrama pode-se notar uma concentração de bairros no quadrante 1, ou seja, bairros que possuem maior média de habitantes possuem vizinhos semelhantes. Também é notória a concentração de pontos no quadrante 2, ou seja, vizinhos com médias baixas possuem vizinhos com comportamento semelhante.

No entanto, a quantidade de pontos no 2º quadrante é, a olho nu, menor que no 1º quadrante, levando a crer que existem mais bairros com média alta de habitantes por casa em Fortaleza, do que bairros que apresentam médias baixas.

O quadrante 4 apresenta menor quantidade de pontos, ou seja, poucos bairros apresentam médias de habitantes por casa baixa, enquanto seus vizinhos apresentam médias altas. O mesmo ocorre para o quadrante 3, no entanto, nesse caso, poucos bairros apresentam médias altas, enquanto seus vizinhos apresentam médias de habitantes por casa baixas.

Figura 33 – Índice de Moran para a Média de Habitantes por Casa



Fonte: Elaborado pela autora

Através dos gráficos na figura 34, pode-se notar na região norte/central dependência espacial de baixos entre baixos (Low-Low), ou seja, bairros desta região possuem médias de habitantes por casa baixas, com vizinhos apresentando mesmo padrão, sendo os bairros da Aldeota, Meireles, Rodolfo Teófilo, Benfica, dentre outros.

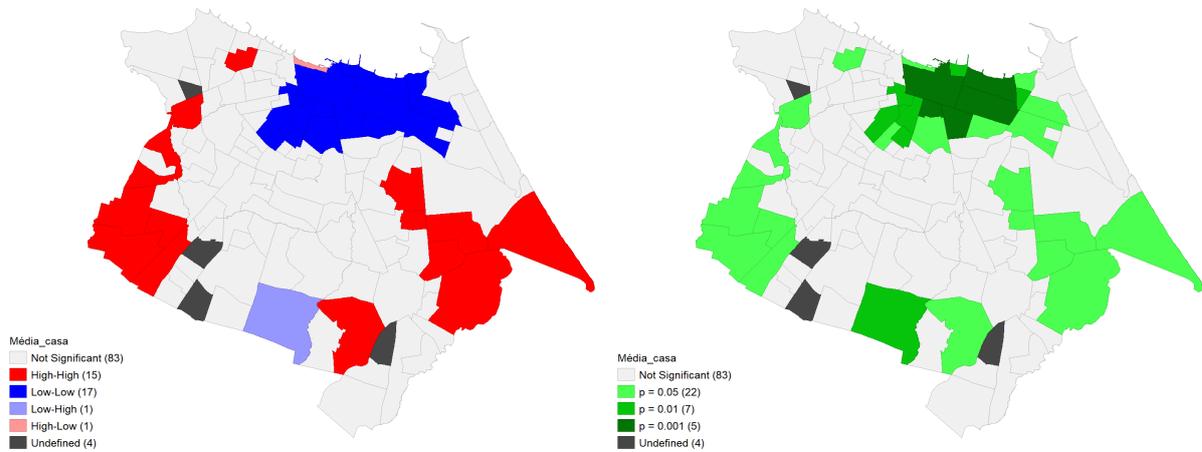
E nas zonas periféricas, afastadas do centro dependência de altos entre altos (High-High), ou seja, bairros que possuem médias de habitantes por casa altas, e seus vizinhos apresentam o mesmo comportamento, sendo os bairros do lado leste, Sabiaguaba, Lagoa Redonda, José de Alencar, dentre outros, e do lado Oeste, Antônio Bezerra, Genibaú, Conjunto Ceará II, dentre outros.

Novamente o bairro Prefeito José Walter se destaca por apresentar comportamento diferente dos seus vizinhos, tendo média de habitantes por casa baixo, com vizinhos que apresentam médias altas.

Ao analisar o Lisa Map de significância, que permite visualizar os bairros que apresentam maior significância. Tem-se 5 bairros, com p-valor de 0,001, sendo os mais significativos, todos na região norte da cidade, sendo os bairros, Aldeota, Centro, Joaquim Távora, José Bonifácio e Meireles.

Para o p-valor de 0,01, apenas um bairro não está na região norte, que é o bairro Prefeito José Walter, novamente se destacando, com comportamento diferente dos seus vizinhos.

Figura 34 – Lisa Map para a Média de Habitantes por Casa



Fonte: Elaborado pela autora

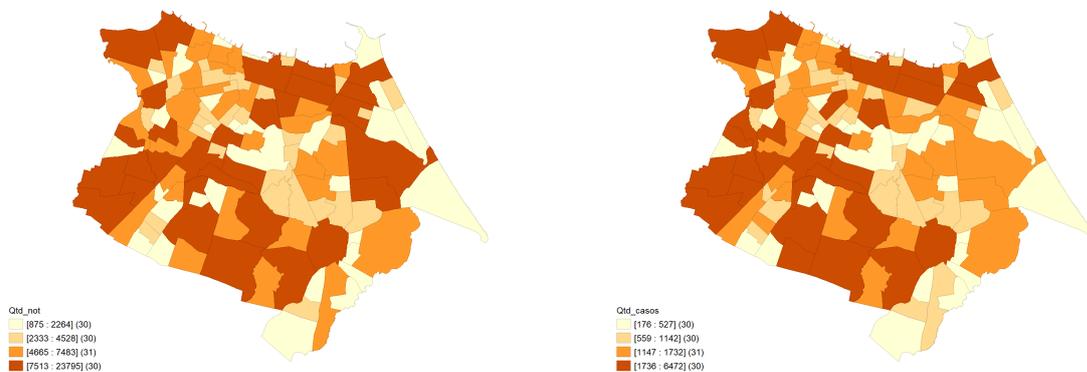
4.3.3 Ocorrência da COVID-19 nos bairros de Fortaleza

4.3.3.1 Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos

Nesta seção será apresentado a análise espacial para positividade da COVID-19 por bairros, que como foi dito anteriormente é a proporção de casos confirmados, pela quantidade de notificações. No entanto, será iniciado analisando as variáveis Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos, que geram a variável Positividade.

Na figura 35 tem-se o gráfico de quartil para ambas as variáveis, em que, o gráfico foi dividido em 4 intervalos. Pode-se notar que para as duas variáveis a quantidade ocorrências foi distribuída de certa forma aleatória, dificultando assim a busca por padrões, tem-se a esquerda a variável Quantidade de Notificações e a direita a variável Quantidade de Casos.

Figura 35 – Gráfico de Quartil para Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos

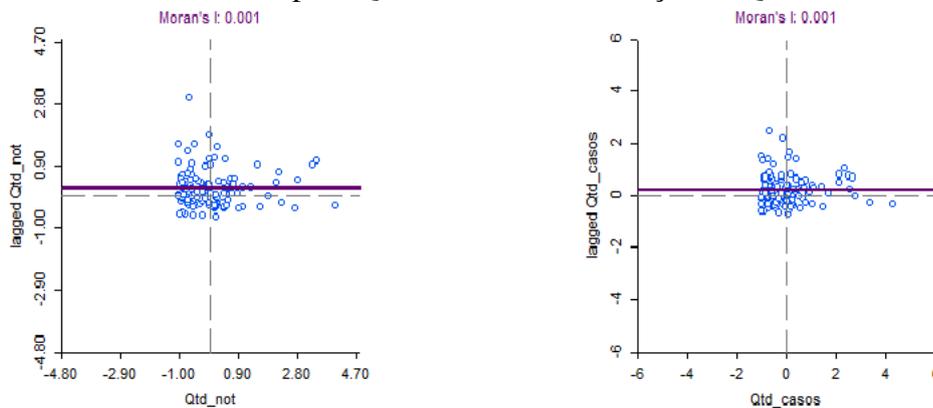


Fonte: Elaborado pela autora

Ao calcular o índice de Moran global, através do diagrama de espalhamento, é encontrado um índice de 0,001 em ambas as variáveis, muito próximo de zero, dado que quando tem-se o índice de Moran igual a zero, não é rejeitada a hipótese de independência espacial, não tendo indícios de dependência espacial global, como pode ser visto na figura 36.

Ao analisar a distribuição dos pontos no diagrama pode-se notar que ambas as variáveis apresentam concentração de pontos no meio do gráfico, com uma pequena concentração no 2º quadrante, que indica bairros com baixa quantidade de notificações ou casos, com vizinhos que também apresentam baixa quantidade de notificações ou casos.

Figura 36 – Índice de Moran para Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos

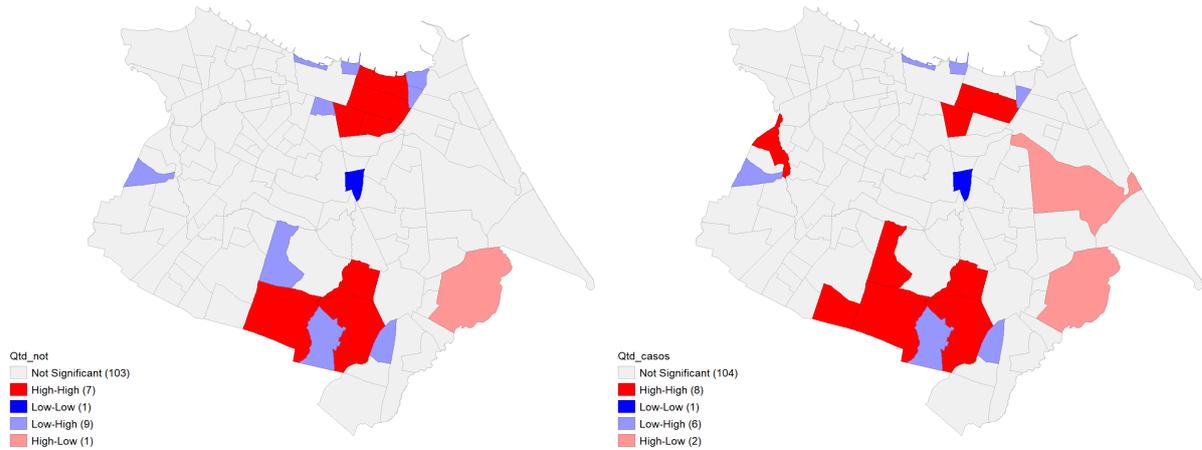


Fonte: Elaborado pela autora

No entanto, ao analisar o Lisa Map, na figura 37, que é criado através do índice de Moran local, é notório que poucos bairros mudam de uma variável para a outra, em ambas as variáveis, é grande a quantidade de bairros com classificação altos entre altos, ou seja, que os bairros com altas quantidade de notificação ou casos possuem vizinhos com comportamento semelhante, sendo eles, Aldeota, Joaquim Távora, Prefeito José Walter, Jangurussu, dentre outros,

E na classificação, baixos entre altos, tem-se os bairros, Conjunto Palmeiras, Parque Santa Maria, Varjota, dentre outros, ou seja, esses bairros baixas quantidades de notificações ou casos, e seus vizinhos apresentam altas quantidades.

