

**UNIVERSIDADE BRASIL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**  
**CAMPUS ITAQUERA**

**GLAUBER BEZERRA MACEDO**

**ANÁLISES EPIDEMIOLÓGICA E ESPACIAL DA COVID-19 NO**  
**ESTADO DO PIAUÍ**

**EPIDEMIOLOGICAL AND SPACE ANALYSIS OF COVID-19 IN THE**  
**STATE OF PIAUÍ**

São Paulo – SP  
2021

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA BIOMÉDICA**

**GLAUBER BEZERRA MACEDO**

**ANÁLISES EPIDEMIOLÓGICA E ESPACIAL DA COVID-19 NO  
ESTADO DO PIAUÍ**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Prof (a). Dr (a). Carla Roberta Tim  
**Orientador(a)**

Prof (a). Dr (a). Lívia Assis Garcia  
**Coorientador(a)**

São Paulo – SP  
2021

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

M121a      MACEDO, Glauber Bezerra

Análises epidemiológica e espacial da Covid-19 no Estado do Piauí / Glauber Bezerra Macedo. -- São Paulo: Universidade Brasil, 2021.

68 f.: il. color.

Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-graduação do Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Brasil.

Orientação: Profa. Dra. Carla Roberta Tim.

Coorientação: Profa. Dra. Livia Assis Garcia.

1. COVID-19. 2. Coronavírus. 3. Epidemiologia. 4. Análise espacial. I. Tim, Carla Roberta. II. Garcia, Livia Assis. III. Título.

CDD 620.82

# TERMO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE  
BRASIL

## TERMO DE APROVAÇÃO

GLAUBER BEZERRA MACEDO

**"ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CASOS E ÓBITOS DO COVID-19  
NO ESTADO DO PIAUÍ"**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica** da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Prof.(a). Dr.(a) Carla Roberta Tim (presidente-orientadora)

Prof.(a). Dr.(a) Nivaldo Antonio Parizotto (UNIVERSIDADE BRASIL)

Prof.(a). Dr(a) Alyne Leal de Alencar Luz (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI)

São Paulo, 20 de agosto de 2021

**Presidente da Banca Prof(a). Dr(a) Carla Roberta Tim**

Houve alteração do Título: sim ( ) não (X):

---

---

---

FOLHA DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DO TEXTO NA PÁGINA  
UNIVERSIDADE BRASIL E CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES DA  
CAPES E REPRODUÇÃO DO TRABALHO



UNIVERSIDADE  
BRASIL

**Termo de Autorização**

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **"ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CASOS E ÓBITOS DO COVID-19 NO ESTADO DO PIAUÍ"**

Houve alteração do Título: sim ( ) não (X)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Autor(es):

Discente: **Glauber Bezerra Macedo**

Assinatura: *Glauber Bezerra Macedo*

Orientador(a): **Profa. Dra. Caria Roberta Tim**

Assinatura: *Caria Roberta Tim*

Coorientador(a): **Prof. Dra. Livia Assis Garcia**

Assinatura: *Livia Assis Garcia*

Data: 20/08/2021

*“Este meu trabalho resume-se a GRATIDÃO. Gratidão aos meus pais, por nunca terem medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade, durante todo o meu período escolar. À eles dedico esta conquista, toda a minha história, minha vida.”*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ter me permitido, neste cenário de pandemia que ora vivemos, aproveitar esta oportunidade com saúde, determinação, coragem e força para não desanimar, frente aos obstáculos, na realização deste trabalho.

Aos meus pais, Hildebrando Macedo Filho e Marilene de S. B. Macedo, pelo apoio incondicional e amparo constante. Vocês são o meu Porto Seguro.

Minha esposa Itatiana Alves de S. Macedo e minha filha Sueny Lara C. Macedo pelo amor, incentivo e compreensão dedicados a mim, nesta trajetória.

Minhas irmãs Daniela B. Macedo e Juliana B. Macedo por serem meus pilares de sustentação nas muitas dúvidas e fraquezas, nesta e em todas as minhas empreitadas.

Minha querida sobrinha Lohane B. M. L. que completa minha base e fortalece a razão do meu existir.

Ao meu cunhado Claudio Scott Bortoleto, pelas contribuições científicas.

A Anderson Fluentes, pela sua prontidão e disponibilidade em contribuir com a pesquisa.

A minha orientadora, Carla Tim e demais professores da Universidade Brasil, pelos conselhos, ensinamentos e correções que fomentaram meu crescimento profissional.

Aos membros da qualificação e banca examinadora, pelas valiosas contribuições.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro.

Enfim, aos demais familiares e amigos que contribuíram, direto ou indiretamente, para a realização deste meu projeto.

Sou só alegria!

**OBRIGADO!**

*"Se avexe não amanhã pode acontecer tudo inclusive nada, se avexe não a lagarta rasteja até o dia em que cria asas, se avexe não que a burrinha da felicidade nunca se atrasa, se avexe não amanhã ela para na porta da tua casa, se avexe não toda caminhada começa com o primeiro passo, a natureza não tem pressa segue seu compasso, inexoravelmente chega lá..."*

*(Flávio José)*

## RESUMO

O surgimento de um novo coronavírus em humanos, diagnosticado pela primeira vez no ano de 2019, tem causado muitos óbitos e graves consequências econômicas e psicossociais. Por meio de ferramentas estatísticas e técnicas associadas às tecnologias geográficas, está sendo desenvolvido este estudo ecológico, analítico e exploratório, cujo objetivo é realizar análises epidemiológicas e espaciais da distribuição dos casos confirmados e dos óbitos por doença do Coronavírus 2019 (do inglês, *Coronavirus Disease 2019 - COVID-19*), no ano de 2020, no estado do Piauí, Brasil. As variáveis elencadas foram obtidas via banco de dados do IBGE e SESAPI. Foram incluídos no estudo todos os casos e os óbitos confirmados com infecção por COVID-19 que foram notificados no ano de 2020 no referido estado. Nas análises epidemiológicas foram realizadas estatísticas descritivas e nas análises espaciais, foram construídos mapas utilizando técnicas de geoprocessamento, através das análises estatísticas de *Moran Global e Local*. Os resultados evidenciaram que, no ano de 2020, foram notificados 143.179 casos confirmados e 2.840 óbitos causados por COVID-19 no Piauí. Observou-se maior percentual de casos em indivíduos do sexo feminino, adultos jovens, e os óbitos em idosos, do sexo masculino, com doenças crônicas. A capital Piauiense liderou o número de casos e de óbitos pela doença devido, provavelmente, à alta densidade populacional. Entretanto, quando se considera os coeficientes de incidência e mortalidade de COVID-19, as maiores taxas do estado foram registradas nos municípios de União e Água Branca, respectivamente. A análise espacial dos casos evidenciou *clusters* de padrão Alto-Alto de casos da doença na região metropolitana de Teresina, região entre Rios e na região do Tabuleiros do Alto do Parnaíba. Um *clusters* Alto-alto para mortalidade foi verificado em municípios localizados na região do Entre Rios e Vale do Sambito. As análises realizadas proporcionaram a visualização de aglomerados espaciais e a identificação de áreas vulneráveis, fornecendo informações que não seriam visualizadas trabalhando apenas com dados tabulares.

**Palavras-chave:** COVID-19, Coronavírus, Epidemiologia, Análise espacial.

## ABSTRACT

The emergence of a new coronavirus in humans, first diagnosed in 2019, has many deaths and serious survival and psychosocial consequences. Through statistical tools and techniques associated with geographic technologies, this ecological, analytical and exploratory study is being developed, whose general objective is to carry out epidemiological and spatial analyzes of the distribution of confirmed cases and deaths from Coronavirus 2019 disease (Coronavirus Disease 2019 - COVID-19), in the year 2020, in the state of Piauí, Brazil. The variables listed are being assigned via the IBGE and SESAPI database. All confirmed cases and deaths with COVID-19 infection that were reported in 2020 in that state were included in the study. In the epidemiological analyzes descriptive statistics were carried out and in the spatial analyzes, maps are being constructed using geoprocessing techniques, through the statistical analysis of Moran Global and Local. Preliminary results showed that, in 2020, 143,179 confirmed cases and 2,840 deaths caused by COVID-19 were reported in Piauí. A higher percentage of cases was observed in relation to females, young adults, and deaths in elderly, males, with chronic diseases. The capital Piauiense led the number of cases and deaths from the disease, probably due to the high population density. However, when considering the incidence and mortality coefficients of COVID-19, the highest rates in the state were considered in the municipalities of União and Água Branca, respectively. The spatial analysis of the cases showed clusters of high-high pattern of cases of the disease in the metropolitan region of Teresina, the region between Rios and the region of Tabuleiros do Alto do Parnaíba. A high-high cluster for mortality was verified in fillings in the region of Entre Rios and Vale do Sambito. The analyzes performed provided the visualization of spatial clusters and an identification of vulnerable areas, resulting in information that was not visualized working only with tabular data.

**Keywords:** COVID-19, Coronavirus, Epidemiology, Spatial analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica do Piauí e limites territoriais.....	25
Figura 2: Piauí - Territórios de Desenvolvimento, com a localização do município de Teresina.....	26
Figura 3: Distribuição dos casos confirmados de COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N=143.179). Piauí/ Brasil, 2020.....	34
Figura 4: Autocorrelação local da incidência dos casos confirmados de COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N=143.179). Piauí/ Brasil, 2020.....	35
Figura 5: Distribuição dos óbitos por COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N=2.840). Piauí/ Brasil, 2020.....	36
Figura 6: Autocorrelação local da mortalidade da COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N: 2.840). Piauí/ Brasil, 2020.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sinais e sintomas do COVID-19, por classificação.....	19
Tabela 2: Caracterização dos casos confirmados e óbitos por COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020, segundo sexo e faixa etária. Piauí/Brasil, 2020.....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Frequência de comorbidades ou fatores de risco entre os óbitos confirmados de COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020. (N=2.840). Piauí/Brasil, 2020.....	33
---	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APS	Atenção Primária à Saúde
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNES	Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde
CONEP	Conselho Nacional de Ética em Pesquisa
CoV	Coronavírus
COVID-19	Coronavírus disease 2019
DATA-SUS	Departamento de Informática do SUS
DO	Declaração de óbito
ESPIN	Emergência de saúde pública de importância nacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de desenvolvimento humano
LISA	<i>Local Indicators of Spatial Association</i>
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
SARSCov	Coronavírus da síndrome respiratória aguda
SARS-CoV-2	Síndrome respiratória aguda grave <i>coronavírus 2</i>
SES	Secretaria de Estado da Saúde
SESAPI	Secretaria de Estado da Saúde do Piauí
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SG	Síndrome Gripal
SINAN	Sistema Nacional de Agravos de Notificação
SDRA	Síndrome do desconforto respiratório agudo
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
V.E	Vigilância Epidemiológica

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Km	Quilometro
rpm	Rotação po minuto

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
2 OBJETIVOS .....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	18
3.1 ASPECTOS GERAIS DA COVID-19.....	18
3.2 ANÁLISES ESPACIAIS DE DADOS EM SAÚDE PÚBLICA .....	21
3.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DO PIAUÍ.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	28
4.1 ASPECTOS ÉTICOS .....	28
4.2 TIPO DE ESTUDO.....	28
4.3 PERÍODO E LOCAL DE ESTUDO.....	28
4.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA E POPULAÇÃO DO ESTUDO .....	29
4.5 COLETA DE DADOS E VARIÁVEIS DO ESTUDO.....	29
4.6 ANÁLISES DOS DADOS.....	30
5 RESULTADOS.....	32
6 DISCUSSÕES.....	38
7 CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO A- ARTIGO PUBLICADO.....	50
ANEXO B- VALORES ÍNDICE DE MORAN LOCAL DA INCIDÊNCIA DA COVID-19 NO PIAUÍ .....	51
ANEXO C- VALORES ÍNDICE DE MORAN LOCAL DA MORTALIDADE POR COVID-19 NO PIAUÍ.....	59

## 1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, foi registrado em Wuhan, capital da província de Hubei, na China, casos de uma pneumonia de origem desconhecida, que levaram a detecção de um novo coronavírus (SARS-CoV-2), responsável pela doença que foi denominada *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19) (ZHU *et al.*, 2019; HUANG *et al.*, 2020a; THOMPSON, 2020; NOVEL, 2020). Devido a sua transmissibilidade e alto potencial de disseminação, os casos alastraram-se rapidamente em todos os continentes e a doença foi declarada Emergência de Saúde Pública de Interesse Internacional (ESPII), em 30 de janeiro de 2020; e “pandemia de COVID-19”, em 11 de março de 2020 (OMS, 2020a). Até 31 de dezembro de 2020, o mundo registrou 83.522.000 de casos confirmados e 1.826.000 de mortes por COVID-19 (WHO, 2020b).

Suas características epidemiológicas ainda não estão totalmente determinadas, mas sabe-se que se trata de um vírus infeccioso, com alta prevalência e ampla distribuição (LIPSITCH *et al.*, 2020). Sua transmissão ocorre através da disseminação de partículas virais, provenientes do trato respiratório superior de indivíduos contaminados, por meio do ar, água e superfícies contaminadas (LAI *et al.*, 2020; VAN *et al.*, 2020). O vírus pode permanecer viável de hora a dias, a depender do ambiente, material e fatores físico-químicos, como temperatura e pH, onde se encontra (KEMPF *et al.*, 2020). Por se tratar de uma doença altamente transmissível, as análises dos dados são fundamentais para conhecimento da situação epidemiológica local (DOS SANTOS; MENDES, 2020). Desde o seu surgimento, esse vírus tem causado consequências psicossociais e econômicas devastadoras, impactando a realidade humana em suas diferentes dimensões e complexidades.

As estatísticas evidenciam o aumento progressivo dos casos de COVID-19 e através de análises espaciais, método este muito utilizado em saúde coletiva, é possível detectar aglomerados da doença, o que contribui para o diagnóstico situacional e planejamento de ações pelos serviços de saúde (KANG *et al.*, 2020). Em se tratando de uma doença pandêmica, considera-se

importância dessa ferramenta como suporte para implementação de medidas de controle (BELFORTE *et al.*, 2020; CARDOSO *et al.*, 2020).