Figura 37 – Lisa Map para a Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos

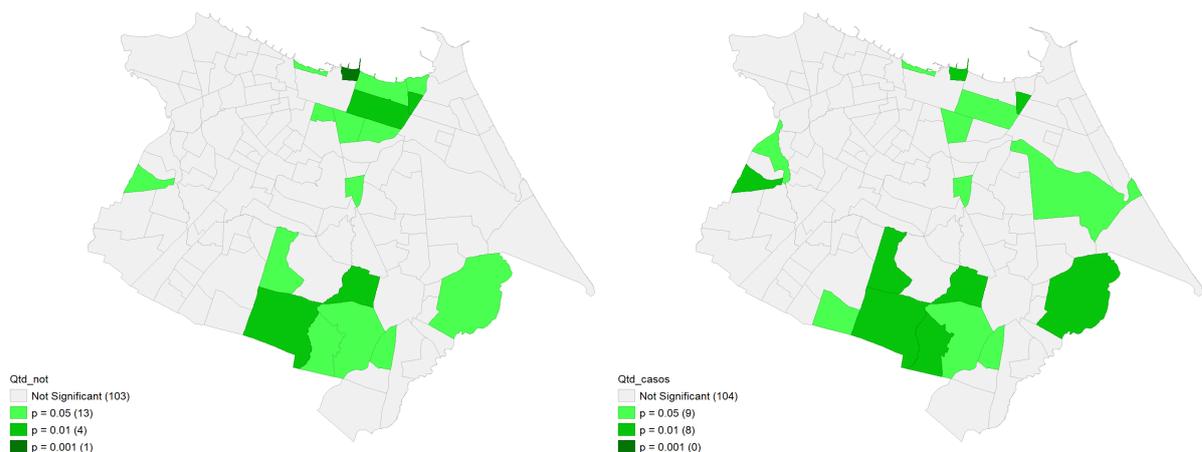


Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o Lisa Map de significância, na figura 38, pode-se notar que apenas uma variável apresentou bairro com p-valor de 0,001, que foi a Quantidade de Notificações, com o bairro Praia de Iracema, apresentando alta significância em relação a dependência espacial local.

O p-valor que apresentou maior quantidade de bairros em ambas as variáveis foi o de 0,05, com 13 bairros significativos para a Quantidade de Notificações e 9 bairros para a Quantidade de Casos. No entanto, apenas 5 bairros são significantes para ambas as variáveis, sendo eles, o Jangurussu, Parque Santa Maria, Aerolândia, Joaquim Távora e Moura Brasil.

Figura 38 – Lisa Map para a Quantidade de Notificações e Quantidade de Casos



Fonte: Elaborado pela autora

4.3.3.2 Positividade

Será analisado agora a variável Positividade, que mostra de forma mais clara a quantidade de casos positivos, em relação a quantidade de notificações.

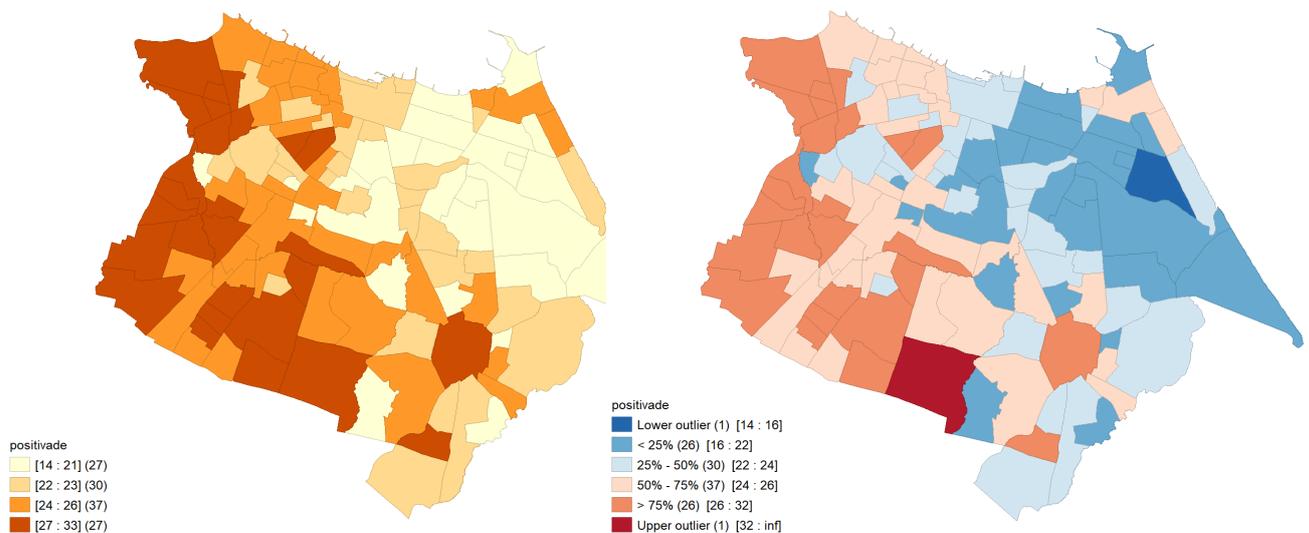
Ao analisar a figura 39, pôde-se notar uma concentração na parte sul do município, mais distante do centro, sendo reflexo das localidades mais carentes, em que as habitações apresentam grande proximidade, sendo assim o distanciamento social se torna mais difícil, podendo também ser reflexo de uma população que precisava sair de casa para trabalhar, sendo alguns dos bairros, Mondubim, Granja Lisboa, Siqueira, Planalto Ayrton Senna, dentre outros.

Assim como foi visto na análise descritiva, pode-se notar dependência inversa entre a positividade e o IDH, em que, as regiões que possuem menores IDH apresentam maior positividade, e as regiões com maiores IDH, possuem menor positividade.

É notório também dependência entre as variáveis Positividade e Média de habitantes por Casa, mostrando que a região com maior positividade apresenta maior número de pessoas por casa, contribuindo para a disseminação da doença.

No box mapa pôde-se notar dois bairros em outliers, o Prefeito José Walter pela alta positividade, e o bairro Manuel Dias Branco pela positividade baixa. Nesta visualização é reforçada a alta positividade na região mais afastada do centro e da praia, e a baixa positividade nessas regiões.

Figura 39 – Mapa georreferenciado através do Quartil e do Box Map para a Positividade



Fonte: Elaborado pela autora

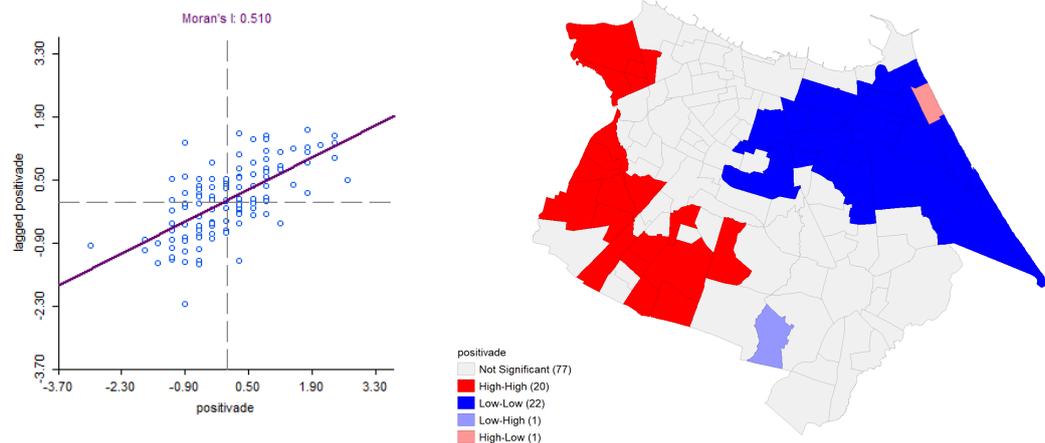
Na figura 40 tem-se o índice de Moran, através do Diagrama de espalhamento, pôde-se ver que existe correlação direta (positiva), visto que o índice de Moran global foi de 0,510, tem-se indícios para rejeitar a hipótese nula, ou seja, os dados possuem dependência espacial.

Analisando a distribuição dos pontos no diagrama, pode-se notar que a maior parte dos bairros estão no 1º e 2º quadrante, os que estão no 1º são bairros com características altos entre altos, ou seja, o bairro possui alta positividade e seus vizinhos apresentam o mesmo comportamento, e os que estão no 2º quadrante são bairros com características baixos entre baixos, ou seja, o bairro possui baixa positividade e seus vizinhos são semelhantes.

Ao analisar o Moran Map, é notório o padrão visto no diagrama, em que, tem-se grande quantidade de bairros com a classificação High-High (Alto-Alto), sendo justamente a região que apresentou maior positividade, ou seja, bairros que apresentam alta positividade estão vizinhos de bairros que apresentam o mesmo padrão.

Também é notório a grande quantidade de bairros Low-Low (Baixo-Baixo) nas áreas centrais e próximas a praia, sendo a região que apresentou menor positividade anteriormente, significando que, bairros com baixa positividade os seus vizinhos são semelhantes. Com apenas um bairro Alto entre baixos, Praia do Futuro I, e apenas um bairro baixo entre altos, Conjunto Palmeiras.

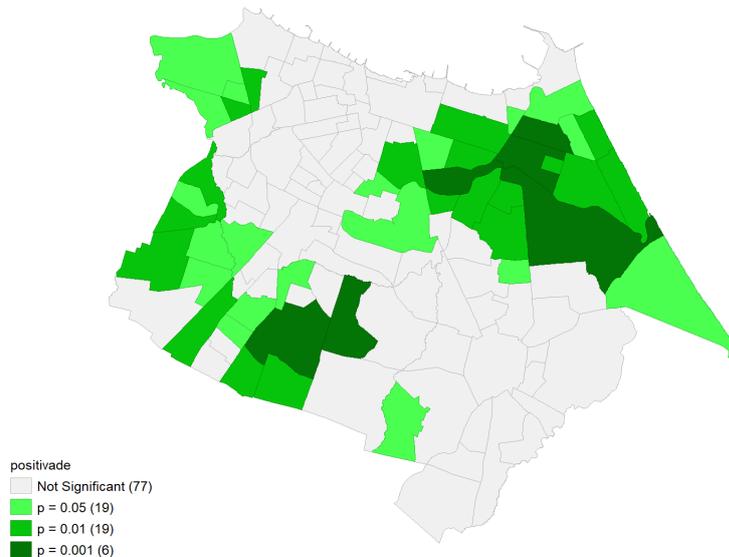
Figura 40 – Mapa georreferenciado através do Índice de Moran e do Lisa Map



Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o Lisa Map de significância, na figura 41, pode-se ver as áreas significativas em relação a dependência espacial local. Para o p-valor de 0,001, tem-se 6 bairros significativos, sendo eles, Cocó, Edson Queiroz, Papicu, Parque Dois Irmãos, Mondubim e São João do Tauape, sendo os quatro primeiros da área de baixos entre baixos e os dois últimos da área de altos entre altos.

Figura 41 – Lisa Map para a proporção de casos positivos



Fonte: Elaborado pela autora

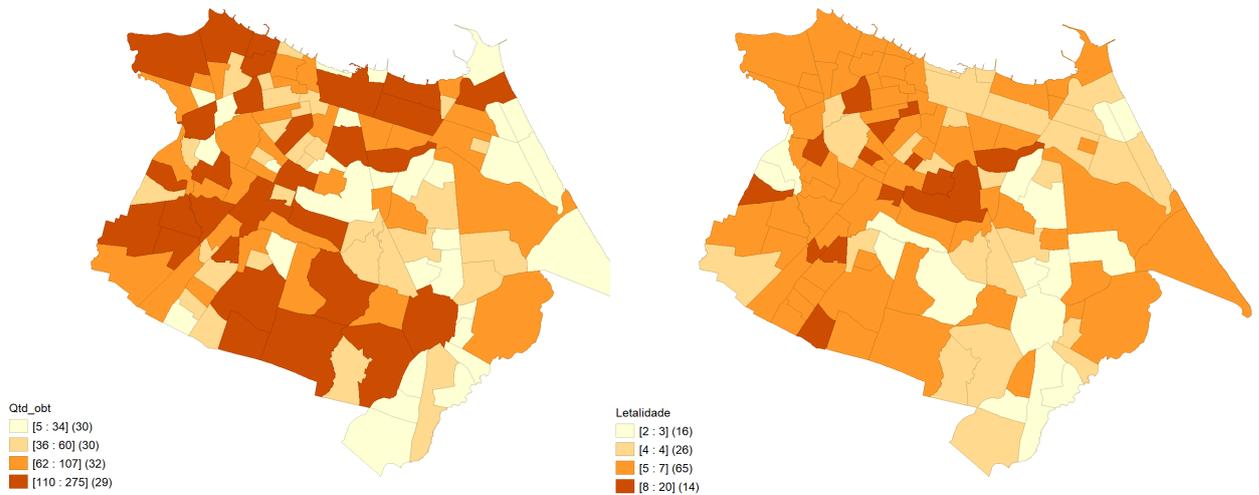
4.3.4 Óbitos por COVID-19

Nesta subseção será analisado os óbitos da COVID-19, em que, será observada a quantidade de óbitos e a letalidade dos casos, respectivamente. Será iniciado pelo mapa dos quartis, dividido em 4 intervalos, em que será possível analisar a distribuição de óbitos.