Utilizando os Sistemas de informações geográficos (SIG), por meio de técnicas computacionais, é possível vincular as análises epidemiológicas aos territórios, realizar estatísticas e desenvolver mapeamento da ocorrência de *cluster* (MALTA *et al.*, 2001; BRITO *et al.*, 2017). Através dessas análises é possível ainda, desenvolvimento de modelos para prever o risco de doença e infestação territorial, mapeando as condições ambientais e sociais associadas a tais padrões e a identificação de predisposição para ocorrência dessa doença (CHIARAVALLOTI-NETO, 2017).

Nesse contexto, as análises dos dados, tais como número de pacientes diagnosticados e dos óbitos, são fundamentais para conhecimento da situação epidemiológica local, o que contribui para definição de ações prioritárias de acordo com a situação de cada município, favorecendo o controle dessa doença.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

- Analisar a distribuição espacial dos casos diagnosticados e dos óbitos ocorridos por COVID-19, no ano de 2020, no estado do Piauí, Brasil.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar por meio de variáveis sociodemográficas e epidemiológicas os casos e os óbitos ocorridos por COVID-19, no ano de 2020, no estado do Piauí.
- Verificar variações na incidência dos casos de COVID-19, no ano de 2020, entre os municípios do Piauí.
- Verificar variações na mortalidade por COVID-19, no ano de 2020, entre os municípios do Piauí.
- Identificar a formação de *clusters* dos casos e óbitos por COVID-19, no ano de 2020, no estado do Piauí.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS DA COVID-19

Coronavírus (CoV) é um grupo de vírus que causam doenças envolvendo os sistemas respiratórios, entérico, hepático e neurológico, com gravidade variável. A maioria dos coronavírus causa doença em animais. No entanto, sete tipos de CoV são conhecidos por causar doença em seres humanos (HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, SARS-CoV, MERS-CoV e SARS-CoV-2) (CHENG; SHAN, 2020). Estes CoV, tradicionalmente, causavam uma baixa porcentagem de infecções respiratórias anuais. Entretanto, nos últimos 20 anos, com a identificação do SARS-CoV e do MERS-CoV, denominadas de síndrome respiratória aguda grave e síndrome respiratória do Oriente Médio, respectivamente, e mais recentemente o novo Coronavírus, SARS-CoV-2, objeto deste estudo, ocorreram o aumento do número das infecções por CoV (ZUMLA *et al.*, 2016; CHANNAPPANAVAR *et al.*, 2014; CHENG *et al.*, 2007).

A doença causada pelo SARS-CoV-2, do gênero *Betacoronavírus*, foi denominada Coronavírus Disease 2019 (COVID-19) (GORBALENYA *et al.*, 2020; ZHU, 2020). Trata-se de uma doença transmissível onde as evidências atuais apontam que o principal mecanismo de transmissão está associado principalmente ao contato entre indivíduos através de gotículas respiratórias (gotícula de *Flügge*) ou contato com objetos e superfícies contaminados (LAI *et al.*, 2020).

Os pacientes com COVID-19 desenvolvem principalmente infecções respiratórias e a doença pode ter desfechos leves a graves, podendo atingir vários órgãos (HUANG *et al.*, 2020b). Suas manifestações clínicas são variáveis podendo haver casos assintomáticos, manifestações clínicas leves, similares a um resfriado ou a uma Síndrome Gripal (SG), até uma pneumonia severa, síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), choque e disfunção de múltiplos órgãos (GORBALENYA *et al.*, 2020; ZHU *et al.*, 2020).

Segundo o Ministério da Saúde as pessoas com COVID-19 podem se apresentar clinicamente com sintomas leves, moderados e graves (BRASIL, 2020), conforme quadro a seguir:

Tabela 1: Sinais e sintomas do COVID-19, por classificação

<b>Classificação dos sinais e sintomas por grupo</b>	<b>Leve</b>	<b>Moderado</b>	<b>Grave</b>
<b>Adultos, gestantes e crianças</b>	Síndrome gripal: tosse, dor de garganta ou coriza seguido ou não de: –Anosmia (disfunção olfativa) –Ageusia (disfunção gustatória) – Coriza – Diarreia – Dor abdominal – Febre – Calafrios – Mialgia – Fadiga – Cefaleia	- Tosse persistente + febre persistente diária  <b>OU</b>  - Tosse persistente + piora progressiva de outro sintoma relacionado à COVID-19 (adinamia, prostração, hiporexia, diarreia)  <b>OU</b>  - Pelo menos um dos sintomas acima + presença de fator de risco	<b>Adultos e gestantes:</b> Síndrome respiratória aguda grave – síndrome gripal que apresente: Dispneia/desconforto respiratório OU Pressão persistente no tórax OU Saturação de O <sub>2</sub> menor que 95% em ar ambiente OU Coloração azulada de lábios ou rosto *Importante: em gestantes, observar hipotensão. <hr/> <b>Crianças:</b> Taquipneia: ≥ 70 rpm para menores do que 1 ano; ≥ 50 rpm para crianças maiores do que 1 ano; – Hipoxemia; – Desconforto respiratório; – Alteração da consciência; – Desidratação; – Dificuldade para se alimentar; – Lesão miocárdica; – Elevação de enzimas hepáticas – Disfunção da coagulação; rabdomiólise; – Qualquer outra manifestação de lesão em órgãos vitais.

Fonte: Ministério da Saúde

A maioria dos pacientes progride com um bom prognóstico, sendo que idosos e pessoas com comorbidades, como doenças cardíacas, doenças respiratórias e diabetes, têm maior risco de desenvolver a forma grave, podendo evoluir para óbito (GUO *et al.*, 2020).

Os casos confirmados de COVID-19, são diagnosticados por meio de critérios clínicos, clínicos-epidemiológicos, clínico-imagem ou por critério laboratorial, sendo este último considerado o padrão ouro, não excluindo, no entanto, os demais critérios de confirmação (BRASIL, 2020a).

Considera-se óbito confirmado de coronavírus, morte informada na Declaração de Óbito (DO) no contexto da doença pelo coronavírus 2019 (COVID-19), quando no atestado médico da DO, houver uma sequência de eventos que se inicia com COVID-19 ou constar apenas que o óbito ocorreu por COVID-19, onde o codificador aloca o código B34.2 (Infecção por coronavírus de localização não especificada), ou ainda códigos U07.1 (COVID-19, vírus identificado) e U07.2 (COVID-19, vírus não identificado, clínico-epidemiológico), definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Devido à situação de prioridade na emergência de saúde pública de importância nacional (ESPIN), os dados da DO são digitados no sistema de informação de Mortalidade (SIM), em até 48 horas, conforme solicitação do Ministério da Saúde (BRASIL, 2020a).

Os casos da doença são notificados no Sistema de Vigilância de Síndromes Respiratórias Agudas. Esse sistema foi criado em 2000 com a finalidade de monitoramento da circulação do vírus influenza no país, a partir de uma rede de Vigilância Sentinela de Síndrome Gripal (SG), e em 2009, com a pandemia pelo vírus influenza A (H1N1), foi implantada a vigilância de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG). A notificação é realizada em todo o território nacional por profissionais e instituições de saúde do setor público ou privado, segundo a legislação nacional vigente e deve ocorrer dentro de um prazo de 24 horas (BRASIL, 2020a).

Desde os primeiros casos da doença no Brasil, o Ministério da Saúde demonstra preocupações na capacidade do Sistema Único de Saúde (SUS) em atender o aumento da demanda gerada pela doença. O impacto econômico da pandemia, associado a desigualdades geográficas e disparidades sociais, agravaram a crise na saúde e expuseram as fragilidades do sistema, dificultando mais ainda a promoção, proteção e recuperação à saúde.

Até o momento, não existe tratamento específico para doença. A vacinação, associada ao isolamento social, adoção de medidas de higiene básica, o uso de equipamentos de proteção (máscaras e luvas) e aplicação de

testes para identificação das pessoas contaminadas são as orientações para conter a doença.

Preocupações são evidenciadas de forma constante com o colapso dos sistemas de saúde das diferentes regiões. A velocidade e a capacidade de disseminação da COVID-19 impõem uma série de desafios semanais, ou até mesmo diários, à saúde pública, dificultando a tomada de decisão por parte das autoridades em suas diferentes esferas de governo.

A dificuldade em compreender a dinâmica espacial da doença em escala local também constitui um desafio da doença e é nesse aspecto que reside a maior contribuição do geoprocessamento para a saúde pública.

### 3.2 ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA DE DADOS DE ÁREA

Atualmente, as análises espaciais são amplamente difundidas na área da saúde, especificamente na área da epidemiologia.

No contexto de doenças, a maioria dos dados são disponibilizados através de variáveis que se referem a uma contagem (enumeração), a uma taxa, ou a um índice, que geralmente se apresentam de forma agregada por unidade de área, tais como estado, municípios, bairros, etc. Através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é possível a visualização desses eventos em forma de mapas temáticos, e utilizando técnicas de análises espaciais pode-se verificar a aleatoriedade ou não desses dados.

As técnicas de análise exploratória visam a identificar a estrutura de correlação espacial, ou seja, a medida estatística, associada à covariância espacial, que melhor descreva os dados, a fim de estimar a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas. Como explica Almeida, Perobelli e Ferreira (2008, p.1),

“A análise exploratória de dados espaciais (AEDE) trata diretamente de efeitos decorrentes da dependência espacial e da heterogeneidade espacial. Em outras palavras, o objetivo desse método é descrever a distribuição espacial, os padrões de associação espacial (*clusters* espaciais), verificar a existência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade

especial (não estacionariedade) e identificar observações atípicas (outliers)".

Para tanto, uma das ferramentas disponíveis é o *Índice de Moran*. O *Índice de Moran* é uma medida global que serve para avaliar a interdependência espacial entre todos os polígonos da área de estudo. Ele apresenta apenas um valor único como medida de associação espacial para toda a área analisada, variando de -1 a 1, e verifica se áreas vizinhas apresentam eventos similares maiores do que o esperado de forma aleatória. O Índice Moran Global é calculado através da equação abaixo (MONTEIRO *et al.*, 2004):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - z_m)(z_j - z_m)}{\sum_{i=1}^n (z_i - z_m)^2}$$

Onde  $n$  é o número de áreas,  $z_i$  é o valor do atributo considerado na área  $i$ ,  $z$  é o valor médio do atributo na região de estudo e  $w_{ij}$  são os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial.

Na interpretação dos resultados, os valores positivos, indicam que a autocorrelação espacial positiva, que sinaliza para existência de similaridade entre áreas vizinhas. O valor zero indica ausência de autocorrelação espacial. Já os valores negativos apresentam autocorrelação espacial negativa e indicam que há um processo de repulsão entre as variáveis nas áreas estudadas, não havendo similaridade. De uma forma geral, valores positivos (entre 0 e + 1) indicam para correlação direta, e negativos (entre 0 e -1), correlação inversa (CLIFF; ORD, 1981).

Caso o resultado de índice de *Moran Global* difira de zero, o que indicará a existência de autocorrelação espacial do evento, realiza-se o Índice Local de Associação Espacial (*LISA – Local Indicators of Spatial Association*), que decompõe os índices globais, e seus resultados podem ser visualizados na forma de mapas permitindo assim a identificação de diferentes regimes de associação espacial. Os indicadores locais produzem um valor específico para cada área, permitindo, desse modo, a identificação de agrupamentos. Esta análise determina a dependência de dados locais em relação a seus vizinhos e

permite identificar padrões de associação espacial que podem caracterizar a ocorrência de *clusters* (ANSELIN, 1995).

O Índice de *Moran Local* é definido como o produto do resíduo no polígono de referência com a média local dos resíduos dos seus vizinhos adjacentes, representando qualquer estatística que permita a identificação de padrões de associação espaciais significativos, e que a soma do LISA de todas as áreas é proporcional ao valor obtido para o índice global ( ANSELIN, 1995) podendo ser obtido pela equação:

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=1}^n z_j^2}$$

Onde *w<sub>ij</sub>* é o valor na matriz de vizinhança para a região *i* com a região *j* em função da distância *d*, e *z<sub>i</sub>* e *z<sub>j</sub>* são os desvios em relação à média.

Através da equação podem ser obtidos resultados positivos, que indicam concentrações de valores baixos ou altos do atributo, e negativos que decorrem da proximidade entre valores baixos e altos na mesma área. Assim, o Índice de Moran Local dá uma indicação da homogeneidade e da diversidade dos dados. Esses valores podem ser de visualizados através de mapas denominados de *LISA MAP*, que evidenciam os resultados em quatro quadrantes (ANSELIN, 1995):

- **“Hotspots” – Alto-alto:** valores positivos e médias positivas. Indicam pontos de associação espacial positiva ou semelhante a seus vizinhos, representando área com taxa alta e vizinhos com taxas altas.
- **“Coldspots” – Baixo-baixo:** valores negativos e médias negativas. Indicam pontos de associação espacial positiva ou semelhante a seus vizinhos, representando áreas com taxa baixa e vizinhos com taxas baixas.
- **“Outliers” – Alto-baixo:** valores positivos e médias negativas. Indicam pontos de associação espacial negativa, ou seja, área com alto valor cercados por áreas com baixos valores

- **“Outliers” – Baixo-alto:** valores negativos e médias positivas). Indicam pontos de associação espacial negativa, ou seja, área com baixo valor cercados por áreas com altos valores.

Esses índices (*Moran global e local*) auxiliam na verificação de como ocorre a dependência espacial, a partir da comparação entre os valores de uma amostra e de seus vizinhos (MONTEIRO *et al.*, 2004).

É importante ressaltar que a espacialização em Sistema de Informação Geográfica (SIG), dos dados agrupados de informações disponíveis via banco de dados, podem subsidiar ações localizadas no combate à pandemia do COVID-19. Shepherd (2020) indica que esse tipo de trabalho, alicerçado em ferramentas e técnicas associadas às tecnologias geográficas, tem sido cada vez mais importante para entender a complexidade de ocorrências mundiais diversas doenças.

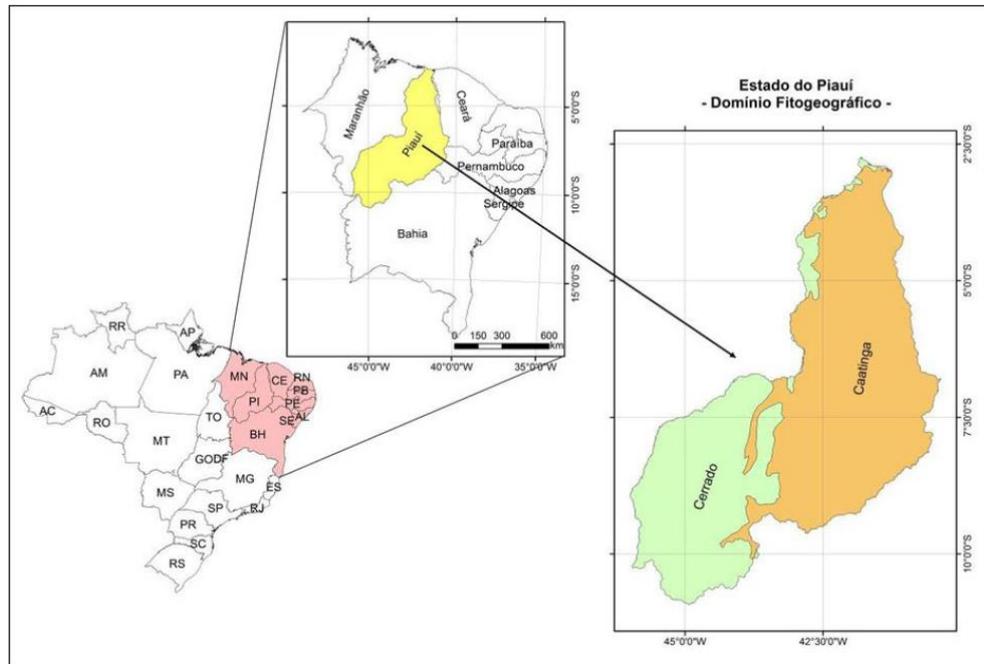
O uso dessa tecnologia já foi destacado durante a pandemia do COVID-19 por Belforte *et al.* (2020) que destacam que as análises permitem adoção de estratégias para a redução do avanço da doença e o correto uso das informações resultantes do monitoramento. Ainda, De Pina *et al.*, (2000) destacam a capacidade dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na análise da distribuição espacial dos casos de contaminação, evidenciando as disparidades espaciais que levam à delimitação de áreas de risco para mortalidade ou incidência de eventos mórbidos.

### 3.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DO PIAUÍ

O estado do Piauí, localizado na região nordeste do Brasil, possui 224 municípios, população estimada em 2020 de 3.281.480 habitantes, densidade demográfica: 12,40 hab/km<sup>2</sup> e Índice de desenvolvimento Humano (IDH) de 0,646. O referido estado é situado entre as coordenadas 02°44' e 10°52' de latitude Sul e entre 40°25' e 45°59' de longitude Leste. É considerado o terceiro maior dos nove estados que compõem a região Nordeste do Brasil, possuindo uma área territorial de 251.756,515 km<sup>2</sup>, representando 16,18% da área nordestina e 2,95% da área nacional. Limita-se ao norte com o oceano Atlântico, a Leste com os estados do Ceará e de Pernambuco, ao sul com os estados da

Bahia e do Tocantins, a oeste com o estado do Maranhão (IBGE, 2021) (Figura 1).

Figura 1: Localização geográfica do Piauí e limites territoriais



Fonte: IBGE 2020

No contexto atual apenas Teresina e Parnaíba apresentam população superior a 100.000 habitantes, sendo a capital do Piauí, Teresina, a cidade mais populosa do Estado, seguida pelos municípios de Parnaíba, Picos, Piripiri, Floriano, Campo Maior, Barras e União (IBGE, 2021). Em 198 municípios do Piauí o contingente populacional é inferior a 20.000 habitantes.

O Piauí é possuidor de formações naturais e características ambientais determinantes de riquezas naturais como o Delta do Rio Parnaíba (único das américas), belas praias favoráveis ao turismo e práticas desportivas, arquitetura natural em formações rochosas imponentes no município de Sete Cidades; além de inúmeras combinações ambientais favoráveis ao aproveitamento econômico de diversas atividades produtivas, quais sejam, soja, produção de mel (em geral, orgânico), cera de carnaúba (monopólio brasileiro), cultura do caju, criação de animais de pequeno porte, mineração para construção civil e agropecuária, geração de energia solar e eólica, dentre outras (PIAÚÍ,2021).

O estado apresenta graves problemas socioeconômicos, possui um baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e um dos menores Produtos Interno Bruto (PIB) dos estados do Brasil. Problemas sociais também são evidenciados, a exemplo um precário saneamento ambiental (IBGE, 2021).

Para fins de planejamento participativo e desenvolvimento de políticas regionais, o governo do Piauí criou, em 2003, quatro macrorregiões (litoral, meio-norte, semiárido e cerrado). Atualmente, essas macrorregiões são subdivididas em 12 territórios (Planície Litorânea, Cocais, Entre Rios, Carnaubais, Vale do Guaribas, Chapada Vale do Rio Itaim, Vale do Canindé, Vale do Sambito, Vale Rios Piauí e Itaueiras, Serra da Capivara, Chapada das Mangabeiras, Tabuleiros Alto Parnaíba) (SEPLAN, 2018).

Figura 2: Piauí - Territórios de Desenvolvimento, com a localização do município de Teresina.



Fonte: SEPLAN/PI, Revista Cidade Verde 2016

Cabe ressaltar que, além da agregação geográfica e territorial, foram observados outros fatores, como identidade cultural, política e economia para integração dos territórios, que são utilizados no Planejamento Estratégico pela Secretaria Estadual de Saúde do Piauí, inclusive para o planejamento da rede de atenção à saúde durante a pandemia da covid-19, visando efetivação do processo de descentralização dos Serviços e Ações de Saúde, em especial, de Média e Alta Complexidade Ambulatorial e Hospitalar, principalmente em decorrência do perfil populacional dos Municípios do Estado, da capacidade instalada e da efetiva oferta de ações e serviço de saúde no âmbito do Estado. A capital Teresina, e os municípios de Parnaíba, Picos e Floriano são considerados referência Macrorregional para a Média Complexidade Ambulatorial e Hospitalar (SESAPI, 2020).

Em relação à rede de assistência articulada através do plano estadual de Contingência para o enfrentamento da infecção humana pelo COVID-19, no estado do Piauí, a SES do Piauí está mobiliza no sentido da prevenção, controle e assistência para aparecimento de casos, tendo como porta de entrada a Atenção Básica e/ou Pontos de Atenção Hospitalar (Hospital de Pequeno Porte, Hospital Estadual e Regional) (SESAPI, 2020).

Cabe destacar que o Plano Estadual de Saúde do Piauí 2020 – 2023, já mencionava dificuldades encontradas na saúde do estado em relação às condições infra-estruturais físicas e de equipamentos adequados e disponíveis; vazios assistenciais identificados em toda a extensão territorial das Regiões de Saúde do estado do Piauí; precárias condições de funcionamento dos serviços de saúde que integram a rede pública do Estado; necessidade do Estado de dispor de critérios claros para focalização de investimentos que observem aspectos de economia de escala e de escopo, entre outros.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa seguiu os preceitos éticos da Resolução (CNS) nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e dispensou apreciação e aprovação de um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP), pois foi realizada com dados disponibilizados de forma agregada e disponíveis em banco de dados secundários de acesso aberto e domínio público.

Segundo a Resolução CNS 466/12, no parágrafo único, do artigo 1º, inciso V, não são registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP, pesquisa com bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual (BRASIL, 2012).

### 4.2 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo ecológico, epidemiológico, do tipo retrospectivo, cujo propósito foi analisar a distribuição espacial dos casos notificados e dos óbitos ocorridos por COVID-19 no estado do Piauí, a partir de dados secundários. O estudo é considerado descritivo e quantitativo, por ser um estudo que possui como função primordial, a exata descrição de certas características quantitativas de populações na totalidade. É de base documental e retrospectiva por se tratar de pesquisa cuja fonte de coleta de dados foi restrita a documentos, escritos, constituindo o que se denomina de fontes secundárias, onde os fatos ou os fenômenos pesquisados já ocorreram.

A distribuição da doença foi verificada através da “análise estatística espacial”, definida quando os dados são espacialmente localizados e se considera explicitamente a possível importância de seu arranjo espacial na análise ou interpretação dos resultados (BAILEY; GATRELL, 1995).

### 4.3 PERÍODO E LOCAL DO ESTUDO

O estudo teve início em dezembro de 2020 e se estendeu até julho de 2021, no estado do Piauí, que é uma das 27 unidades federativas (UF) do Brasil.

O referido estado possui 224 municípios, área territorial de 251.611,929 km<sup>2</sup>, densidade demográfica de 12,40 hab./km<sup>2</sup>, com população estimada para 2020 de 3.281.480 habitantes, (IBGE, 2021a).

#### 4.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA E POPULAÇÃO DE ESTUDO

Foram incluídos no estudo todos os casos e os óbitos confirmados com infecção por COVID-19 que foram notificados entre os dias 19 de março de 2020 (data do primeiro caso confirmado no Piauí) e 31 de dezembro de 2020.

Os indivíduos com teste negativo para a infecção ou óbitos suspeitos que não tiveram a confirmação do diagnóstico da doença ou que não foram notificados até a data de finalização da coleta não foram incluídos no estudo.

#### 4.5 VARIÁVEIS DO ESTUDO E FONTE DE DADOS

As variáveis foram obtidas a partir de dados secundários, provenientes das notificações do Sistema de Vigilância de Síndromes Respiratórias Agudas, disponibilizados no painel epidemiológico COVID-19, da Secretária de Saúde do Estado do Piauí (SESAPI, 2021), sendo elas:

a). Variáveis sociodemográficas:

- Sexo: categorizado em masculino e feminino
- Faixa etária: foram categorizadas as seguintes opções: 0 a 9, 10 a 19, 20 a 29, 30 a 39, 40 a 49, 50 a 59, 60 a 69, 70 a 79 e acima de 80 anos.

b). Variáveis epidemiológicas:

- Frequência de comorbidades ou fatores de risco dentre os óbitos confirmados: foram consideradas as seguintes opções: cardiopatia incluindo hipertensão, diabetes, pneumopatias, doenças neurológicas crônica ou neuromuscular, doença renal, imunodepressão, obesidade, asma, doença hematológica, doença hepática, puérpera, síndrome de Down, neoplasia e sem comorbidades.

- Número de casos confirmados por município: computados em número absoluto.
- Número de óbitos confirmado por município: computados em número absoluto.
- Taxa de incidência dos casos confirmados por município de residência.
- Taxa de mortalidade por município de residência.

Os dados populacionais e vetoriais, dos mapas da divisão dos limites municipais do estado do Piauí, foram obtidos a partir do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021b; 2021c).

#### 4.6 ANÁLISES DOS DADOS

Os dados foram submetidos a processo de digitação, utilizando-se planilhas do programa *Microsoft Excel* e foram posteriormente exportados e analisados nos *softwares* qGis 2.4. Foi utilizada a técnica de dupla digitação para evitar possíveis erros de transcrição.

A caracterização epidemiológica, foi realizada através de estatísticas descritivas, como frequências absolutas e relativas, e razão de proporção sendo gerados gráficos e tabelas para ilustrar os resultados e facilitar as análises e compreensão dos resultados.

Na análise espacial, foram construídos mapas através da utilização de técnicas de geoprocessamento, com a finalidade de identificação de aglomerados com significância estatística, que podem sinalizar a priorização de ações de controle do agravo em regiões específicas do estado.

Foram realizados cálculos das taxas de incidência, para cada um dos 224 municípios do estado do Piauí, admitindo o seguinte conceito: número de casos confirmados de COVID-19, por 100.000 habitantes, na população residente em determinado município no ano de 2020. Foram realizados ainda, cálculos da taxa de mortalidade, admitindo o seguinte conceito para o cálculo: número de óbitos confirmados de COVID-19, por 100.000 habitantes, na população residente em determinado município no ano de 2020. Após o cálculo, as taxas de incidências e mortalidade por COVID-19, de cada município, foram vinculadas ao mapa do estado do Piauí.

Para cálculo das taxas citadas, foi utilizada a população estimada para 2020 para cada município, por projeção realizada pelo IBGE. Os valores de população estimada são disponibilizados a partir do site do DATASUS (<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popuf.def>).

Na análise espacial, as taxas de incidência e de mortalidade por município do estado, foram utilizadas para calcular o Índice de *Moran Global*, com intuito de constatar se existe autocorrelação espacial. Após confirmação da existência de autocorrelação espacial, foi avaliada a autocorrelação local, através do LISA (*Local Indicators of Spatial Association*). Foi aplicada a análise espacial de dados de áreas, onde cada município do estado foi considerado como um polígono.

Para a representação espacial do diagrama de espalhamento de Moran, foram utilizados os Mapas de Moran (*Moran Maps*) que consideram o mapeamento dos municípios com diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ), através do software *Quantum Geographic Information System (QGIS)* versão 2.14.8.

Neste estudo, os cartogramas exibiram o delineamento de aglomerados espaciais em quatro tipos:

- “*Hotspots*” (Alto-alto): áreas formadas por municípios com altas taxas de incidência e circundadas por municípios de altas taxas de incidência;
- “*Coldspots*” (Baixo-baixo): áreas formadas por municípios com baixas taxas de incidência e circundadas por municípios com baixas taxas de incidência;
- “*Outliers*” (Alto-baixo): áreas formadas por municípios com altas taxas da incidência e circundadas por municípios de baixas incidências;
- “*Outliers*” (Baixo-alto): áreas formadas por municípios com baixas taxas de incidências e circundadas por municípios de altas taxas de incidências.