Na figura 42, é visível que ocorre uma grande mudança entre as duas variáveis, bairros que apresentam grande quantidade de óbitos, mas que a letalidade é em baixa proporção, como é o caso do bairro da Messejana, que está no 4^a quartil em número de óbitos, mas em relação a proporção de óbitos, está no 1^a quartil, e inversamente, o bairro Aracapé, que possui baixa quantidade de óbitos, mas proporcionalmente aos casos positivos, encontra-se no 4^o quartil.

Para a quantidade de óbitos o 4^o quartil tem-se uma quantidade de 29 bairros nessa categoria, no entanto, para a Letalidade, a quantidade de bairros nessa categoria diminui para 14 bairros. Para a variável Letalidade o 3^o quartil é o que possui maior número de bairros, 65 bairros, estando mais concentrados no lado Oeste do Mapa.

Figura 42 – Mapas georreferenciados através do Quartil para Quantidade de Óbitos e Letalidade

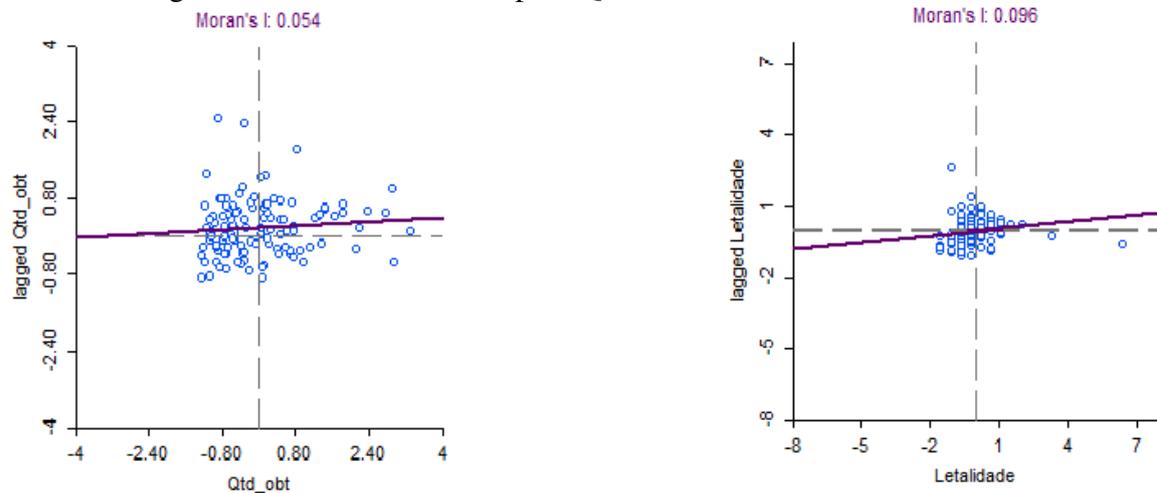


Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 43 tem-se o índice de Moran global, através do diagrama de espalhamento, a Quantidade de Óbitos apresenta índice de 0,054, e a Letalidade índice de 0,096, ambos muito próximos de zero, ou seja, tem-se indícios para não rejeitar a hipótese de independência espacial, ou seja, ambas as variáveis não apresentam dependência espacial global.

Ao analisar a distribuição dos pontos no diagrama para a variável Quantidade de Óbitos existe concentração no 2º quadrante, ou seja, bairros com quantidades baixas, que seus vizinhos apresentam o mesmo comportamento. E na variável Letalidade os pontos estão concentrados no centro do diagrama, dificultando a visualização.

Figura 43 – Índice de Moran para Quantidade de Óbitos e Letalidade

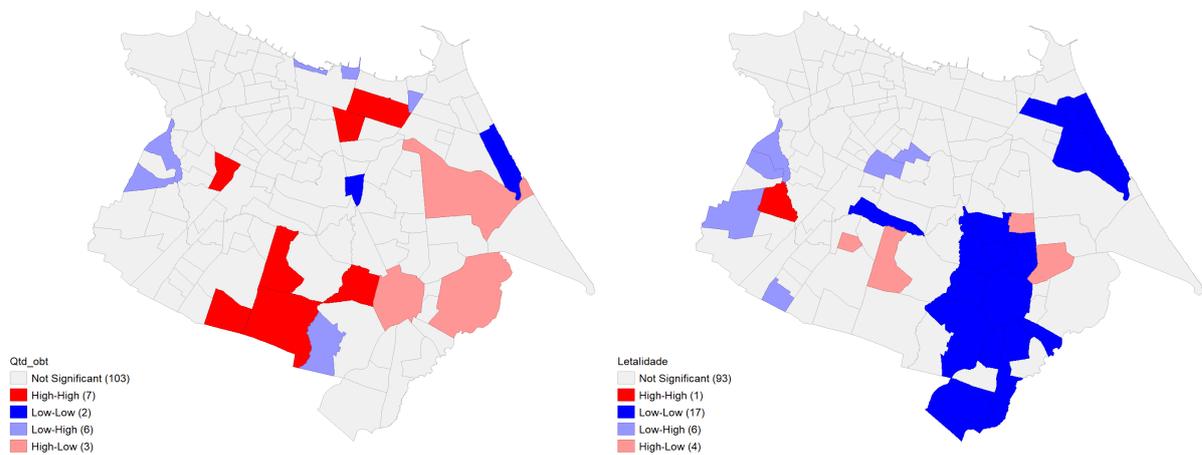


Fonte: Elaborado pela autora

Através da figura 44, é analisado o Lisa Map, é notório a diferença entre as variáveis, em que, a Letalidade apresenta maior quantidade de Baixo-Baixo, ou seja, bairros que possuem Letalidade baixa e seus vizinhos apresentam o mesmo comportamento, na região Sudeste, com os bairros, Messejana, Parque Iracema, Pedras, e apenas um bairro classificado com Alto entre Altos, que é o bairro da Granja Portugal.

A Quantidade de Óbitos apresenta maior quantidade de Alto-Alto, ou seja, bairros que apresentam alta quantidade de óbitos e possuem vizinhos semelhantes, sendo eles, o Prefeito José Walter, Parque Dois Irmãos, Barroso, e apenas dois bairros com a classificação de baixo entre baixos, nos bairros Praia do Futuro II e Aerolândia.

Figura 44 – Lisa Map para Quantidade de Óbitos e Letalidade

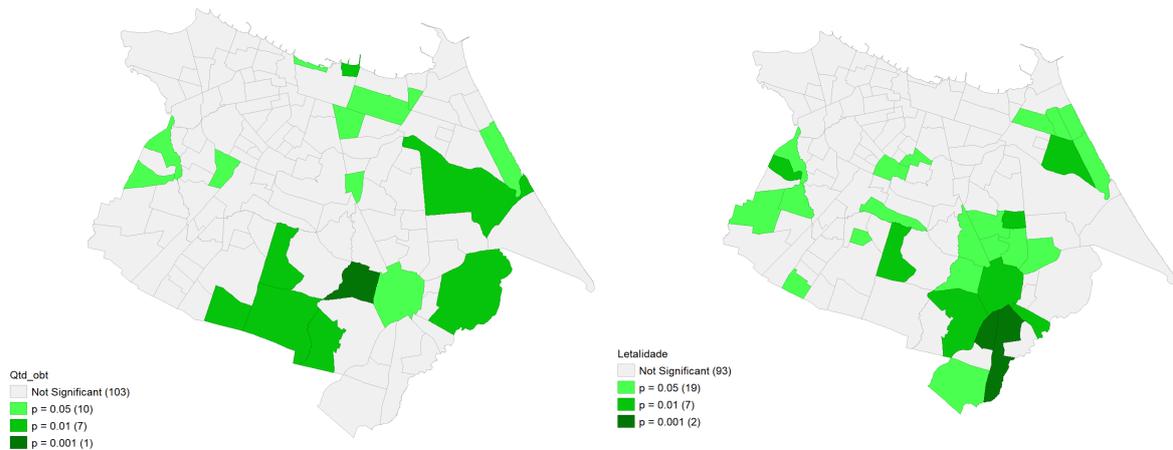


Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o Lisa Map de significância, na figura 45, para a variável Quantidade de Óbitos, apenas um bairro apresenta p-valor de 0,001, sendo o bairro Barroso, o mais significativo em relação a dependência espacial local, no entanto, 18 bairros são significantes localmente para esta variável.

Para a variável Letalidade tem-se mais bairros significantes que a variável Quantidade de Óbitos, com 28 bairros significantes espacialmente, no entanto, apenas 2 bairros apresentam p-valor de 0,001, sendo eles, Paupina e Parque Santa Maria, a maioria dos bairros significantes estão na classificação do p-valor de 0,05, como os bairros, Montese, Jardim Cearense, Papicu, Itaperi.

Figura 45 – Lisa Map para Quantidade de Óbitos e Letalidade



Fonte: Elaborado pela autora

4.3.5 Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos

Nesta seção será analisada a Taxa de Incidência, que consiste na divisão da quantidade de casos positivos pelos habitantes do bairro, vezes 100.000, e a Taxa de óbitos, que consiste na divisão da quantidade de óbitos sobre a quantidade de habitantes do bairro, vezes 100.000. Através dessas taxas tem-se a visão de como os bairros foram impactados em relação a sua quantidade de habitantes.

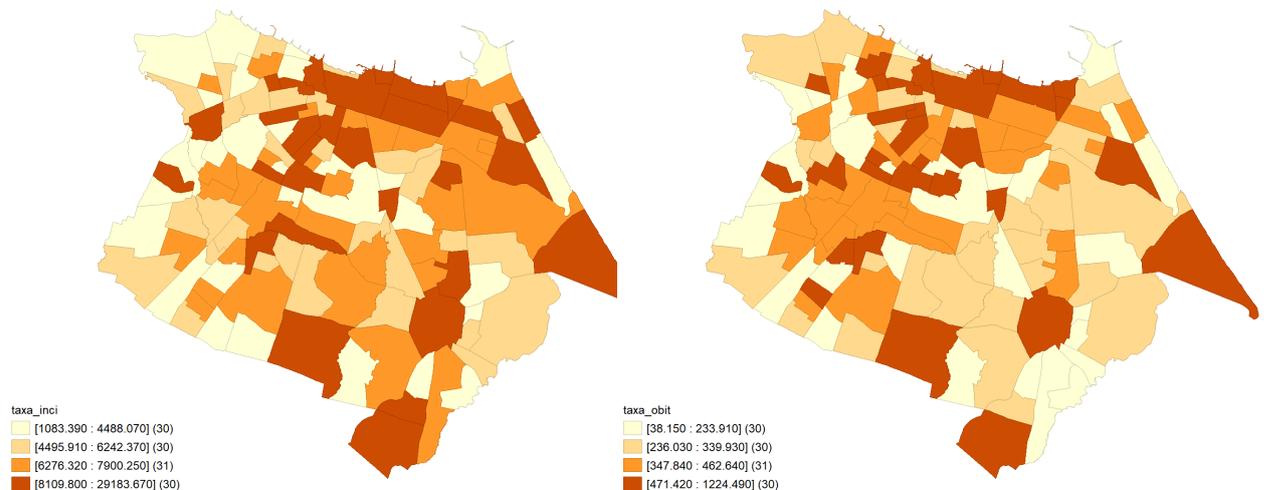
Segundo Brasil (2021) a taxa de incidência para o Brasil é de 9.752,3 (casos/100 mil) e para o estado do Ceará é de 10.162,2, para a taxa de óbitos tem-se para o Brasil 272,5 (casos/100 mil) e para o Ceará 261,9. De acordo com o SUS (2021) para Fortaleza tem-se a taxa de incidência de 9.558,6, todas essas taxas estão considerando o período até o dia 20 de Agosto de 2021, no entanto, nos dados analisados tem-se o período até dia 30 de Abril, então podem ser notadas algumas diferenças.

Inicialmente, tem-se que a média de taxas, em que, a taxa de incidência obteve média de 6.804,6 e a taxa de óbitos de 378,08, ou seja, a cada 100.000 habitantes, 6.804,6 tiveram a COVID-19 em Fortaleza, e a cada 100.000 habitantes, 378,08 pessoas morreram por complicações da doença.

Ao analisar espacialmente as taxas pode-se observar na figura 44, a distribuição da quantidade de bairros através dos quartis, divididas em 4 intervalos, é notório certa aleatoriedade em ambos os gráficos, no entanto, a taxa de óbitos apresenta padrões maiores para o 2º e 3º quartis.

Pode-se notar a diferença entre o gráfico da taxa de incidência e o gráfico da figura 39 da positividade, em que, esse gráfico tinha maior concentração na parte sul do mapa, no entanto, por ser uma região mais populosa, quando é aplicado a taxa essa visão muda bastante. O mesmo ocorre para a taxa de óbitos e o gráfico na figura 42 de letalidade, em que na letalidade tem-se uma distribuição de certa forma homogênea, que não se repete na taxa de óbitos.

Figura 46 – Mapas georreferenciados através do Quartil para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos

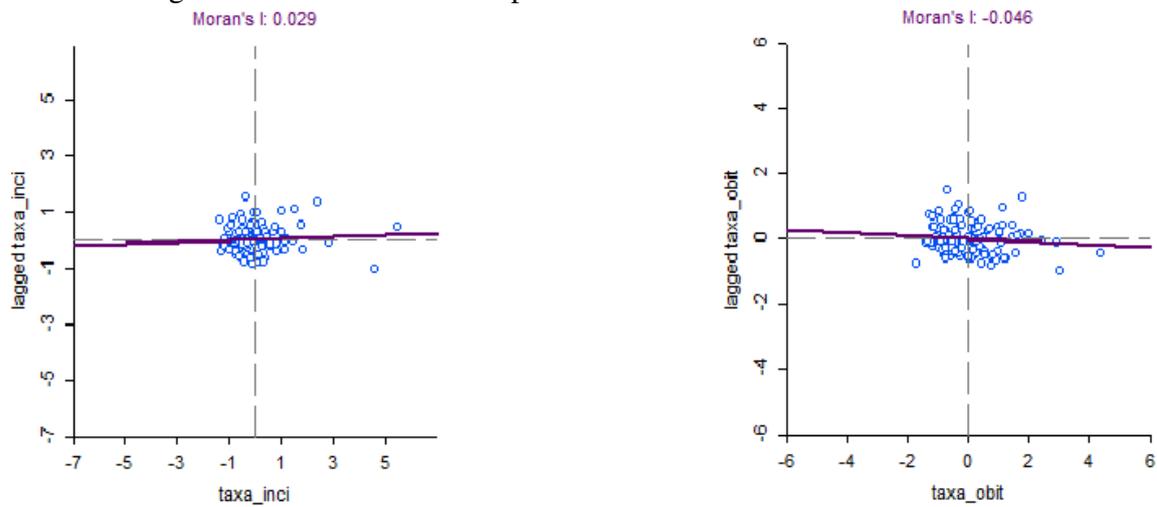


Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 47 tem-se o índice de Moran Global das taxas, através do diagrama de espalhamento, pode-se notar que o índice para a taxa de incidência é positivo, com valor de 0,029, porém o valor é muito próximo de zero, ou seja, não é rejeitada a hipótese nula, implicando em independência espacial global.

No entanto, para a taxa de óbitos tem-se um comportamento diferente, em que, o índice é negativo, com valor de -0,046, essa variável também não rejeita a hipótese nula, não apresentando dependência espacial global, porém existe leve correlação inversa, isso nos diz que, os bairros possuem mais semelhança com bairros distantes do que com vizinhos próximos.

Figura 47 – Índice de Moran para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos

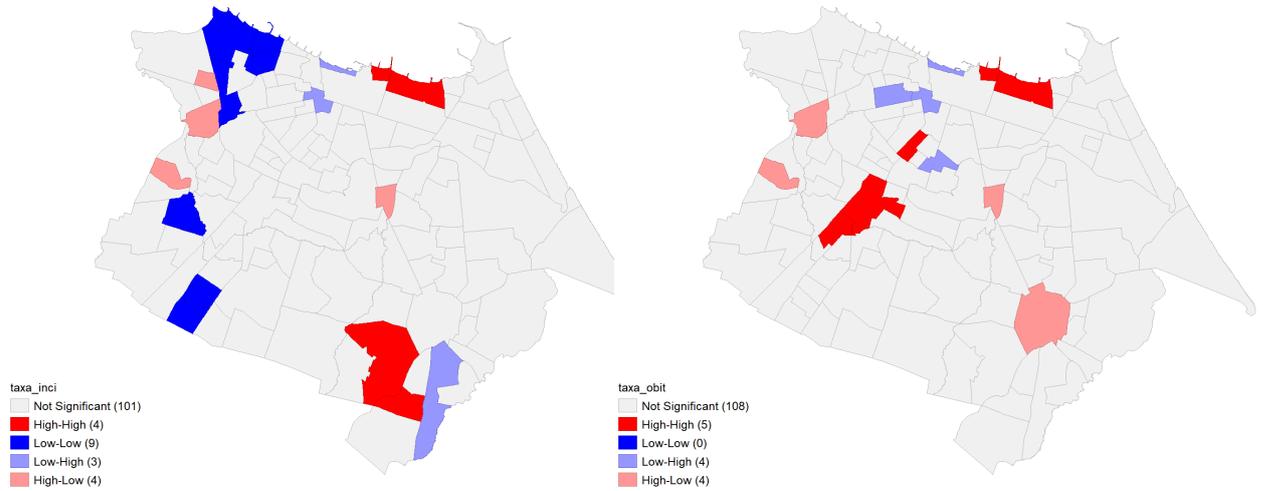


Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 48 tem-se o Índice de Moran Local, através do diagrama de espalhamento, é notória a quantidade de bairros que não apresentam semelhanças com seus vizinhos, principalmente para a taxa de óbitos que possui regiões significantes com bastante espaçamento entre elas, não apresentando nenhum bairro com a classificação baixo entre baixos. Apenas 6 bairros significantes são vizinhos, sendo eles, Vila Pery e Itaperi, altos entre altos, Farias Brito e São Gerardo, baixos entre altos, e Meireles e Praia de Iracema, altos entre altos.

A taxa de incidência possui maior número de regiões significantes do que a variável anterior, no entanto, possui bairros nas 4 classificações, pode-se ver que existe maior quantidade de bairros baixo entre baixos, sendo eles, Jardim Iracema, Álvaro Weyne, Padre Andrade, Parque Presidente Vargas, Parque Santa Rosa, Conjunto Esperança, Barra do Ceará, Cristo Redentor e Granja Portugal, ou seja, esses bairros apresentam taxa de incidência baixa e seus vizinhos apresentam o mesmo comportamento.

Figura 48 – Lisa Map para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos

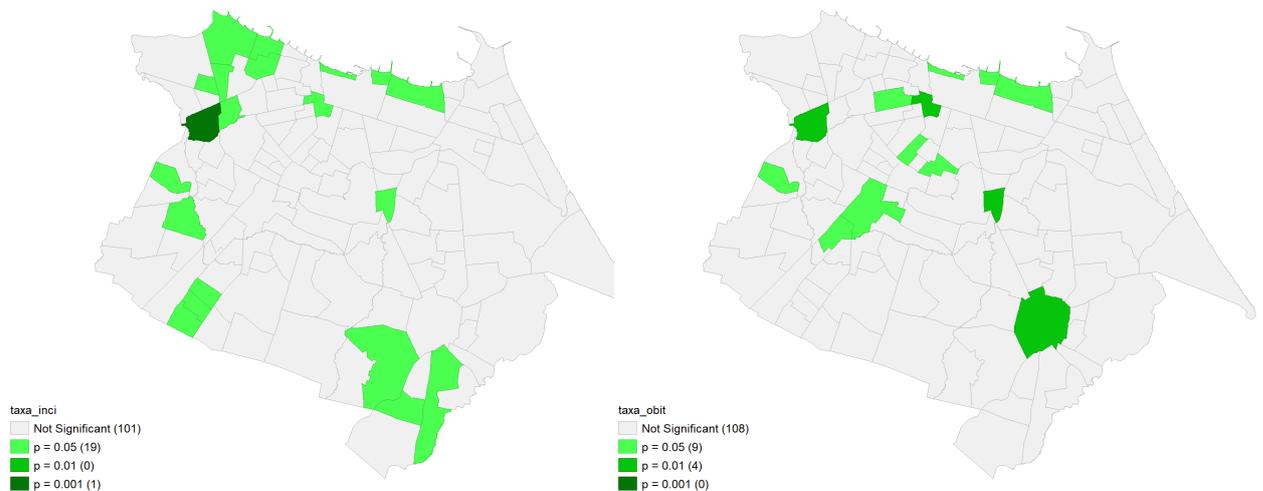


Fonte: Elaborado pela autora

Através da figura 49, pode-se ver o Lisa Map de significância, para a taxa de óbitos vemos que somente 15 bairros são localmente significantes, no entanto, nenhum apresenta p-valor de 0,001 e a maioria dos bairros estão no p-valor 0,05, sendo algum deles, Vila Pery, Damas e São Gerardo.

Para a variável taxa de incidência, tem-se apenas um bairro com p-valor de 0,001, no bairro Antônio Bezerra, a maioria dos bairros significantes fica nas laterais do município, em variadas direções.

Figura 49 – Lisa Map para a Taxa de Incidência e Taxa de Óbitos



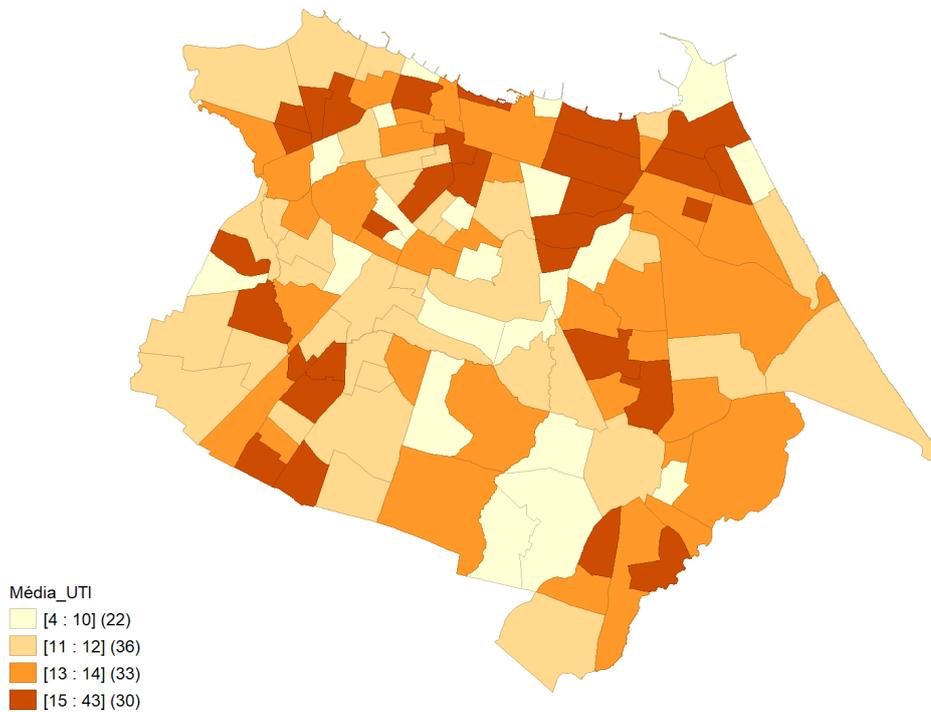
Fonte: Elaborado pela autora

4.3.6 Tempo Médio de Internação na UTI

Ao analisar a variável Tempo Médio de Internação na UTI, através do gráfico do quartil, dividido em 4 intervalos, na figura 50, pode-se notar inicialmente certa aleatoriedade na distribuição dos bairros.