## 5 RESULTADOS

Até 31 de dezembro de 2020, o Brasil notificou 7.675.973 casos confirmados e 194.949 óbitos por COVID-19 (BRASIL, 2020). No Piauí, o primeiro caso confirmado e o primeiro óbito ocorreram nos dias 19 de março de 2020 e 27 de março de 2020, respectivamente. Até o dia 31 de dezembro de 2020, o Piauí possuía 143.179 casos confirmados da doença com registros em todos os municípios. No período ocorreram 2.840 mortes e apenas 24 municípios não tinham registros de óbitos de pessoas residentes.

Do total de casos confirmados, observa-se na Tabela 2, que houve predomínio em indivíduos do sexo feminino (54,6%), enquanto os óbitos foram mais frequentes no sexo masculino (58,5%). O maior número de casos ocorreu em adultos de 30-39 anos, intervalo que representa grande parte da população economicamente ativa, enquanto os óbitos ocorreram mais em idosos.

Tabela 2: Caracterização dos casos confirmados e óbitos por COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020, segundo sexo e faixa etária. Piauí/Brasil, 2020.

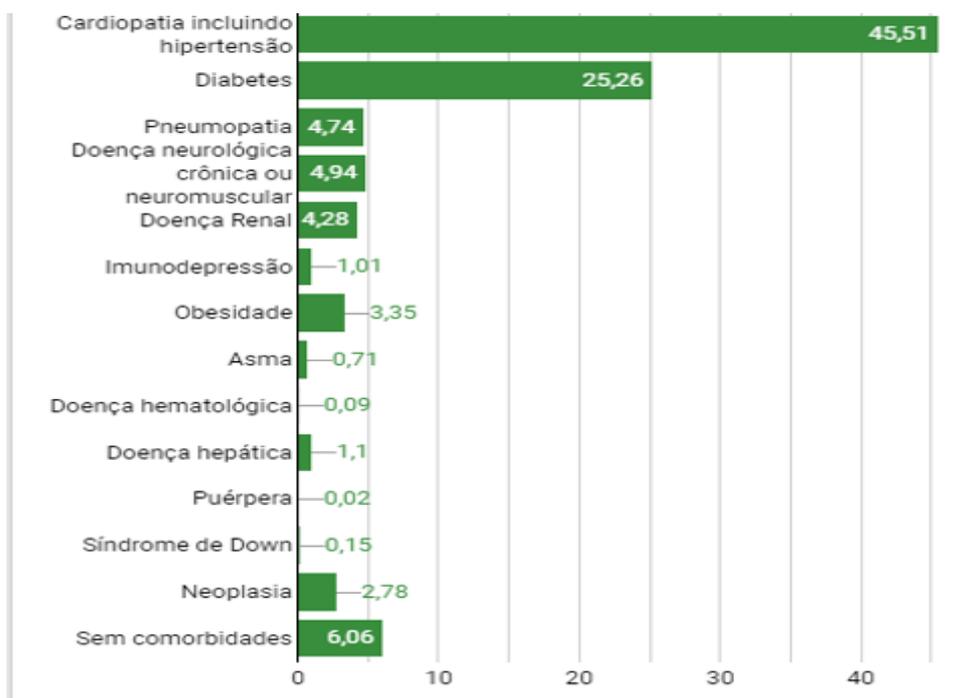
VARIÁVEIS	CASOS CONFIRMADOS COVID-19, 2020 (N=143.179)		ÓBITOS POR COVID- 19, 2020 (N= 2.840)	
	n	%	n	%
<b>Sexo</b>				
Feminino	78.176	54,6	1.179	41,5
Masculino	65.003	45,4	1.661	58,5
<b>Faixa etária (anos)</b>				
0-9		4,98		0,21
10-19		8,17		0,32
20-29		19,37		1,23
30-39		22,63		2,92
40-49		16,96		6,48
50-59		12,55		11,17
60-69		7,93		18,84
70-79		4,58		26,31
Acima de 80		2,83		32,52
<b>TOTAL</b>	143.179	100,00%	2.840	100,00%

Legenda: N= número; % porcentagem.

Fonte: Elaboração própria, dados da SESAPI, 2020

Dos óbitos que ocorreram por COVID-19, apenas 6,06% dos casos não apresentaram comorbidades ou fatores de risco associados. As comorbidades mais evidenciadas dentre os óbitos, foram cardiopatias incluindo hipertensão e diabetes (Gráfico 1).

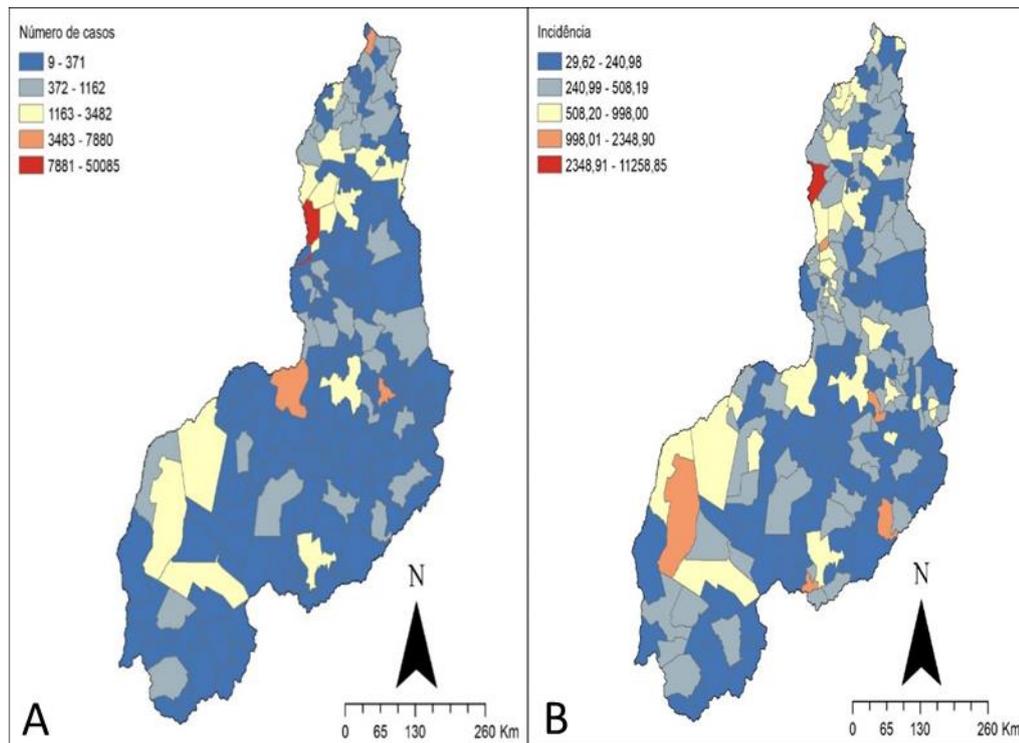
Gráfico 1: Frequência de comorbidades ou fatores de risco entre os óbitos confirmados de COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020. (N=2.840). Piauí/Brasil, 2020.



Fonte: SESAPI, 2020

Na análise espacial os 143.179 casos confirmados, que ocorreram no Piauí, no ano de 2020, foram georreferenciados. A frequência em número absoluto e a incidência são apresentados na Figura 3.

Figura 3: Distribuição dos casos confirmados de COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N=143.179). Piauí/ Brasil, 2020.



Legenda: 3A) Frequência absoluta dos casos; 3B) Incidência.  
 Fonte: Elaboração própria, dados da SESAPI, 2020

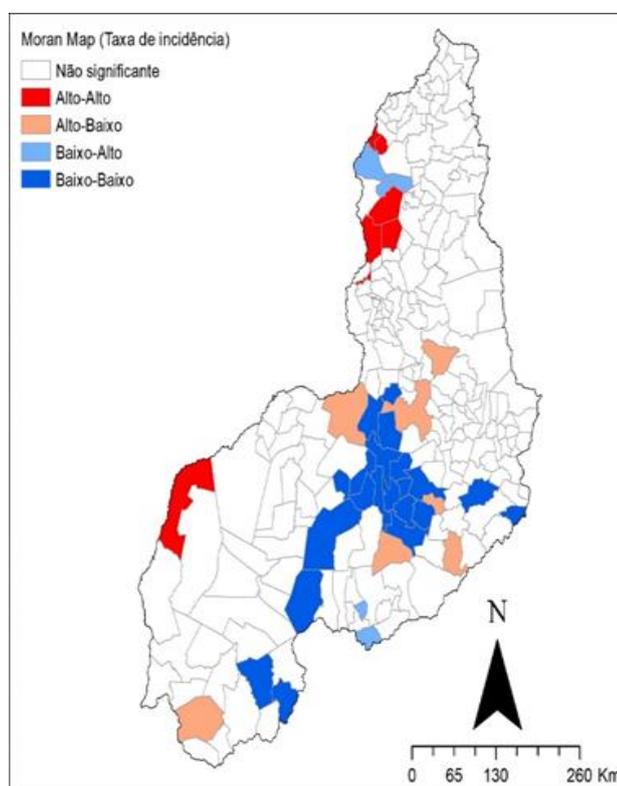
Observa-se, na Figura 3A, que o estado do Piauí apresenta casos confirmados de COVID-19 em todos os municípios. A capital Teresina apresentou maior número, tendo 50.085 casos no período. Vale ressaltar que Teresina é o município mais populoso do Piauí com população estimada, em 2020, de 868.075 mil habitantes (IBGE, 2021a). Em seguida, as cidades Parnaíba, Picos e Floriano apresentaram 7.880, 4.937 e 4.265 casos confirmados da doença, respectivamente, e apresentaram-se na faixa de 3.483 a 7.880 mil casos, ocupando a segunda faixa com maior número absoluto. Ressalta-se que estes municípios estão entre os mais populosos do Piauí.

Entretanto, quando se considera os coeficientes de incidência de COVID-19 (Figura 3B), o maior coeficiente do estado foi registrado no município de União (11.258,85/100 mil hab.), seguido dos municípios de Várzea Branca (2.348,90/100 mil hab.), Santa Cruz do Piauí (1.160,26/100 mil hab.), Baixa Grande do Ribeiro (1.354,22/100 mil hab.), Lagoa do Barro do Piauí (1.080,56/100 mil hab.) e Demerval Lobão (1.074,04/100 mil hab.).

A taxa de incidência de COVID-19, no ano de 2020, no estado do Piauí foi de 4.363,24/100 mil hab. A medida dessa frequência verificada no estado foi superior à média nacional no mesmo período (3.652,7/100 mil hab.) (BRASIL, 2021).

A correlação espacial calculada por meio do índice de Moran Global evidenciou a dependência espacial entre os coeficientes de incidência dos municípios do estado do Piauí. Aplicando o método LISA, observou-se autocorrelação local e aglomerados espaciais (Figura 4).

Figura 4: Autocorrelação local da incidência dos casos confirmados de COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N=143.179). Piauí/ Brasil, 2020.



Fonte: Elaboração própria, dados da SESAPI, 2020

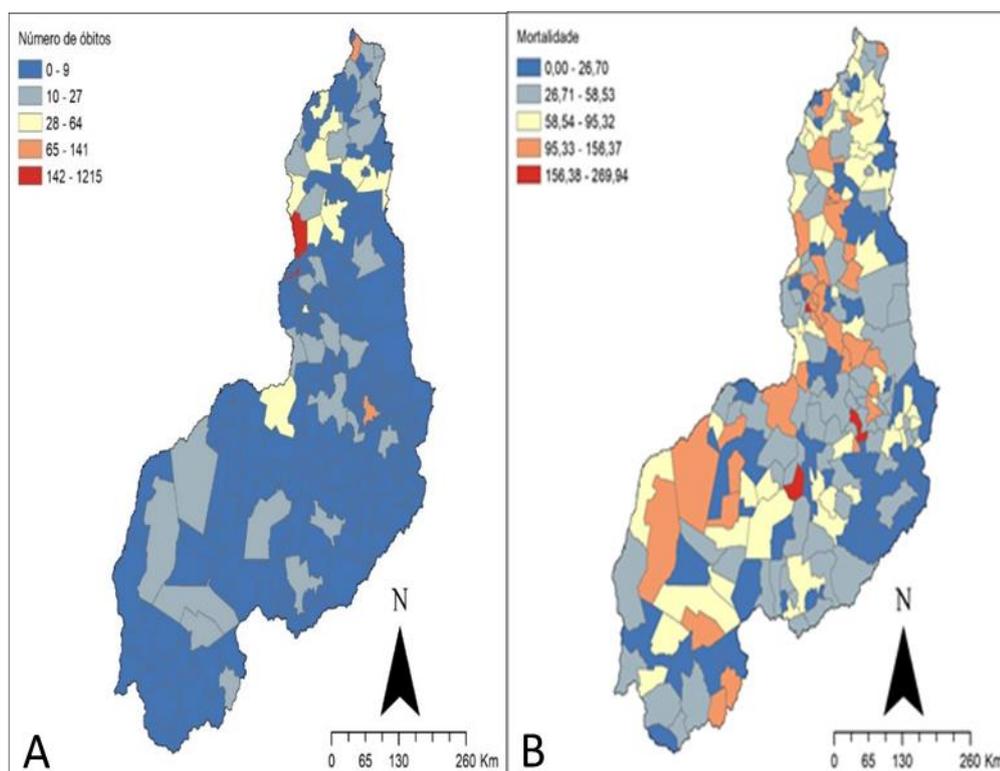
Na Figura 4 é possível identificar a formação de *clusters* Alto-alto para incidência dos casos de COVID-19 nos municípios de Teresina, José de Freitas, Altos, Porto, Nossa Senhora dos Remédios, Ribeiro Gonçalves e seus vizinhos. Esses *clusters* identificados possuem limites com cidades do estado do Maranhão. Os *clusters* Baixo-baixo foram formados por Avelino Lopes, Betânia

do Piauí, Cajazeiras do Piauí, Canto do Buriti, Curimatá, Flores do Piauí, Guaribas, Jacobina do Piauí, Nazaré do Piauí, Paes Landim, Pajeú do Piauí, Pedro Laurentino, Nova Santa Rita, Ribeira do Piauí, Rio Grande do Piauí, São Francisco do Piauí, São João do Piauí, São José do Peixe, São Miguel do Fidalgo, Simplício Mendes, Socorro do Piauí e seus vizinhos.