No entanto, a média entre 11 e 14 dias, que estão no 2º e 3º quartis, apresentam a maior quantidade de bairros, estando os bairros do 3º quartil mais concentrados no lado Leste, sendo algum deles, Edson Queiroz, Manoel Dias Branco e Engenheiro Luciano Cavalcante, e os do 2º quartil no lado Oeste, sendo algum deles, Parangaba, Itaperi e Mondubim.

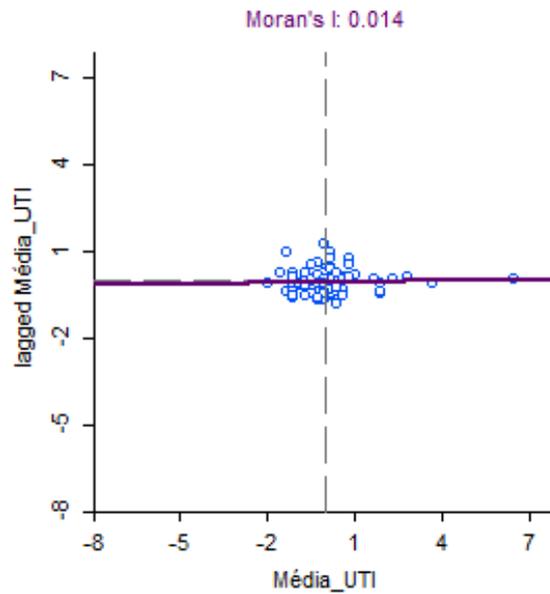
Figura 50 – Gráfico do Quartil para o Tempo Médio de Internação na UTI



Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o Índice de Moran global, através do diagrama de espalhamento, na figura 51, visto que tem-se um índice de 0,014, muito próximo de zero, não tem-se indícios de dependência espacial global, e pela inclinação da reta, não foi encontrado indícios de correlação espacial na variável.

Figura 51 – Índice de Moran para o Tempo Médio de Internação na UTI

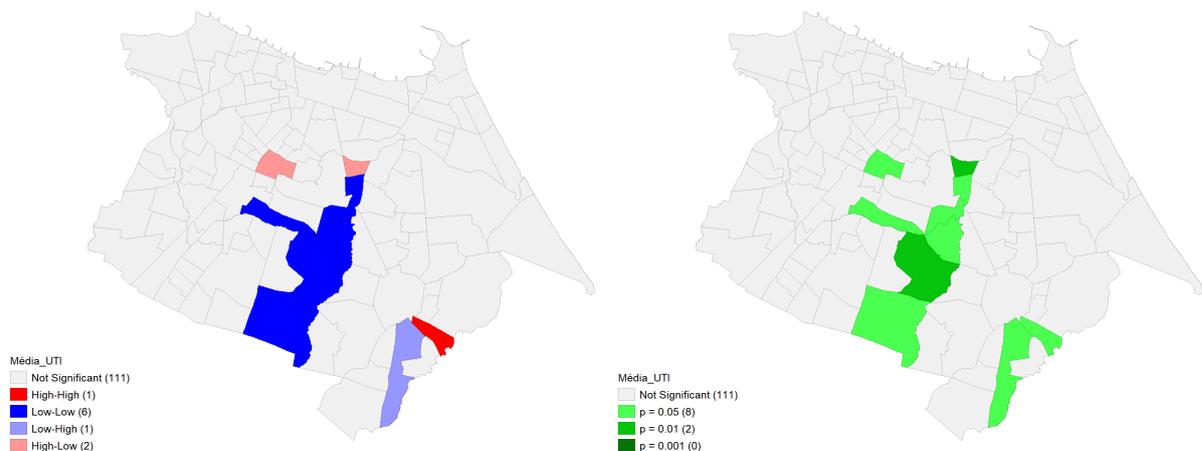


Fonte: Elaborado pela autora

No entanto, ao analisar o Lisa Map, na figura 52, que utilizam a dependência espacial local, pode-se notar que existe dependência em algumas áreas do mapa, na região sul do mapa pode-se notar dependência espacial de baixos entre baixos em 6 bairros, sendo eles, Passaré, Prefeito José Walter, Aerolândia, Boa Vista, Dias Macêdo e Itaperi.

Analisando o Lisa Map de significância, pode-se notar que somente 10 bairros são localmente significantes, não tendo nenhum bairro na classificação do p-valor de 0,001, e com apenas dois bairros com p-valor de 0,01, sendo eles, Passaré e Alto da Balança.

Figura 52 – Lisa Map para o Tempo Médio de Internação na UTI



Fonte: Elaborado pela autora

4.3.7 Comorbidades

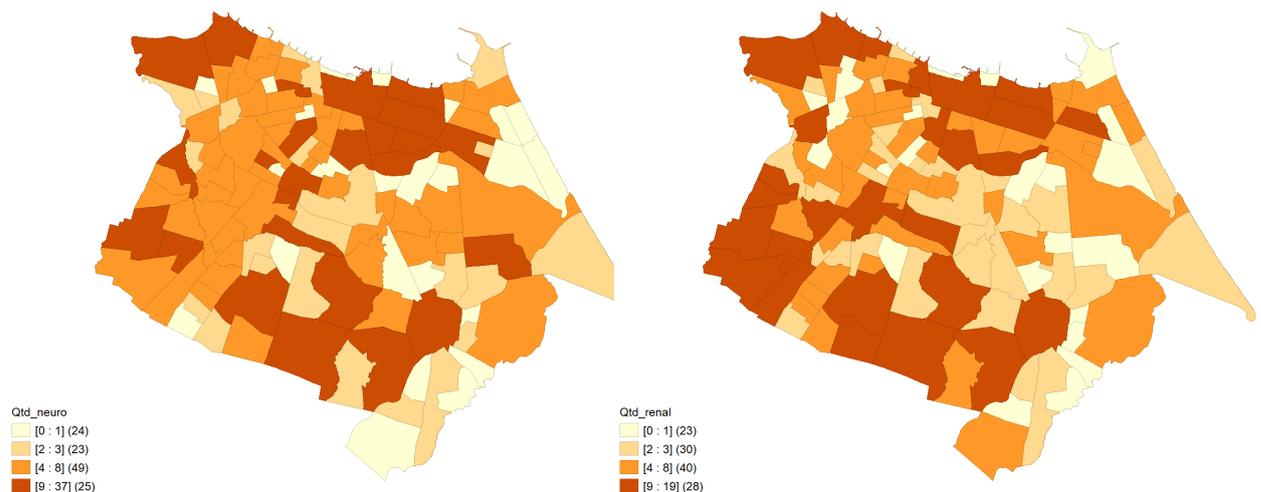
Como dito anteriormente, as comorbidades são fatores de agravamento da COVID-19, por este motivo nesta seção será analisado espacialmente o comportamento das comorbidades selecionadas anteriormente que são: Neurológica, Renal, Cardiovascular, Diabetes e Obesidade.

4.3.7.1 Neurológica e Renal

Será iniciado analisando as comorbidades Neurológica e Renal, respectivamente, visto que possuem as maiores taxas de letalidade. Ao analisarmos a figura 53, através do gráfico dos quartis, dividido em 4 intervalos, pode-se notar que para ambas as comorbidades o número de casos está disposto de certa forma aleatória, no entanto, para a comorbidade Neurológica existe uma concentração da coloração mais escura na zona Norte do mapa, sendo alguns dos bairros, Aldeota, Meireles e Cocó e da coloração laranja na região Oeste, com alguns dos bairros sendo, Pici, Bonsucesso e Parangaba.

Para a comorbidade Renal, tem-se duas concentrações da tonalidade mais escura, na região sul e Sudoeste, com alguns dos seguintes bairros, Mondubim, Planalto Ayrton Senna, Siqueira e Granja Lisboa.

Figura 53 – Mapas georreferenciados através do Quartil para as Comorbidades Neurológica e Renal



Fonte: Elaborado pela autora

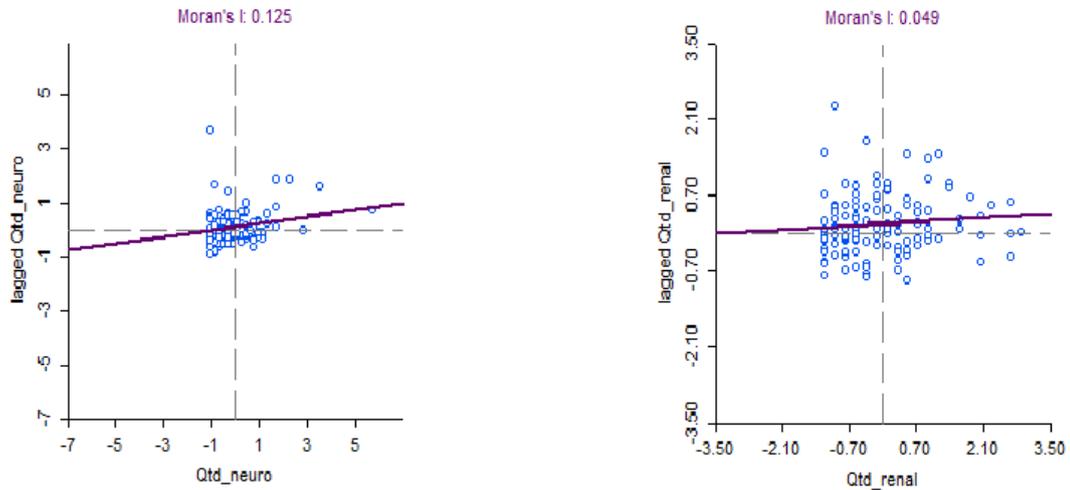
Na figura 53 tem-se o Índice de Moran global, através do diagrama de espalhamento, para a variável Neurológica tem-se o índice de 0,125, ou seja, é rejeitada a hipótese de independência espacial, pode-se notar também que a variável apresenta correlação direta(positiva), indicando que os vizinhos apresentam comportamento semelhantes.

Para a variável Renal, tem-se um índice de 0,049, menor que da variável anterior, por ser muito próximo de zero, não possui indícios de rejeitar a hipótese nula, ou seja, não possui dependência espacial global.

Ao analisar a distribuição dos pontos no diagrama, pode-se notar que para a variável Neurológica existe uma contração dos pontos no centro, no entanto, apresentando maior aglomeração no 2º quadrante, ou seja, bairros que possuem quantidade baixa e seus vizinhos tem o mesmo comportamento.

Para a comorbidade Renal, tem-se os pontos mais distribuídos pelo diagrama, no entanto, pode-se notar mais concentração nos 2º e 4º quadrantes, em que o 2º indica baixo entre baixos e no 4º baixo entre altos, ou seja, bairros com quantidade baixa e seus vizinhos com comportamento diferente.