Os municípios de Miguel Alves, Lagoa Alegre, Cabeceiras do Piauí, Fartura do Piauí e Bomfim do Piauí constituem os “*Outliers*” Baixo-alto. Já os “*Outliers*” Alto-baixo, correspondem aos municípios de Oeiras, Valença do Piauí, Floriano, Lagoa do Barro do Piauí, Bela Vista do Piauí, João Costa e Corrente.

A taxa de mortalidade por COVID-19, no ano de 2020, no estado do Piauí foi 73,92/100 mil hab. O número de óbitos e a mortalidade por município estão dispostos no mapa da Figura 5.

Figura 5: Distribuição dos óbitos por COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N=2.840). Piauí/ Brasil, 2020.



Legenda: 5A) Frequência absoluta de óbitos; 5B) Mortalidade.

Fonte: Elaboração própria, dados da SESAPI, 2020

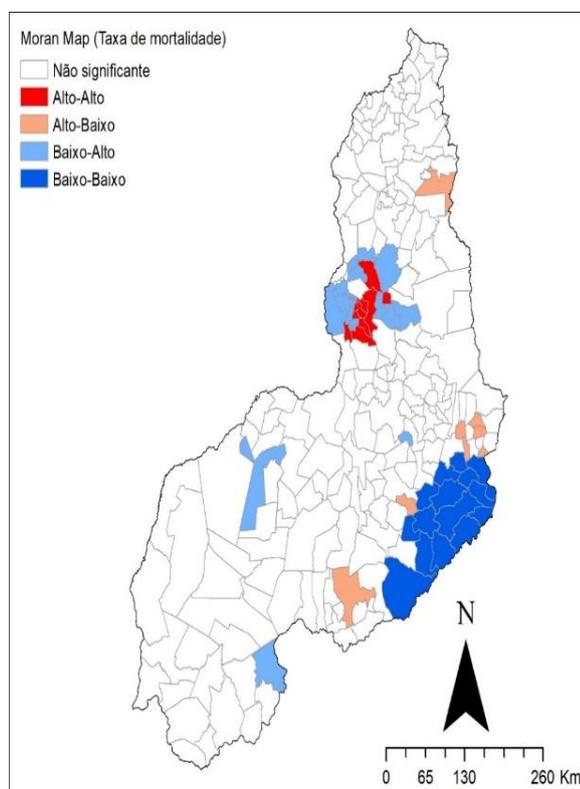
Observa-se através da Figura 5A que a capital Teresina apresentou o

maior número de óbitos (1.215), seguido pelos municípios de Parnaíba (141) e Picos (96), sendo estes os municípios mais populosos do Piauí.

Já a maior taxa de mortalidade (Figura 5B) encontrada no estado foi a do município de Água Branca (269,94/100 mil hab.), seguindo-se Pajeú do Piauí (206,55/100 mil hab.) e Santa Cruz do Piauí (192,31/100 mil hab.).

O índice de Moran Global demonstrou a existência de autocorrelação espacial, evidenciando a dependência espacial entre os coeficientes de mortalidade dos municípios piauienses. A Figura 6 apresenta os aglomerados espaciais nos municípios, identificados de acordo com o índice de Moran local.

Figura 6: Autocorrelação local da mortalidade da COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020 (N: 2.840). Piauí/ Brasil, 2020.



Fonte: Elaboração própria, dados da SESAPI, 2020

Foi possível verificar formação de *clusters* Alto-alto para mortalidade nos municípios de Água Branca, Angical do Piauí, Barro Duro, Beneditinos, Hugo Napoleão, Jardim do Mulato, Lagoinha do Piauí, Olho D'água do Piauí, Passagem Franca do Piauí, municípios estes situados na Região do Entre Rios

e Prata Do Piauí localizado na região Vale do Sambito. Agricolândia, Alto Longá, Curralinhos, Demerval Lobão, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Palmeiras, Paú D´arco do Piauí, Santa Cruz dos Milagres, Santo Antônio dos Milagres, São Félix do Piauí, São Gonçalo do Piauí, São Miguel da Baixa Grande, São Pedro do Piauí, que são vizinhos ao *cluster* citado e os municípios, Morro Cabeça no Tempo, Sebastião Leal e Wall Ferraz são “*Outliers*” Baixo-alto.

Observou-se formação de *cluster* Baixo-baixo entre municípios da região do semiárido do Piauí, Acauã, Betânia do Piauí, Campo Alegre do Fidalgo, Conceição do Canindé, Caridade, Curral Novo do Piauí, Dom Inocêncio, Jacobina do Piauí, Lagoa do Barro do Piauí, Massapê do Piauí, Patos do Piauí, Paulistana, Queimada Nova, São Francisco de Assis do Piauí, Simões e seus vizinhos. Os “*Outliers*” Alto-baixo foram Alegrete do Piauí, Bela Vista do Piauí, Belém do Piauí, Campo Grande do Piauí, Marcolândia, Pedro II, São Julião, São Raimundo Nonato.

## 6 DISCUSSÕES

Este estudo analisou dados epidemiológicos e a análise espacial da incidência e da mortalidade por COVID-19 no Piauí, no ano de 2020.

Houve predomínio dos casos em indivíduos do sexo feminino, adultos, com maior concentração na faixa etária de 30 a 39 anos. Estes dados corroboram com estudo realizado, com dados da doença até o dia 15 de agosto de 2020, no Piauí, que também evidenciaram o maior número de casos em mulheres, na faixa etária adulta (DE CARVALHO; SILVA; FELIPE, 2020). Esta realidade também é semelhante a estudos da literatura nacional e internacional que buscavam identificar o perfil da ocorrência dos casos de COVID-19 (DE BRITO; DE OLIVEIRA et al., 2021; BEZERRA; DA SILVA; ARAÚJO, 2021).

Cabe destacar que, a faixa etária adulta representa a maioria da população economicamente ativa e, o deslocamento e desenvolvimento de atividades profissionais pode estar relacionado ao maior número de casos nessa faixa etária. Ainda, a execução de atividades essenciais externas ao isolamento social, como idas aos supermercados e farmácias, expõe esse público ao risco de adoecimento pelo COVID-19 (PACHECO; DA SILVA; SOARES, 2020).

A faixa etária de crianças e idosos apresentaram um menor número absoluto de casos quando comparados com a faixa etária adulta.

Devido às crianças serem carreadoras da infecção, foram colocadas em situação de reclusão quase total nos meses iniciais da pandemia, inclusive no que diz respeito à limitação de contato com familiares pertencentes aos grupos de risco (ALMEIDA *et al.*, 2021). No estado do Piauí, as escolas estaduais, municipais e particulares foram recomendadas a suspender as aulas presenciais, devido à pandemia do COVID-19, e essa medida foi adotada até o fim do ano letivo de 2020, o que configurou uma importante contribuição para o isolamento social das crianças e adolescentes (PIAÚÍ, 2020). Além disso, as crianças desempenham menos atividades essenciais, propiciando a esse grupo uma menor probabilidade de contrair o vírus (PACHECO; DA SILVA; SOARES, 2020). Estes fatores podem estar relacionados com menores números de casos em crianças quando comparado aos casos ocorridos em outras faixas etárias. Nesse público, foi observado o menor número de óbitos, realidade concernente ao panorama mundial de 2020, conforme dados da OMS (WHO, 2021).

Observou-se no estudo, que apesar do maior número de casos diagnosticados ocorrerem no sexo feminino, o maior número de óbitos foi verificado no sexo masculino.

A maior mortalidade no sexo masculino também foi evidenciada em estudo internacional, realizado em 169 hospitais de 11 países, nos quais os achados sugerem que as mulheres possuem maior probabilidade proporcional de sobreviver à infecção (MEHRA *et al.*; 2020), devido à imunidade inata e adaptativa, relacionada ao cromossomo X e aos hormônios sexuais, o que torna as mulheres mais fortes e com maior resistência a infecções virais em relação aos homens (KLEIN; FLANAGAN, 2016).

Ao contrário das mulheres, onde a maioria procura com maior frequência os estabelecimentos de saúde, o que contribui para notificação de doenças nesse público, os homens procuram menos os serviços de saúde, e por não adotarem esse hábito, pode haver subnotificação dos casos de COVID-19 neste sexo. Ainda, o estilo de vida, precariedade do autocuidado ou a procura tardia por atendimento médico, são características associadas em maioria ao sexo masculino, o que ocasiona um tratamento tardio de doenças, gerando maior suscetibilidade as complicações do COVID-19, o que pode estar relacionado

com o maior percentual de óbitos neste sexo (PEREIRA; RECKZIEGEL; AGOSTINETTO, 2019; PACHECO; DA SILVA; SOARES, 2020).

Embora o maior número de casos tenha sido verificado na população adulta, os idosos apresentaram maior número de óbitos associados à infecção pelo COVID-19, no Piauí, sendo que quanto maior faixa etária dos idosos, verificou-se maior progressão do número de óbitos.

Durante as medidas e orientações para prevenção da COVID-19, foi orientada uma maior cautela e compreensão da doença, tanto por parte dos cuidadores, quanto dos próprios idosos, visando proteger esses indivíduos de possíveis contaminações com o vírus, já prevendo um maior risco de óbitos nessa faixa etária.

Cabe salientar que a Organização Mundial de Saúde, preconiza que indivíduos acima de 60 anos se encontram no grupo de risco para óbitos por COVID-19, particularmente devido às alterações naturais que ocorrem no sistema imunológico com a idade, favorecendo a agressividade da infecção (OMS, 2020). Ainda, o envelhecimento está ligado a uma série de alterações biológicas, físicas, psicológicas e socioculturais, que cursam em declínio nas funções do organismo, diminuição da resistência e força muscular, surgimento de doenças crônicas, em maior frequência a hipertensão arterial e ao diabetes mellitus (GUIDON; AMATO, 2020), agravos estes mais evidenciados dentre os óbitos de pessoas com comorbidade, no Piauí, em 2020.

Vale ressaltar que, a alta mortalidade evidenciada em pacientes com cardiopatias incluindo hipertensão e diabetes, foi evidenciada desde o surgimento da pandemia do Covid-19, onde esses fatores de risco ficaram estabelecidos como predominante nos óbitos (AKHMEROV; MARBÁN, 2020; BLOOMGARDEN, 2020; ESPINOSA *et al.*, 2020).

De acordo com a Diretriz Brasileira para Diagnóstico e Tratamento da COVID-19, idade igual ou superior a 65 anos, presença de comorbidades (hipertensão, diabetes, doenças pulmonares preexistentes, doenças cardiovasculares, imunossupressão e câncer) e uso de terapia com corticoides e imunossupressores, são fatores de risco para complicações clínicas da doença (BRASIL, 2020).

Os idosos ficam mais susceptíveis às doenças infectocontagiosas por conta da imunossenescência – dano natural que o sistema imunológico sofre

durante o processo de envelhecimento. As alterações metabólicas relacionadas ao processo de envelhecimento, impedem o funcionamento adequado das células T e B, além de aumentarem a produção de citocinas tipo 2. Em casos de infecção viral, limita-se o controle efetivo da replicação do vírus, assim como o prolongamento da resposta pró-inflamatória, o que torna este grupo mais susceptível as complicações clínicas aumentando risco de morte (OPAL; GIRARD; ELY, 2005).

Na caracterização epidemiológica, os resultados apresentados apresentam similaridade com outros estudos, que verificaram que o COVID-19 apresentou maior número de casos em indivíduos do sexo feminino, adultos jovens (DE BRITO; DE OLIVEIRA et al., 2021; BEZERRA; DA SILVA; ARAÚJO, 2021) e causou mais mortes entre idosos, do sexo masculino, com doenças crônicas (SILVA et al., 2020; MACHADO et al., 2021; DE BRITO; DE OLIVEIRA et al., 2021).

Observou-se que a capital Teresina, seguida das cidades de Parnaíba, Picos e Floriano, municípios com maiores densidades demográficas do estado, apresentaram maiores números absolutos de casos. Quando se considera os coeficientes de incidência de COVID-19, o maior coeficiente do estado foi registrado no município de União, seguido dos municípios de Várzea Branca, Santa Cruz do Piauí, Baixa Grande do Ribeiro, Lagoa do Barro do Piauí e Demerval Lobão.

Vale ressaltar que Teresina é o município mais populoso e com maior densidade populacional do Piauí e, se tratando do polo econômico do estado, é onde concentra as maiores quantidades de pessoas, devido ao PIB gerado por hospitais, comércios, faculdades, empresas etc., e tem o maior contingente de pessoas circulando e conseqüentemente, expostas ao vírus. Ainda, as cidades de Parnaíba, Picos e Floriano, populacionalmente e economicamente, guardam uma importância salutar para o estado do Piauí. Parnaíba é o segundo município mais populoso do Estado, atrás somente da capital Teresina. Picos e Floriano apresentam-se como terceiro e quarto município do Piauí com maiores números de habitantes (IBGE, 2020)

Nesse contexto, é possível verificar o grande número de casos confirmados nas regiões de influência das cidades, que fornecem ampla quantidade de serviços públicos e privados, principalmente aqueles relacionados

à saúde e educação. Em geral, os municípios com maiores números de casos confirmados são aqueles associados às centralidades urbanas.