Figura 54 – Índice de Moran para as Comorbidades Neurológica e Renal

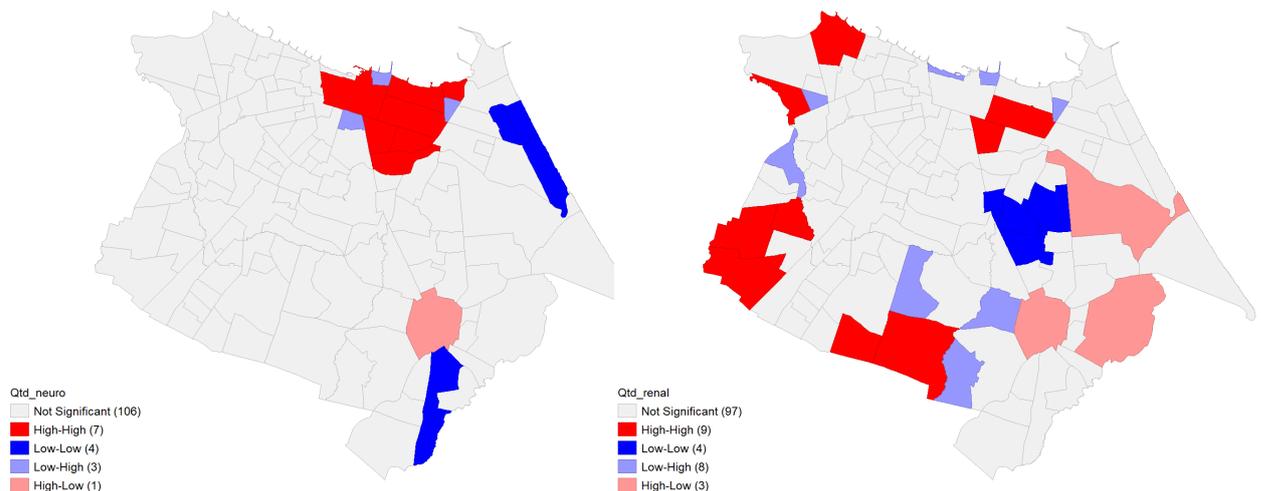


Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisar o índice de Moran local, através do Lisa Map, para a variável Neurológica pode-se notar concentração de bairros ao Norte da cidade, com característica de alto entre altos, ou seja, bairros que apresentam alta quantidade de pacientes neurológicos e que seus vizinhos apresentam o mesmo comportamento, sendo eles, Mucuripe, Joaquim Távora, Meireles, São João do Tauape, Centro, Aldeota e Dionísio Torres.

Para a variável Renal, tem-se uma maior quantidade de bairros classificados como alto entre altos, no entanto, estão mais distribuídos pelo mapa, sendo alguns deles, Aldeota, Prefeito José Walter, Granja Portugal e Barra do Ceará. Também tem-se uma concentração de 4 bairros classificados como baixo entre baixos, sendo eles, Jardim das Oliveiras, Aerolândia, Cidade dos Funcionários e Engenheiro Luciano Cavalcante.

Figura 55 – Lisa Map para as Comorbidades Neurológica e Renal



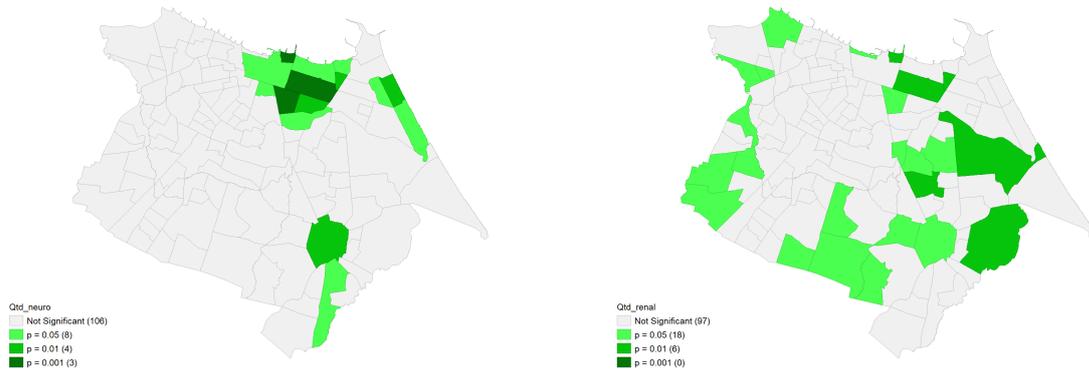
Fonte: Elaborado pela autora

Através do Lisa Map de significância, pode-se verificar a significância dos bairros, para a comorbidade Neurológica tem-se 15 bairros espacialmente significantes em suas localidades, no entanto, tem-se a concentração na parte norte dos bairros com o p-valor mais significativo de 0,001, que são os bairros, Joaquim Távora, Praia de Iracema e Aldeota.

Para a comorbidade Renal, mais bairros significantes, sendo 24, no entanto, nenhum bairro apresenta p-valor de 0,001, a maior quantidade de bairros é de p-valor 0,05, sendo alguns deles, Quintino Cunha, Genibaú, Jardim das Oliveiras, Conjunto Palmeiras e Parque Dois Irmãos.

Esse padrão pode estar sendo acarretado pela maior complexidade de diagnóstico para doenças neurológicas, sendo necessário poder aquisitivo maior. Já a comorbidade Renal possui maior acessibilidade, por isso a maior distribuição no município.

Figura 56 – Lisa Map para as Comorbidades Neurológica e Renal



Fonte: Elaborado pela autora

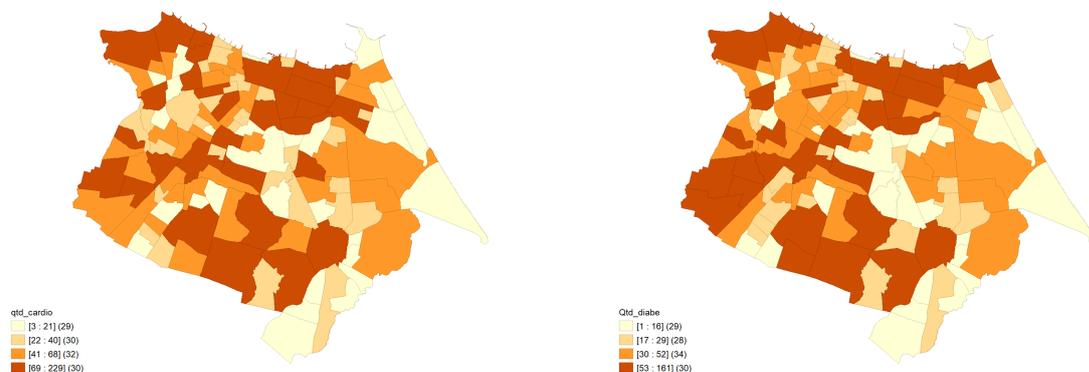
4.3.7.2 Cardiovascular e Diabetes

Nesta seção será analisado as comorbidades Cardiovascular e Diabetes, dado que são comorbidades mais comuns entre a população em geral foi optado por analisá-las juntas.

Ao observar a figura 57 pode-se notar, através do gráfico de quartil, certa semelhança na distribuição das cores, apresentando certa aleatoriedade. No entanto, para a variável Cardiovascular tem-se uma concentração de bairros na coloração mais escura na região norte, sendo alguns dos bairros, Aldeota, Fátima e Cocó, e na região Leste, com coloração laranja, sendo alguns dos bairros, Edson Queiroz, Sapiranga-Coité e Lagoa Redonda.

A Comorbidade Diabetes, também apresenta os padrões da variável anterior, no entanto, ela possui mais um padrão que difere da Cardiovascular, sendo a concentração na área Sul e Sudoeste, na tonalidade mais escura, sendo alguns dos bairros, Bonsucesso, Bom Jardim, Passaré e Planalto Ayrton Senna.

Figura 57 – Mapas georreferenciados através do Quartil para as Comorbidades Cardiovascular e Diabetes



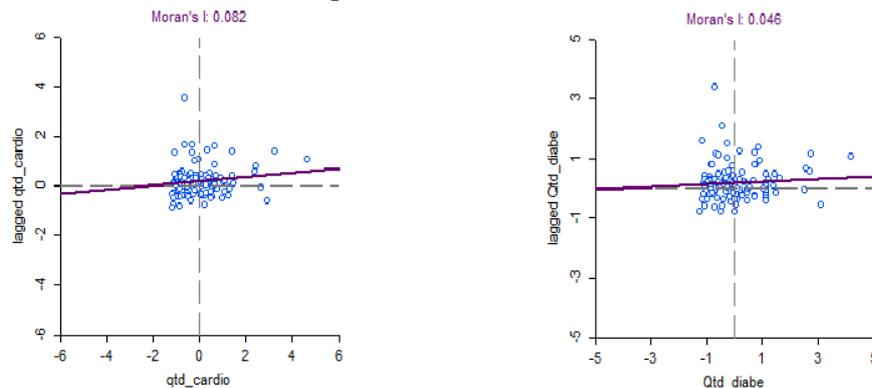
Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 58 tem-se o índice de Moran global, através do diagrama de espalhamento, a Comorbidade Cardiovascular apresentou índice de 0,082, valor muito próximo de zero, ou seja, não é rejeitada a hipótese de independência espacial global.

Para a Comorbidade Diabetes, tem-se o índice de 0,046, menor que da variável anterior, ainda mais próximo de zero, tem-se indícios para não rejeitar a hipótese nula, ou seja, os dados não possuem dependência espacial global.

Ao analisar a distribuição dos pontos no diagrama, para ambas as variáveis, existe uma concentração no centro do diagrama, no entanto, existe uma quantidade maior de pontos no 2º quadrante, ou seja, mais bairros tem quantidades baixas destas comorbidades e seus vizinhos apresentam o mesmo comportamento.

Figura 58 – Índice de Moran para as Comorbidades Cardiovascular e Diabetes



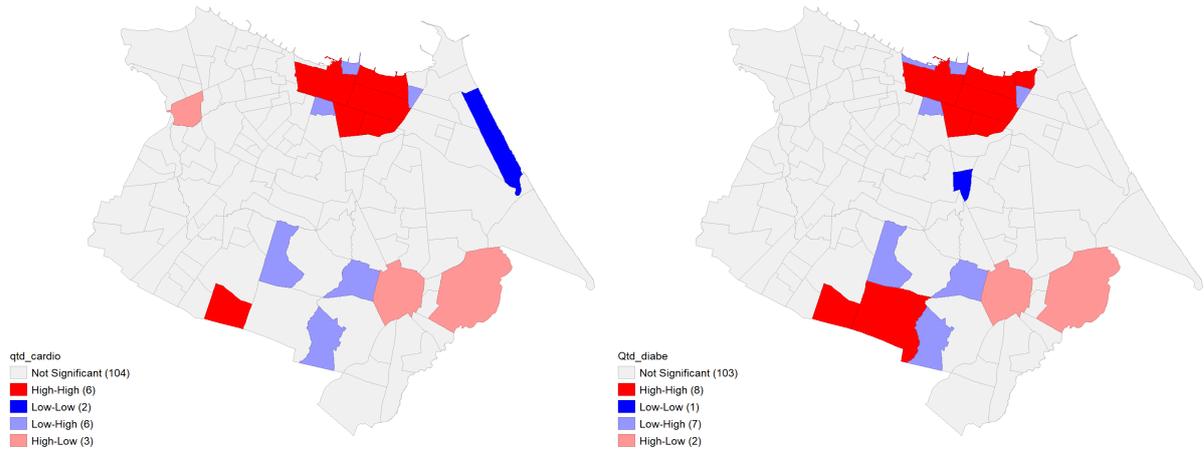
Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisar a figura 59 tem-se representado o índice de Moran local, através do Lisa Map, em que, é considerado dependência espacial de alguma região específica.

Pode-se notar que ambas as variáveis possuem regiões em destaque semelhantes, na parte norte do município, apenas dois bairros estão presentes na Diabetes, mas não estão na Cardiovascular, sendo eles, Mucuripe, com comportamento alto entre altos, e o Moura Brasil, com comportamento baixo entre altos.

Para a variável Diabetes, tem-se a região Sul se destacando com maior concentração de bairros alto entre altos, sendo eles, Planalto Ayrton Senna e o Prefeito José Walter.

Figura 59 – Lisa Map para as Comorbidades Cardiovascular e Diabetes

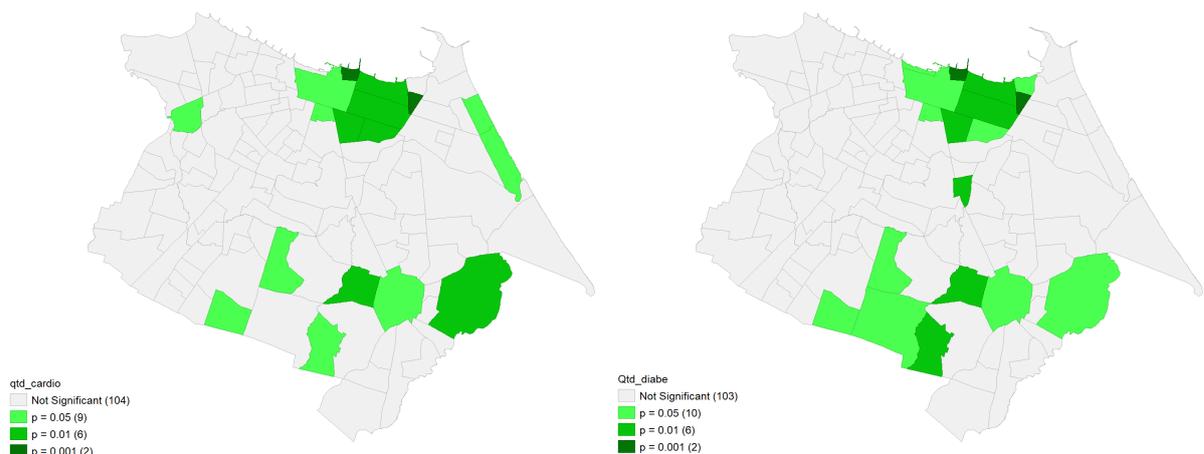


Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o Lisa Map de significância, tem-se a visão das regiões que são estatisticamente significantes, e novamente tem-se praticamente as mesmas regiões sendo significantes para as duas variáveis, exceto por três bairros que são diferentes entre elas, para Diabetes é a Praia do Futuro I, Praia do Futuro II e Antônio Bezerra, já para Cardiovascular é a Aerolândia, o Prefeito José Walter e o Mucuripe.

Para ambas as variáveis, a região com a maior significância, p-valor de 0,001, foram os bairros, Praia de Iracema e Varjota.

Figura 60 – Lisa Map para as Comorbidades Cardiovascular e Diabetes



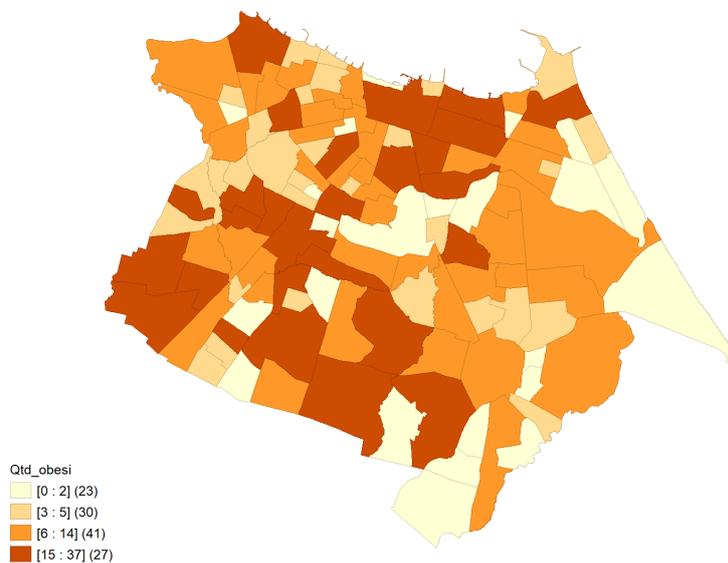
Fonte: Elaborado pela autora

4.3.7.3 Obesidade

Nesta seção será analisado como se comporta espacialmente a Comorbidade Obesidade, que apresenta letalidade de 62,21%.

Analisando a figura 61, através do gráfico de quartil, que está dividido em 4 intervalos, percebe-se muitas áreas com as cores mais escuras, com algumas concentrações nas regiões Norte, Sul e Sudoeste, sendo alguns dos bairros, Siqueira, Jangurussu e Meireles, e da tonalidade laranja no lado Leste, sendo alguns dos bairros, Edson Queiroz, Lagoa Redonda e Messejana.

Figura 61 – Mapa georreferenciado através do Quartil para a Comorbidade Obesidade

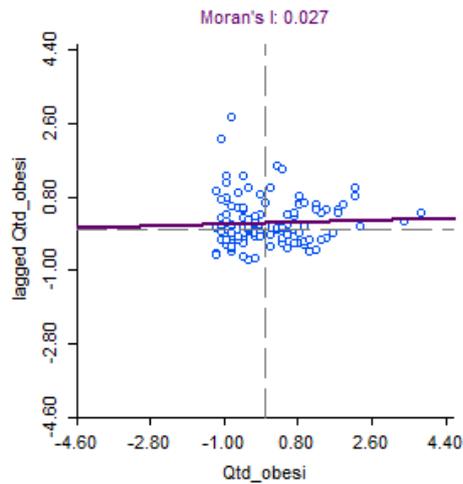


Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 62 tem-se o Índice de Moran global, através do diagrama de espalhamento, com índice de 0,027, por ele ser muito próximo a 0, não tem-se indícios para rejeitar a hipótese de independência espacial global.

Ao analisar a distribuição dos pontos no diagrama, pode-se ver que a maior parte dos pontos parece estar concentrada abaixo da reta, nos quadrantes 2 e 3, tendo o 2 características de baixo entre baixos, e o 3 de Alto entre baixos.

Figura 62 – Índice de Moran para a Comorbidade Obesidade

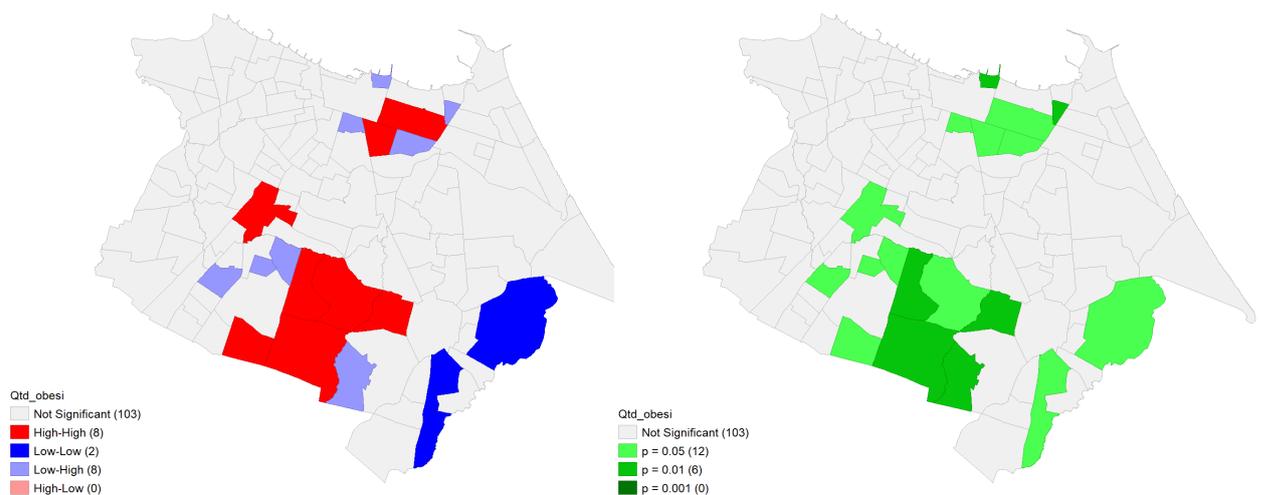


Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 63 pode-se identificar dependências locais, através do Lisa Map pode-se notar grande concentração de bairros com a característica de alto entre altos, sendo eles, Parque Dois Irmãos, Passaré, Barroso, Prefeito José Walter e Planalto Ayrton Senna.

Através do Lisa Map de significância pode-se ver que a maior parte dos bairros significantes tem p-valor de 0,05, sendo 12 bairros. Os bairros com maior significância, p-valor de 0,01, são, Parque Dois Irmãos, Praia de Iracema, Varjota, Prefeito José Walter, Barroso e Conjunto Palmeiras.

Figura 63 – Lisa Map para a Comorbidade Obesidade



Fonte: Elaborado pela autora

4.3.8 Comparação do Índice de Moran das Variáveis

Ao compararmos os índices de Moran Global, na tabela 2. das variáveis analisadas pode-se notar que três variáveis se destacaram, com os maiores índices, sendo elas, Positividade e Média de Habitantes por Casa e IDH.

A variável Taxa de óbitos apresenta comportamento diferente das demais, com o índice de Moran negativo, indicando que os bairros possuem características semelhantes a bairros distantes, do que seus vizinhos. E as variáveis Quantidade de Notificações, Quantidade de Casos, Taxa de Incidência, Quantidade de Óbitos, Letalidade, Taxa de Óbitos, Tempo Médio de Internação, Comorbidades Renais, Comorbidades Cardiovasculares, Comorbidade Obesidade e Comorbidade Diabetes, apresentaram índices extremamente baixos, próximos de zero, indicando não existir dependência espacial global.

Tabela 2 – Índice de Moran das Variáveis

Variáveis	Índice de Moran
Quantidade de notificações	0,001
Quantidade de casos	0,001
Positividade	0,510
Taxa de Incidência	0,029
Quantidade de Óbitos	0,054
Letalidade	0,096
Taxa de Óbitos	-0,046
Tempo Médio de Internação	0,014
Comorbidades Neurológicas	0,125
Comorbidades Renais	0,049
Comorbidades Cardiovasculares	0,082
Comorbidade Obesidade	0,046
Comorbidades Diabetes	0,027
IDH	0,604
Média de Habitantes por Casa	0,510

Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Através da metodologia apresentada, e dos resultados encontrados, ficou claro a importância da análise georreferenciada, com esse tipo de análise é possível ter diversos tipos de *insights* acerca da distribuição de ocorrências para diversas áreas. A acessibilidade dos *softwares* disponíveis hoje, é um diferencial para a análise espacial.

Esse trabalho, buscou entender como ocorreu o processo de disseminação da COVID-19 no município de Fortaleza através da análise espacial. Inicialmente, pela quantidade de dados, e as diversas fontes, foi necessário um trabalho árduo no tratamento dos dados, necessitando de diversos *softwares*, para somente depois começar realmente a análise espacial.

A partir dos resultados obtidos pode-se destacar os seguintes *insights*. Pode-se ver que o IDH e a média de habitantes por casa, possuem influência sobre a positividade nos bairros, sendo assim, visto que IDH mais baixos apresentaram maior positividade, e que maiores médias de habitantes também apresentaram maior positividade, notamos que bairros carentes, com menor acesso a saneamento, infraestrutura precária, menor acesso a saúde, tiveram uma maior positividade, que consiste na quantidade casos positivos por casos notificados.

A Letalidade apresentou dependência espacial, com grande zona no mapa com bairros baixos entre baixos, ou seja, bairros que possuem baixa letalidade estão próximos de outros bairros que também apresentam baixa letalidade. Ao analisar a taxa de incidência a visão mudou um pouco, pois os bairros que possuem maior positividade apresentaram menor taxa de incidência, sendo acarretado pela grande quantidade de habitantes nos bairros periféricos. Na taxa de óbitos houve uma correlação inversa, em que, os bairros se assemelham mais aos bairros distantes do que as bairros vizinhos.

Na análise das 5 comorbidades a região norte de Fortaleza se destacou, principalmente na neurológica, que possui diagnostico mais especializado, e as demais comorbidades que são mais populares apresentaram zonas significativas em diversas partes do município, principalmente na área de baixo do mapa.