Nessa perspectiva, há uma forte concentração dos casos em 4 municípios que são de grande importância sociodemográfica para Piauí. Além disso, esses municípios de maior porte populacional, concentram os principais equipamentos, infraestrutura e serviços de Saúde do estado. Essa oferta em maior proporção está associada à quantidade de habitantes presentes nas áreas, como também a importância econômica de cada município que serve de referência para outros municípios com menores populações e infraestrutura.

No contexto da atual pandemia do novo coronavírus, diversas investigações assinalam que a COVID-19 dissemina-se de maneira acelerada em grandes cidades (STIER *et al.*, 2020). Esses municípios de maior porte populacional concentram os principais equipamentos, infraestrutura e serviços no Piauí, destacando-se aqueles destinados à saúde, como hospitais de maior complexidade clínica e com maior capacidade para receber pacientes. Essas cidades, devido à falta de hospitais de complexidade no interior do Estado, são referências para o tratamento de várias doenças, como a COVID-19.

As infraestruturas das cidades e a mobilidade urbana, para os processos destinados à compra de mercadorias e prestação de serviços, intensificam o contato físico entre as pessoas o que favorece a propagação do vírus (MARTINUCI *et al.*, 2020). Ainda, a alta densidade observada nas metrópoles, favorece a propagação da doença (MACIEL; CASTRO-SILVA; FARIAS, 2020), pela maior probabilidade de contato entre as pessoas (GOUVEIA; KANAI, 2020).

Na data da coleta de dados, a taxa de incidência de COVID-19, no ano de 2020, no estado do Piauí foi de 4.363,24/100 mil hab. A medida dessa frequência verificada no estado foi superior à média nacional no mesmo período (3.652,7/100 mil hab.) (BRASIL, 2021).

Observou-se *clusters* de padrão Alto-Alto de casos da doença na região metropolitana de Teresina, região entre Rios, na região do Tabuleiros do Alto do Parnaíba. Esses *clusters* identificados possuem limites com cidades do estado do Maranhão. *Clusters* com padrão Baixo-Baixo foram identificados, e estes locais devem ser protegidos para evitar o aumento de casos por deslocamento de doentes.

Neste sentido, compreender as redes sociais, econômicas, os padrões comerciais e o fluxo de viagens pode ser importante no entendimento da expansão territorial da doença.

Ressalta-se que os municípios com maiores números de óbitos foram os que apresentaram maiores números de casos, Teresina, Parnaíba, Picos e Floriano, sendo que, quando analisada a mortalidade, os municípios que apresentaram as maiores taxas encontradas no estado foi Água Branca, seguindo-se Pajeú do Piauí e Santa Cruz do Piauí. Desses municípios apenas Santa Cruz foi evidenciado com as maiores taxas de incidências.

Observa-se que, União, Várzea Branca, Baixa Grande do Ribeiro, Lagoa do Barro do Piauí e Demerval Lobão, apesar de apresentarem as maiores incidências no estado, não figura entre aqueles com maiores mortalidades.

Um *clusters* Alto-alto para mortalidade, foi identificado em municípios localizados na região do Entre Rios e Vale do Sambito. Observou-se ainda, formação de *cluster para* mortalidade Baixo-baixo entre municípios da região do semiárido do Piauí.

Estas observações são importantes tanto para a pesquisa epidemiológica, quanto para organizações dos serviços de saúde. No tocante à epidemiologia, cita-se o fato de ser possível visualizar as áreas de maior risco de contaminação para Covid-19. Quanto aos serviços de saúde, é possível planejar a resposta política de maneira mais acertada, dada a existência visível de áreas que precisam de maior intensificação de medidas de controle. Esses dados contribuem para subsidiar a tomada de decisões dos responsáveis pela saúde pública, bem como adotar estratégias mais restritivas e/ou priorizar locais com formação de *cluster* de casos e mortalidade, investigando sua causa, e/ou alocando maior quantidade de insumos.

## **7 CONCLUSÕES**

A COVID-19, no estado do Piauí, no ano de 2020, apresentou maior número de casos em indivíduos do sexo feminino, adultos jovens e causou mais mortes entre idosos, do sexo masculino, com doenças crônicas.

A capital Piauiense liderou o número de casos e de óbitos pela doença

devido, provavelmente, à alta densidade populacional. Entretanto, quando se considera os coeficientes de incidência e mortalidade de COVID-19, as maiores taxas do estado foram registradas nos municípios de União e Água Branca, respectivamente.

As análises realizadas proporcionaram a visualização de aglomerados espaciais e a identificação de áreas vulneráveis, fornecendo informações que não seriam visualizadas trabalhando apenas com dados tabulares.

Os resultados sugerem a necessidade da intensificação de estratégias de controle, como o distanciamento social, para que a velocidade de transmissão do COVID-19 seja reduzida e, conseqüentemente, se evite o aumento dos óbitos. Devido à alta transmissibilidade, supõe-se que essa distribuição se altera com o tempo, fazendo-se necessários estudos contínuos que empreguem essas análises, contribuindo para compreensão da evolução da COVID-19 no estado do Piauí.

Algumas limitações, como a definição de caso confirmado que está fundamentada em critério laboratorial, baixa testagem da população e existência de pessoas assintomáticas portadora do vírus, podem levar a subnotificação e conseqüentemente subestimativa dos dados.

Ressalta-se a importância da análise espacial como alternativa metodológica para auxiliar desde o planejamento até a avaliação das ações em saúde, pois fornecem informações que podem servir de subsídios para reorientar ações e até mesmo para avaliar o impacto dos programas de controle durante a pandemia do COVID-19.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eduardo Simões de; PEROBELLI, Fernando Salgueiro; FERREIRA, Pedro Guilherme Costa. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 31-52, 2008. ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93–115, 1995.

ALMEIDA, Priscilla Dantas et al. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA COVID-19 EM UM ESTADO BRASILEIRO. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 35, 2021. AKHMEROV, Akbarshakh; MARBÁN, Eduardo. COVID-19 and the heart. *Circulation research*, v. 126, n. 10, p. 1443-1455, 2020.

BAILEY, T.C.; GATRELL, A. C. Interactive spatial data analysis. **Essex: Longman Scientific & Technical**, 1995.

BARCELLOS, Christovam; BASTOS, Francisco Inácio. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, p. 389-397, 1996.

BELFORTE, Laila Cíntia Mota et al. Leitura geográfica no contexto da covid-19 em Rondônia ao norte do Brasil. **Revista Tamoios**, v. 16, n. 1, 2020.

BLOOMGARDEN, Zachary T. Diabetes and COVID-19. **Journal of Diabetes**, v. 12, n. 4, p. 347-348, 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466/12**. Regulamenta os procedimentos éticos em pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, DF, 2012. Disponível: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html). Acesso em: 24 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico. Doença pelo Coronavírus 2019. 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/April/18/2020-04-17---BE11---Boletim-do-COE-21h.pdf>. Acesso em: 2021 jul 31.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes para diagnóstico e tratamento da covid-19. Versão 1. Brasília: MS; 2020. Disponível em: <https://sbim.org.br/images/files/notas-tecnicas/ddt-covid-19-200407.pdf>. Acesso em: 2021 jul 15.

BRITO, M. *et al.* Rapid integrated clinical survey to determine prevalence and co-distribution patterns of lymphatic filariasis and onchocerciasis in a Loa loa co-endemic area: the Angolan experience. **Parasite epidemiology and control**, v. 2, n. 3, p. 71-84, 2017.

CARDOSO, Phillipe Valente et al. A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19. **Revista Tamoios**, v. 16, n. 1, 2020.

CHANNAPPANAVAR, Rudragouda; ZHAO, Jincun; PERLMAN, Stanley. T cell-mediated immune response to respiratory coronaviruses. **Immunologic research**, v. 59, n. 1, p. 118-128, 2014.

CHENG, Vincent CC et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus as an agent of emerging and reemerging infection. **Clinical microbiology reviews**, v. 20, n. 4, p. 660-694, 2007.

CHENG, Zhangkai J.; SHAN, Jing. 2019 Novel coronavirus: where we are and what we know. **Infection**, v. 48, n. 2, p. 155-163, 2020.

CHIARAVALLOTI-NETO, Francisco. O geoprocessamento e saúde pública. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 23, n. 4, p. 01-02, 2017.

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. **Spatial processes: models & applications**. London: Pion, 1981.

DE BRITO, Ingrith Cândida; DE OLIVEIRA, Anderson Silva. Perfil Epidemiológico da Covid-19 No Estado Da Bahia. p. 1-388–416.

DE CARVALHO, Khelyane Mesquita; SILVA, Cynthia Roberta Dias Torres; FELIPE, Sarah Giulia Bandeira. Analysis of epidemiological indicators of COVID-19 no Piauí. **Revista de Enfermagem da UFPI**, v. 9, 2020.

DE PINA, Maria de Fátima; SANTOS, Simone M. Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde. 2000.

BEZERA; Barbara dos Santos; DA SILVA, Sandra Regina Matos; ARAÚJO, Thaynara Pinheiro. Evolução dos casos de COVID-19 de dezembro de 2019 a outubro de 2020 no Maranhão. **Saúde Coletiva** (Barueri), v. 11, n. 63, p. 5536-5545, 2021.

DOS SANTOS, Francílio de Amorim; MENDES, Lúcia Maria Silveira. Análise bivariada, multivariada e espacial da ocorrência do sars-cov-2 nos municípios do estado do Piauí, nordeste do Brasil. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 16, p. 249-263, 2020.

ESPINOSA, Omar Ariel et al. Prevalence of comorbidities in patients and mortality cases affected by SARS-CoV2: a systematic review and meta-analysis. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 62, 2020.

GUIDON, Amanda C.; AMATO, Anthony A. COVID-19 and neuromuscular disorders. **Neurology**, v. 94, n. 22, p. 959-969, 2020.

GORBALENYA, Alexander E. et al. Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: The species and its viruses—a statement of the Coronavirus Study Group. 2020.

HEYMANN, David L.; SHINDO, Nahoko. COVID-19: what is next for public health?. **The Lancet**, v. 395, n. 10224, p. 542-545, 2020.

HUANG, Chaolin et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. **The lancet**, v. 395, n. 10223, p. 497-506, 2020a.

HUANG, Xiaoyi et al. Epidemiology and clinical characteristics of COVID-19. **Archives of Iranian medicine**, v. 23, n. 4, p. 268-271, 2020b.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 04 jan. 2021b.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha municipal digital do Brasil: situação em 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas\\_digitais/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/)>. Acesso em: 04 jan. 2021c.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Piauí. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/historico>>. Acesso em: 04 jan. 2021a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=1&uf=22>>. Acesso em: 01 mar. 2020.

KAMPF, Günter et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. **Journal of hospital infection**, v. 104, n. 3, p. 246-251, 2020.

KANG, Dayun et al. Spatial epidemic dynamics of the COVID-19 outbreak in China. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 94, p. 96-102, 2020.

KLEIN, Sabra L.; FLANAGAN, Katie L. Sex differences in immune responses. **Nature Reviews Immunology**, v. 16, n. 10, p. 626-638, 2016.

LAI, Chih-Cheng et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and corona virus disease-2019 (COVID-19): the epidemic and the challenges. **International journal of antimicrobial agents**, p. 105924, 2020.

LIPSITCH, Marc; SWERDLOW, David L.; FINELLI, Lyn. Defining the epidemiology of Covid-19—studies needed. **New England journal of medicine**, v. 382, n. 13, p. 1194-1196, 2020.

MALTA, D. C. *et al.* A mortalidade infantil em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, por área de abrangência dos Centros de Saúde (1994-1996). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 1189-1198, 2001.

MEDRONHO, R. A. Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença. Rio de Janeiro: **Fundação Oswaldo Cruz**; 1995.

MEHRA, Mandeep R. et al. Cardiovascular disease, drug therapy, and mortality in Covid-19. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 25, p. e102, 2020.

MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira et al. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: **Embrapa**, 2004.

NOVEL, Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology et al. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China. **Zhonghua liu xing bing xue za zhi= Zhonghua liuxingbingxue zazhi**, v. 41, n. 2, p. 145, 2020.

OMS: Atualização oficial do COVID. Disponível em <<https://www.paho.org/bra>>. Acesso em: 2021 mai 31.

OPAL, Steven M.; GIRARD, Timothy D.; ELY, E. Wesley. The immunopathogenesis of sepsis in elderly patients. *Clinical infectious diseases*, v. 41, n. Supplement\_7, p. S504-S512, 2005.

Organização Pan-Americana da Saúde. Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus) [Internet]. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2020. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)>. Acesso em: 2020 out 31.

Organização Pan-Americana da Saúde. Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus) [Internet]. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2021a [citado 2021 Jan 01]. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)

PACHECO, Edildete Sene; DA SILVA, Vanessa Rodrigues; SOARES, Lorena Sousa. A brief epidemiological analysis of Covid-19 in Piauí, Brazil. **Revista Prevenção de Infecção e Saúde**, v. 6, 2020.

PEREIRA, Raphael Cascaes; RECKZIEGEL, Juliana Cristina Lessmann; AGOSTINETTO, Lenita. Ambiente, cuidados e descuidados: desenvolvendo ações de educação relacionadas à saúde do homem. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, p. 136-150, 2019.

PIAUI. Decreto nº 18.884, de 16 de março de 2020. Regulamenta a Lei nº 13.979, de 06 de fevereiro de 2020, para dispor no âmbito do Estado do Piauí sobre as medidas de emergência de saúde pública de importância internacional e tendo em vista a classificação da situação mundial do novo coronavírus como pandemia, institui o Comitê de Gestão de Crise, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Piauí 20 Mar 2020.

PIAUI, GOVERNO DO ESTADO. Território e potencialidades. Disponível em: <<https://www.pi.gov.br/investimentos/>>. Acesso em: 20 jul. 2021

SANTOS, S. M. Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados a Saúde. **Organização Panamericana de Saúde**. Ministério da Saúde. Brasília. 2000.

Secretaria Estadual da Saúde do Piauí - Documento: Plano Estadual de Saúde do Piauí - 2020 a 2023 Secretaria Estadual da Saúde do Piauí/ Diretoria de Planejamento: Março/2020.