É esperado que os resultados obtidos neste trabalho possam contribuir com a Prefeitura de Fortaleza, para saber em quais áreas devem ser concentrados os esforços para amenizar o impacto da pandemia. Para trabalho futuros, recomenda-se buscar detalhar as mudanças que aconteceram entre a 1ª e 2ª onda na capital, fazer comparativos entre as áreas mais afetadas por cada onda. Também poderia se pensar em estender o comparativo da cidade de Fortaleza com outras capitais do país.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. M. R.; SOUZA, A. S. R.; MELO, A. S. de O.; DELGADO, A. M.; FLORÊNCIO, A. C. M. C. da C.; OLIVEIRA, T. V. de; LIRA, L. C. S.; SALES, L. M. dos S.; SOUZA, G. A.; MELO, B. C. P. de; MORAIS Ítalo; KATZ, L. Covid-19 and pregnancy. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil [Online]**, v. 21, n. Suppl 2, p. 337–353, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9304202100S200002>.

ANALYTICS, D. **Dados COVID-19**. 2021. Disponível em: <https://dadoscoronavirus.dasa.com.br/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ANVISA, A. N. de V. S. **Anvisa aprova uso emergencial da vacina da Janssen**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/anvisa-aprova-uso-emergencial-da-vacina-da-janssen>. Acesso em: 03 jun. 2021.

ANVISA, A. N. de V. S. **Bulas: saiba mais sobre as vacinas autorizadas para uso emergencial**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/bulas-saiba-mais-sobre-as-vacinas-autorizadas-para-uso-emergencial>. Acesso em: 28 fev. 2021.

BEZERRA, R. C. R. **DECRETO Nº 14498, DE 18 DE SETEMBRO DE 2019**. 2019. Disponível em: <https://diariooficial.fortaleza.ce.gov.br/download-diario.php?objectId=workspace://SpacesStore/317a341a-8ee6-44d0-b8ad-1a9f1cb25451;1.0&numero=16590s>. Acesso em: 24 jun. 2021.

BRASIL, C. **Painel Coronavírus**. 2021. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 16**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 17**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 20**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 21**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 23**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 25**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 27**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 29**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 09 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 32**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 09 jun. 2021.

CEARÁ, G. do Estado do. **Boletins Epidemiológicos Nº 9**. 2021. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/boletins/>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CIOTTI, M.; CICCOCCHI, M.; TERRINONI, A.; JIANG, W.-C.; WANG, C.-B.; BERNARDINI, S. **The COVID-19 pandemic**. 57: 6, 365-388: *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F10408363.2020.1783198>.

DASA. **Teste de antígeno para COVID-19 é rápido e eficiente no diagnóstico de coronavírus**. 2021. Disponível em: <https://dasa.com.br/blog/coronavirus/teste-de-antigeno-covid-19/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

DIAS, V. M. de C. H.; CARNEIRO, M.; MICHELIN, L.; VIDAL, C. F. de L.; COSTA, L. A. T. J. da; FERREIRA, C. E. dos S.; ROSSETO-WELTER, E. A.; LINS, R. S.; KFOURI, R.; COSTA, S. F.; CUNHA, C. A. da; CHEBABO, A.; ROCHA, J. L. L.; BAHTEN, L. C. V.; SILVA, L. E. da; COHEN, R. V.; MOURA-NETO, J. A.; NASCIMENTO, M. M. do; OLIVEIRA, A. F.; RIBEIRO, H. S. de C.; RIBEIRO, R.; CARRILHO, C. M. D. de M. Testes sorológicos para covid-19: Interpretação e aplicações práticas. **Journal of Infection Control**, v. 9, n. 2, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Cohen/publication/343084804_Serological_tests_for_COVID-19_Interpretation_and_practical_applications/links/5f16275592851c1eff22189c/Serological-tests-for-COVID-19-Interpretation-and-practical-applications.pdf.

DOREMALEN, N. V.; BUSHMAKER, T.; MORRIS, D. H.; HOLBROOK, M. G.; GAMBLE, A.; WILLIAMSON, B. N.; TAMIN, A.; HARCOURT, J. L.; THORNBURG, N. J.; GERBER, S. I.; LLOYD-SMITH, J. O.; WIT, E. de; MUNSTER, V. J. Aerosol and surface stability of sars-cov-2 as compared with sars-cov-1. **New England Journal of Medicine**, v. 382, p. 1564–1567, 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. ISBN 85-7383-260-6.

ECONÔMICO, S. M. de D. **Desenvolvimento Humano, por bairro, em Fortaleza**. 2010. Disponível em: <http://salasituacional.fortaleza.ce.gov.br:8081/acervo/documentById?id=22ef6ea5-8cd2-4f96-ad3c-8e0fd2c39c98>. Acesso em: 04 jul. 2021.

FIO CRUZ. **Coronavirus**. 2020. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1438&sid=8>. Acesso em: 17 nov. 2020.

FLANAGAN, A. **Análise Espacial Análise de Padrões de área**. 2014. Disponível em: <https://www.slideserve.com/alban/an-lise-espacial-an-lise-de-padr-es-de-rea>. Acesso em: 28 jul. 2021.

FORTALEZA, P. de. **A Cidade**. 2021. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/a-cidade>. Acesso em: 24 jun. 2021.

FORTALEZA, P. de. **Fortaleza em mapas**. 2021. Disponível em: <https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/#/>. Acesso em: 17 ago. 2021.

G1. **Mapa da vacinação contra Covid-19 no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://especiais.g1.globo.com/bemestar/vacina/2021/mapa-brasil-vacina-covid/>. Acesso em: 22 ago. 2021.

IBGE, I. B. de Geografia e E. **Índice de Desenvolvimento Humano**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/pesquisa/37/0?tipo=ranking>. Acesso em: 04 jul. 2021.

IBGE, I. B. de Geografia e E. **Fortaleza**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>. Acesso em: 24 jun. 2021.

IBGE, I. B. de Geografia e E. **História**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/historico>. Acesso em: 03 jul. 2021.

IBGE, I. B. de Geografia e E. **Projeção da População**. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/box_popclock.php. Acesso em: 08 jul. 2021.

MARES, G. V. **Bairros de Fortaleza e municípios do Ceará registram festas de réveillon nas ruas com aglomeração de pessoas**. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2021/01/01/bairros-de-fortaleza-e-municipios-do-ceara-registram-festas-de-reveillon-nas-ruas-com-aglomeracao-de-pessoas.ghtml>. Acesso em: 11 jul. 2021.

MEDICINE, J. H. U. . **COVID-19 Dashbord**. 2021. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Acesso em: 09 jul. 2021.

MINAS, E. de. **Tudo sobre o coronavírus - Covid-19: da origem à chegada ao Brasil**. 2021. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2020/02/27/interna_nacional,1124795/tudo-sobre-o-coronavirus-covid-19-da-origem-a-chegada-ao-brasil.shtml. Acesso em: 03 jun. 2021.

MORAWSKA, L.; TANG, J. W.; BAHNFLETH, W.; BLUYSSSEN, P. M.; BOERSTRA, A.; BUONANNO, G.; CAO, J.; DANCER, S.; FLOTO, A.; FRANCHIMON, F.; HAWORTH, C.; HOGELING, J.; ISAXON, C.; JIMENEZ, J. L.; KURNITSKI, J.; LI, Y.; LOOMANS, M.; MARKS, G.; MARR, L. C.; MAZZARELLA, L.; MELIKOV, A. K.; MILLER, S.; MILTON, D. K.; NAZAROFF, W.; NIELSEN, P. V.; NOAKES, C.; PECCIA, J.; QUEROL, X.; SEKHAR, C.; SEPPÄNEN, O.; TANABE, S. ichi; TELLIER, R.; THAM, K. W.; WARGOCKI, P.; WIERZBICKA, A.; YAO, M. How can airborne transmission of covid-19 indoors be minimised? **Environment International**, v. 142, n. 105832, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>.

MUNICÍPIO, C. e Ouvidoria Geral do. **Coleção Legislação COVID-19**. 2020. Disponível em: <https://ms.dados.sms.fortaleza.ce.gov.br/VADECOVID2020.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2021.

NORDESTE, D. do. **Aglomerções nas eleições no Ceará já resultaram em mais de dez condenações na Justiça**. 2020. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/politica/aglomeracoes-nas-eleicoes-no-ceara-ja-resultaram-em-mais-de-dez-condenacoes-na-justica-1.3069437>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ONLINE, O. P. **Lockdown em Fortaleza: Camilo anuncia fechamento de comércio e serviços**. 2021. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/coronavirus/2021/03/03/fortaleza-volta-a-entrar-em-lockdown--anuncia-governador-camilo-santana.html>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ORGANIZACAO MUNDIAL DE SAÚDE. **Timeline of WHO's response to COVID-19.** 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/29-06-2020-covidtimeline>. Acesso em: 19 nov. 2020.

PNUD, P. das Nações Unidas para o D. **Índice de Desenvolvimento Humano.** 2010. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos.html>. Acesso em: 04 jul. 2021.

RIBEIRO, B. M. G. **SER-301: ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS.** 2008. Disponível em: http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=ser301:barbaragiacom_relatorio_anespacial-lab03.pdf. Acesso em: 12 ago. 2021.

SAÚDE, S. de Vigilância em. **plano-nacional-de-vacinacao-covid-19-de-2021.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/23/plano-nacional-de-vacinacao-covid-19-de-2021>. Acesso em: 08 jul. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: <https://portaldajuventude.fortaleza.ce.gov.br/uploadedfile/upload/595/boletim-coronavirusfortaleza08jan1610144277379.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: <https://portaldajuventude.fortaleza.ce.gov.br/uploadedfile/upload/600/boletim-covid19se320211611353060705.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: https://saude.fortaleza.ce.gov.br/images/coronavirus/PDFS/Informe-semanal-COVID-19-SE-6-2021_.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: https://saude.fortaleza.ce.gov.br/images/coronavirus/PDFS/Informe-semanal-COVID-19-SE-8-2021-SMS-FORTALEZA-CE_compressed.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: https://saude.fortaleza.ce.gov.br/images/coronavirus/PDFS/Informe-semanal-COVID-19-SE-9-2021-SMS-Fortaleza-CE_compressed.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: https://saude.fortaleza.ce.gov.br/images/coronavirus/PDFS/Informe-semanal-COVID-19-SE-12-2021-SMS-Fortaleza-CE_compressed.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: https://saude.fortaleza.ce.gov.br/images/coronavirus/PDFS/Informe-semanal-COVID-19-SE-14-2021_SMS-FORTALEZA-CE_compressed.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

SAÚDE, S. M. de. **Boletins Epidemiológicos.** 2021. Disponível em: <https://dados.sms.fortaleza.ce.gov.br/down/MS/17%c2%aaInforme%20semanal%20COVID-19%20SE%2017%c2%aa%202021-SMS%20Fortaleza-CE.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SUS, I. **Indicadores.** 2021. Disponível em: <https://integrasus.saude.ce.gov.br/#!/indicadores/indicadores-coronavirus/coronavirus-ceara>. Acesso em: 07 ago. 2021.

- TANG, Y.-W.; SCHMITZ, J. E.; PERSING, D. H.; STRATTON, C. W.; MCADAM, A. J. Laboratory diagnosis of covid-19: Current issues and challenges. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 58, n. 6, 2020. Disponível em: <http://jcm.asm.org/content/58/6/e00512-20.abstract>.
- VELAVAN, T. P.; MEYER, C. G. The covid-19 epidemic. **Tropical medicine international health: TM IH**, v. 25, n. 3, p. 278–280, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tmi.13383>.
- WANG, B.; LI, R.; LU, Z.; HUANG, Y. Does comorbidity increase the risk of patients with covid-19: evidence from meta analysis. **Aging** **12**, v. 7, p. 6049–6057, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18632/aging.103000>.
- WHO, W. H. O. **Timeline: WHO's COVID-19 response**. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline#event-79>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- WIKIPÉDIA. **Ficheiro:Mapa fortaleza regionais atualizada.png**. 2021. Disponível em: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Mapa_fortaleza_regionais_atualizada.png. Acesso em: 08 jul. 2021.
- ZHOU, Y.; YANG, Q.; CHI, J.; DONG, B.; LV, W.; SHEN, L.; WANG, Y. Comorbidities and the risk of severe or fatal outcomes associated with coronavirus disease 2019: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 99, p. 47–56, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971220305725>.