Secretaria de Estado da Saúde do Piauí. Painel Epidemiológico Covid-19: Piauí. Disponível em: <<https://datastudio.google.com/reporting/a6dc07e9-4161-4b5a-9f2a-6f9be486e8f9/page/2itOB>>. Acesso em: 01 jan. 2021.

SHEPHERD, M. Geografia pode ser a chave para lutar contra o surto de COVID-19. Publicado em: 12 mar. 2020. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2020/03/12/geografia-pode-ser-a-chave-para-lutar-contra-o-surto-de-covid-19/>>. Acesso em: 18 abr. 2020.

STIER, Andrew; BERMAN, Marc; BETTENCOURT, Luis. COVID-19 attack rate increases with city size. **Mansueto Institute for Urban Innovation Research Paper Forthcoming**, 2020.

THOMPSON, Robin N. Novel coronavirus outbreak in Wuhan, China, 2020: intense surveillance is vital for preventing sustained transmission in new locations. **Journal of clinical medicine**, v. 9, n. 2, p. 498, 2020.

VAN DOREMALEN, Neeltje et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. **New England journal of medicine**, v. 382, n. 16, p. 1564-1567, 2020.

World Health Organization. Situation report-81: coronavirus disease 2019 (COVID-19) [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021b [cited 2021 Jan 01]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>

ZHU, Na et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **New England journal of medicine**, 2020.

ZUMLA, Alimuddin et al. Coronaviruses—drug discovery and therapeutic options. **Nature reviews Drug discovery**, v. 15, n. 5, p. 327-347, 2016.

## ANEXO A – ARTIGO PUBLICADO

Research, Society and Development, v. 10, n. 5, e55010515313, 2021  
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15313>

**Análise epidemiológica e espacial da COVID-19 no Estado do Piauí**

Epidemiological and spatial analysis of COVID-19 in the State of Piauí

Análisis epidemiológico y espacial de COVID-19 en el Estado de Piauí

Recebido: 21/04/2021 | Revisado: 30/04/2021 | Aceito: 03/05/2021 | Publicado: 16/05/2021

**Glauber Bezerra Macedo**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2914-2689>

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

Instituto Científico e Tecnológico da Universidade, Brasil, Brasil

E-mail: [glaubermacedo@hotmail.com](mailto:glaubermacedo@hotmail.com)**Juliana Bezerra Macedo**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2742-0090>

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

Instituto Científico e Tecnológico da Universidade, Brasil, Brasil

E-mail: [julianbezmacedo@hotmail.com](mailto:julianbezmacedo@hotmail.com)**Livia Assis Garcia**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8343-3375>

Instituto Científico e Tecnológico da Universidade, Brasil, Brasil

E-mail: [livia.assis@universidadebrasil.edu.br](mailto:livia.assis@universidadebrasil.edu.br)**Anderson Fuentes Ferreira**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1816-9459>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: [Andersonfco.f2@hotmail.com](mailto:Andersonfco.f2@hotmail.com)**Daniela Bezerra Macedo**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7220-5051>

Instituto Científico e Tecnológico da Universidade, Brasil, Brasil

E-mail: [dani-lbmae@hotmail.com](mailto:dani-lbmae@hotmail.com)**Claudio Scott Bortoleto**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3155-9056>

Médico especialista em Clínica Médica, Brasil

E-mail: [claudiobortoleto@gmail.com](mailto:claudiobortoleto@gmail.com)**Adriana Pavinatto**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1370-9070>

Instituto Científico e Tecnológico da Universidade, Brasil, Brasil

E-mail: [adriana.pavinatto@universidadebrasil.edu.br](mailto:adriana.pavinatto@universidadebrasil.edu.br)**Carla Roberta Tim**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4745-9375>

Instituto Científico e Tecnológico da Universidade, Brasil, Brasil

E-mail: [carla.tim@universidadebrasil.edu.br](mailto:carla.tim@universidadebrasil.edu.br)**Resumo**

Estudo ecológico, analítico e exploratório que objetivou realizar análises epidemiológicas e espaciais da distribuição dos casos confirmados e dos óbitos por doença do Coronavírus 2019 (do inglês, *Coronavirus Disease 2019 - COVID-19*) que ocorreram no ano de 2020, no estado do Piauí, Brasil. As variáveis elencadas foram obtidas via banco de dados do IBGE e SESAPI. Nas análises epidemiológicas foram realizadas estatísticas descritivas e nas análises espaciais, foram construídos mapas utilizando técnicas de geoprocessamento, através das análises estatísticas de *Moran Global e Local*. Os resultados evidenciaram que, no ano de 2020, foram notificados 143.179 casos confirmados e 2.240 óbitos causados por COVID-19 no Piauí. Observou-se maior percentual de casos em indivíduos do sexo feminino, adultos jovens, e os óbitos em idosos, do sexo masculino, com doenças crônicas. Houve formação de *clusters* no estado, elementos a serem considerados na organização e fortalecimento dos serviços de saúde para o desenvolvimento de estratégias que busquem minimizar a transmissão durante a emergência da COVID-19.

**Palavras-chave:** COVID-19; Coronavírus; Epidemiologia; Análise espacial.

**Abstract**

Ecological, analytical and exploratory study that aimed to carry out epidemiological and spatial analyzes of the distribution of confirmed cases and deaths from Coronavirus 2019 disease (from English, *Coronavirus Disease 2019 - COVID-19*) that occurred in 2020, in the state of Piauí, Brazil. The variables listed were obtained via the IBGE and SESAPI database. In the epidemiological analyzes, descriptive statistics were performed and in the spatial analyzes, maps were constructed using geoprocessing techniques, through the statistical analyzes of Moran Global and Local. The results showed that, in 2020, 143,179 confirmed cases and 2,240 deaths caused by COVID-19 were reported in Piauí. There was a higher percentage of cases in females, young adults, and deaths in the elderly, males, with chronic

**ANEXO B – VALORES ÍNDICE DE MORAN LOCAL DA INCIDÊNCIA DA COVID-19 NO PIAUÍ**

codigo	Nome do Mu	CASOS	INCIDENCIA	Incidencia_LMiIndex	Incidencia_LMiZScore	Incidencia_LMiPValue	Incidencia_COType	NNeighbors
220005	Acau	92	129,87	6,40467E-06	0,341751873	0,344		8
220010	Agricolândia	71	138,16	-3,878E-05	-0,844120821	0,104		28
220020	Água Branca	1036	595,03	1,81906E-05	0,224954952	0,19		26
220025	Alagoinha do Piauí	155	202,59	8,80358E-06	0,285701776	0,476		26
220027	Alegrete do Piauí	348	708,04	-1,23771E-05	-0,133953911	0,38		23
220030	Alto Longá	280	195,75	-7,8391E-06	-0,243070386	0,174		24
220040	Altos	2213	546,1	6,02541E-05	2,231354422	0,046	HH	20
220045	Alvorada do Gurguéia	102	188,23	7,57441E-06	0,510932113	0,118		8
220050	Amarante	674	383	-2,91087E-07	-0,270242904	0,498		23
220060	Angical do Piauí	205	302	-1,36404E-06	-0,0556972	0,254		25
220070	Anásio de Abreu	196	198,38	-2,17187E-05	-0,783535481	0,074		10
220080	Antônio Almeida	245	774,34	3,68004E-06	0,108938482	0,186		7
220090	Arozés	153	262,21	2,30665E-06	0,160031512	0,39		16
220095	Aroeiras do Itaim	92	360,64	6,46129E-07	0,238700035	0,45		34
220100	Arraial	75	158,66	1,98974E-05	0,622231005	0,134		20
220105	Assunção do Piauí	151	192,45	1,61908E-06	0,27276246	0,376		2
220110	Avelino Lopes	168	148,82	7,08965E-06	0,532197059	0,042	LL	4
220115	Baixa Grande do Ribeiro	1569	1354,22	5,94725E-06	0,218383744	0,152		2
220117	Barra D'Alcântara	54	136,37	2,78338E-05	0,652380053	0,116		23
220120	Barras	3186	676,92	8,10424E-05	2,339854474	0,054		23
220130	Barreiras do Piauí	41	122,46	2,02943E-06	0,19635603	0,47		3
220140	Barro Duro	463	658,42	2,29654E-05	0,331874761	0,18		30
220150	Batalha	469	174,63	8,11965E-07	0,055530542	0,306		26
220155	Bela Vista do Piauí	182	453,3	-8,32495E-06	-0,881984837	0,02	HL	19
220157	Belém do Piauí	173	485,14	-4,77606E-06	-0,225600403	0,436		29
220160	Benedictinos	369	352,54	-2,52691E-06	-0,724148645	0,138		27
220170	Bertolínia	549	998	-1,528E-05	-0,269959021	0,428		9
220173	Betânia do Piauí	81	130,54	1,20551E-05	0,556685622	0,05	LL	7
220177	Boa Hora	175	258,07	2,86044E-06	0,137163124	0,39		21
220180	Bocaina	175	388,89	-1,58509E-06	-0,495982194	0,316		32
220190	Bom Jesus	1925	764,53	-4,42885E-06	-0,205881829	0,452		4
220191	Bom Princípio do Piauí	44	78,15	9,03293E-06	0,216498719	0,49		12
220192	Bonfim do Piauí	144	253,97	-1,58768E-05	-1,114660059	0,046	LH	10

220194	Boqueirão do Piauí	232	362,1	7,93031E-07	0,40332045	0,306		19
220196	Brasileira	250	300,16	4,44396E-06	0,549785255	0,164		17
220198	Brejo do Piauí	27	69,68	1,2722E-05	0,576400674	0,124		10
220200	Buriti dos Lopes	814	411,51	-2,01856E-06	-0,384276651	0,342		15
220202	Buriti dos Montes	303	367,54	1,54697E-07	0,443769181	0,21		6
220205	Cabeceiras do Piauí	246	232,38	-4,62991E-05	-2,569296958	0,036	LH	21
220207	Cajazeiras do Piauí	22	61,82	3,47072E-05	0,808487673	0,018	LL	19
220208	Cajueiro da Praia	434	567,91	-7,9439E-06	-0,455427792	0,198		8
220209	Caldeirão Grande do Piauí	160	317,15	-6,63281E-07	-0,104580996	0,228		18
220210	Campinas do Piauí	79	140,74	1,50619E-05	0,471913647	0,308		23
220211	Campo Alegre do Fidalgo	50	86,57	1,73544E-05	0,551833567	0,138		14
220213	Campo Grande do Piauí	339	570,42	-1,6471E-05	-0,456469693	0,382		32
220217	Campo Largo do Piauí	228	313,23	-3,87226E-06	-0,540176128	0,096		16
220220	Campo Maior	2811	600,22	-1,0769E-05	-0,35491843	0,408		20
220225	Canavieira	17	43,04	4,48058E-06	0,173207373	0,456		10
220230	Canto do Buriti	604	285,08	4,50607E-06	0,802709702	0,024	LL	9
220240	Capitão de Campos	253	221,6	8,35109E-06	0,369369347	0,362		19
220245	Capitão Gervásio Oliveira	33	80,49	5,82865E-06	0,20440287	0,47		11
220250	Caracol	216	197,87	-3,81041E-07	0,056343971	0,288		10
220253	Caraúbas do Piauí	163	277,78	4,2631E-06	0,330903003	0,444		18
220255	Caridade do Piauí	65	128,28	1,11053E-05	0,328348363	0,458		22
220260	Castelo do Piauí	512	259,69	3,98073E-06	0,457767665	0,236		10
220265	Caxingá <sup>3</sup>	124	228,61	5,54461E-06	0,184117543	0,442		18
220270	Cocal	719	258,75	5,61244E-06	0,437634506	0,274		15
220271	Cocal de Telha	138	282,15	5,39833E-06	0,322759128	0,396		21
220272	Cocal dos Alves	225	365,68	4,61193E-07	0,545713911	0,158		14
220273	Coivaras	143	355,72	-8,35069E-07	-0,414119237	0,12		21
220275	Colônia do Gurguéia	137	178,94	5,15679E-06	0,262140857	0,422		11
220277	Colônia do Piauí	71	109,5	2,2673E-05	0,740811383	0,082		22
220280	Conceição do Canindé	36	74,95	1,6675E-05	0,482122079	0,262		20
220285	Coronel José Dias	79	168,73	6,13137E-06	0,41504084	0,272		9
220290	Corrente	1061	398,21	-1,12839E-06	-0,715039298	0,008	HL	6
220300	Cristalândia do Piauí	35	42,2	5,12249E-06	0,328812614	0,302		2
220310	Cristino Castro	202	193,8	6,89427E-06	0,658462411	0,09		7
220320	Curimatá	304	266,95	4,64377E-06	0,822026142	0,022	LL	6

220323	Currais	179	361,32	-3,64084E-07	-0,515734995	0,066		4
220325	Curralinhos	192	432,14	4,9695E-06	0,536410082	0,114		22
220327	Curral Novo do Piauí	105	196,52	9,56497E-06	0,486467867	0,232		14
220330	Demerval Lobão	1484	1074,04	6,00528E-05	0,679681549	0,11		23
220335	Dirceu Arcoverde	177	252,46	-2,39978E-06	-0,226176546	0,174		9
220340	Dom Expedito Lopes	143	207,13	8,42622E-06	0,294392809	0,478		33
220342	Domingos Mourão	77	176,81	5,60996E-06	0,308710986	0,398		9
220345	Dom Inocêncio	117	122,44	3,37388E-06	0,235706988	0,496		8
220350	Elesbão Veloso	575	393,78	-9,28284E-07	-0,343766599	0,468		27
220360	Eliseu Martins	104	211,6	1,30645E-06	0,102963715	0,38		9
220370	Esperantina	1144	287,89	-3,38932E-06	-0,148770353	0,184		21
220375	Fartura do Piauí	157	295,84	-8,40888E-06	-0,998475354	0,05	LH	9
220380	Flores do Piauí	71	159,09	2,07219E-05	1,064033752	0,002	LL	11
220385	Floresta do Piauí	96	375,29	-4,65104E-08	-0,231558527	0,458		25
220390	Floriano	4265	711,6	-1,71753E-05	-0,881725804	0,006	HL	8
220400	Francinópolis	48	89,75	2,44476E-05	0,470191157	0,272		29
220410	Francisco Ayres	100	229,99	9,3066E-06	0,509624775	0,198		18
220415	Francisco Macedo	289	907,66	-2,50562E-05	-0,184832266	0,43		23
220420	Francisco Santos	168	180,28	1,36477E-05	0,387274728	0,44		34
220430	Fronteiras	216	185,81	5,12411E-07	0,024338265	0,298		15
220435	Geminiano	189	347,3	1,01285E-06	0,210566904	0,39		35
220440	Gilbués	273	255,38	2,28379E-06	0,346418195	0,278		5
220450	Guadalupe	232	220,97	-5,33793E-07	-0,005651814	0,256		6
220455	Guaribas	53	116,18	1,04084E-05	0,611944255	0,048	LL	7
220460	Hugo Napoleão	358	923,39	-1,16843E-05	-0,074056753	0,318		31
220465	Ilha Grande	279	295,99	9,55131E-07	0,123031498	0,446		8
220470	Inhuma	418	273,06	6,833E-06	0,430806265	0,364		28
220480	Ipiranga do Piauí	236	240,55	1,21207E-05	0,556921873	0,224		31
220490	Isaías Coelho	133	155,57	1,01264E-05	0,29778132	0,49		25
220500	Itainópolis	258	223,76	5,87208E-06	0,244992049	0,434		33
220510	Itaueira	40	36,3	1,62547E-05	0,55554208	0,09		10
220515	Jacobina do Piauí	179	311,79	5,70611E-06	0,754697809	0,028	LL	19
220520	Jaicós	426	222,99	5,81541E-06	0,258260455	0,44		36
220525	Jardim do Mulato	134	297,51	-2,03275E-06	-0,083052248	0,244		29
220527	Jatobá do Piauí	71	145,94	9,10079E-06	0,325247871	0,46		19

220530	Jerumenha	118	265,05	2,72981E-06	0,348303538	0,308		7
220535	João Costa	123	408,91	-2,5147E-06	-0,81896534	0,004	HL	13
220540	Joaquim Pires	787	548,28	-4,09433E-06	-0,206422235	0,388		19
220545	Joca Marques	334	613,63	1,56666E-05	0,397421123	0,134		16
220550	José de Freitas	1730	441,24	3,76629E-05	5,957128362	0,002	HH	17
220551	Juazeiro do Piauí	171	312,16	2,78742E-06	0,434344387	0,276		15
220552	Júlio Borges	62	110,18	7,32032E-06	0,588989244	0,066		4
220553	Jurema	61	128,07	-1,28105E-06	-0,040816944	0,258		10
220554	Lagoinha do Piauí	167	586,99	1,86554E-05	0,160657061	0,196		27
220555	Lagoa Alegre	238	278,62	-6,24949E-05	-6,388739797	0,004	LH	18
220556	Lagoa do Barro do Piauí	503	1080,56	-4,61095E-05	-0,715858195	0,024	HL	10
220557	Lagoa de São Francisco	149	220,48	9,34131E-06	0,479456851	0,246		17
220558	Lagoa do Piauí	351	863,68	6,36604E-05	0,571543869	0,154		25
220559	Lagoa do São	68	131,35	8,93655E-06	0,316592183	0,498		20
220560	Landri Sales	105	198,3	-3,25566E-06	-0,181468122	0,176		8
220570	Luís Correia	410	135,26	4,81188E-06	0,156118479	0,468		10
220580	Luzilândia	1645	645,45	1,86727E-05	0,228537543	0,116		17
220585	Madeiro	368	442,84	5,11045E-06	0,562233647	0,072		13
220590	Manoel Emídio	152	284,17	1,33751E-06	0,174631673	0,45		8
220595	Marcolândia	340	400,38	2,86713E-07	-0,001246434	0,292		20
220600	Marcos Parente	87	191,25	-1,64818E-06	-0,129565181	0,232		7
220605	Massapê do Piauí	90	139,73	1,13237E-05	0,283287706	0,5		30
220610	Matias Olímpio	360	329,19	-2,79789E-06	-0,322212301	0,134		14
220620	Miguel Alves	1124	332,94	-1,95375E-05	-5,311249561	0,014	LH	11
220630	Miguel Leão	48	385,23	1,08477E-06	0,353570095	0,16		27
220635	Milton Brandão	84	127,02	8,19445E-06	0,343600513	0,384		14
220640	Monsenhor Gil	728	689,13	3,52416E-05	0,608838744	0,146		27
220650	Monsenhor Hipólito	225	290,36	7,8892E-06	0,487134757	0,312		30
220660	Monte Alegre do Piauí	462	435,32	-5,15297E-07	-0,104874869	0,41		5
220665	Morro Cabeça no Tempo	58	127,98	5,82366E-06	0,504606909	0,078		4
220667	Morro do Chapão do Piauí	472	694,53	7,85993E-06	0,197959916	0,18		19
220669	Murici dos Portelas	86	93,9	2,67769E-06	0,063796865	0,314		20
220670	Nazaré do Piauí	109	148,52	1,55338E-05	0,750853821	0,028	LL	14
220672	Nazária	236	275,38	-1,12055E-05	-0,849745758	0,09		21
220675	Nossa Senhora de Nazaré	75	154	-5,42923E-05	-1,695084927	0,074		19

220680	Nossa Senhora dos RemÃ©dios	573	659,23	8,2667E-05	2,543206662	0,032	HH	16
220690	Novo Oriente do PiauÃ	166	252,86	1,19843E-05	0,606020008	0,146		23
220695	Novo Santo AntÃ´nio	152	508,19	-6,54494E-06	-0,425033779	0,298		17
220700	Oeiras	2087	563,61	-2,58538E-05	-0,910960644	0,004	HL	25
220710	Olho D'Ã•gua do PiauÃ	99	402,6	4,59015E-06	0,635237484	0,148		28
220720	Padre Marcos	263	382,94	1,16272E-07	0,085967269	0,246		27
220730	Paes Landim	26	62,97	4,19823E-05	1,102917146	0,002	LL	19
220735	PajeÃº do PiauÃ	73	215,4	1,77286E-05	0,97810816	0,002	LL	13
220740	Palmeira do PiauÃ	101	200,28	2,7284E-06	0,275959193	0,352		5
220750	Palmeirais	235	161,63	-1,50034E-05	-0,590403294	0,116		20
220755	PaquetÃj	105	266,16	-1,9955E-07	0,039371648	0,264		31
220760	ParnaguÃj	143	132,52	8,16864E-06	0,559182286	0,052		6
220770	ParnaÃba	7880	514,77	-6,3566E-06	-0,359283	0,296		10
220775	Passagem Franca do PiauÃ	192	445,17	4,98848E-06	0,373907138	0,146		31
220777	Patos do PiauÃ	129	201,81	5,12817E-06	0,231744344	0,384		29
220779	Pau D'Arco do PiauÃ	164	405,44	3,34521E-06	0,755696416	0,124		24
220780	Paulistana	440	214,39	9,27213E-06	0,565792296	0,108		14
220785	Pavussu	130	353,55	1,02415E-06	0,576344117	0,102		10
220790	Pedro li	1470	379,43	-3,23765E-07	-0,58525956	0,14		13
220793	Pedro Laurentino	32	126,18	2,71412E-05	0,886358862	0,01	LL	16
220795	Nova Santa Rita	72	164,61	1,94712E-05	0,725920126	0,04	LL	17
220800	Picos	4937	631,15	-2,24251E-05	-0,403713741	0,358		33
220810	Pimenteiras	433	357,05	7,72196E-07	0,593004896	0,152		15
220820	Pio Ix	204	110,72	5,05249E-06	0,224058489	0,432		19
220830	Piracuruca	748	259,8	5,263E-06	0,41342519	0,322		17
220840	Piripiri	3482	546,26	-1,4306E-05	-0,622821756	0,13		21
220850	Porto	498	396,24	6,64885E-06	2,255818671	0,034	HH	15
220855	Porto Alegre do PiauÃ	136	501,85	-1,2611E-06	-0,116641968	0,414		5
220860	Prata do PiauÃ	128	406,22	5,52854E-07	0,072215897	0,224		26
220865	Queimada Nova	364	404,8	-2,99565E-07	-0,150484143	0,416		8
220870	RedenÃ§Ão do GurguÃ©ia	167	190,25	-1,04196E-06	-0,122060256	0,228		6
220880	RegeneraÃ§Ão	618	343,75	2,03856E-06	0,46823005	0,352		27
220885	Riacho Frio	101	234,23	2,71036E-06	0,34053971	0,298		7
220887	Ribeira do PiauÃ	23	51,37	3,69993E-05	0,806882995	0,004	LL	14
220890	Ribeiro GonÃ§alves	451	614,36	6,27118E-06	1,088753672	0,016	HH	1

220900	Rio Grande do Piauí	155	240,98	9,9521E-06	0,838606924	0,006	LL	10
220910	Santa Cruz do Piauí	724	1160,26	-8,71965E-05	-0,569329576	0,196		29
220915	Santa Cruz dos Milagres	95	236,38	2,54932E-06	0,196123884	0,416		17
220920	Santa Filomena	48	76,76	7,7258E-07	0,194906846	0,438		1
220930	Santa Luz	164	279,86	1,84327E-06	0,275011673	0,376		7
220935	Santana do Piauí	122	263,27	3,84439E-06	0,215926916	0,426		31
220937	Santa Rosa do Piauí	53	100,82	2,7127E-05	0,670179467	0,116		23
220940	Santo Antônio de Lisboa	24	37,41	2,07189E-05	0,255966755	0,498		32
220945	Santo Antônio dos Milagres	71	328,55	-1,03492E-06	-0,09822057	0,254		27
220950	Santo Inácio do Piauí	132	347,55	2,24195E-06	0,568855323	0,202		26
220955	São Braz do Piauí	34	76,44	-3,42383E-06	-0,054903746	0,2		14
220960	São Félix do Piauí	62	210,74	1,02316E-06	0,033264471	0,292		28
220965	São Francisco de Assis do Piauí	20	34,75	1,39091E-05	0,435518184	0,324		16
220970	São Francisco do Piauí	52	80,96	2,71446E-05	0,909094075	0,004	LL	16
220975	São Gonçalo do Gurguéia	77	253,21	1,8004E-06	0,247908501	0,438		5
220980	São Gonçalo do Piauí	132	263,21	-1,05547E-05	-0,29583298	0,168		28
220985	São João da Canabrava	174	377,6	-2,53015E-07	-0,395501655	0,354		25
220987	São João da Fronteira	137	226,75	4,25512E-06	0,353443666	0,356		9
220990	São João da Serra	172	280,18	3,15576E-06	0,342500001	0,41		16
220995	São João da Varjota	54	111,57	1,74639E-05	0,475685145	0,338		31
220997	São João do Arraial	302	378,02	1,71069E-07	0,194910355	0,184		19
221000	São João do Piauí	636	308,72	6,23842E-06	0,983046756	0,002	LL	14
221005	São José do Divino	58	108,49	5,13674E-06	0,170093572	0,402		21
221010	São José do Peixe	35	93,46	3,06377E-05	1,08221551	0,002	LL	15
221020	São José do Piauí	121	180,46	1,20239E-05	0,25151398	0,466		28
221030	São Julião	180	282,89	2,02277E-06	0,093803081	0,352		22
221035	São Lourenço do Piauí	33	72,16	-1,20045E-05	-0,319277638	0,11		11
221037	São Luis do Piauí	84	317,7	5,20056E-06	0,499473502	0,248		27
221038	São Miguel da Baixa Grande	13	53,02	-2,31057E-05	-0,313283784	0,154		29
221039	São Miguel do Fidalgo	9	29,62	3,56335E-05	0,926762555	0,016	LL	20
221040	São Miguel do Tapuio	267	151,17	4,15978E-06	0,295554977	0,39		8
221050	São Pedro do Piauí	637	445,74	4,64631E-06	0,197091408	0,186		24
221060	São Raimundo Nonato	2582	743,88	-5,3413E-06	-0,128609704	0,392		13
221062	Sebastião Barros	19	54,77	7,87572E-06	0,494726645	0,11		3
221063	Sebastião Leal	201	468,1	3,38823E-06	0,433168634	0,082		8

221065	Sigefredo Pacheco	180	179,27	7,79234E-06	0,316417941	0,452		18
221070	Simões	329	224,83	5,06428E-06	0,261161496	0,49		18
221080	Simplício Mendes	371	291,87	8,90855E-06	0,862448214	0,026	LL	21
221090	Socorro do Piauí	79	172,9	2,77156E-05	1,070045992	0,004	LL	16
221093	Sussuapara	261	387,82	-8,63907E-07	-0,349647459	0,474		34
221095	Tamboril do Piauí	19	65,09	1,17465E-05	0,536926861	0,172		10
221097	Tanque do Piauí	42	151,9	3,03091E-05	0,839201118	0,056		22
221100	Teresina	50085	579,12	8,0642E-05	3,28421727	0,026	HH	16
221110	União	1401	11258,85	0,000136034	1,025750972	0,128		10
221120	Uruçuá	1926	649,87	3,247E-06	0,348115588	0,072		2
221130	Valença do Piauí	1162	920,74	-5,63099E-05	-0,874784542	0,02	HL	20
221135	Várzea Branca	72	2348,9	-0,00012209	-0,424011303	0,178		9
221140	Várzea Grande	223	163,97	2,77022E-05	0,680081229	0,07		21
221150	Vera Mendes	30	724,73	-2,78304E-05	-0,501341501	0,236		27
221160	Vila Nova do Piauí	99	100,98	-2,00395E-06	-0,053601312	0,246		29
221170	Wall Ferraz	300	221,87	-2,62395E-06	-0,155623409	0,214		27

**ANEXO C – VALORES ÍNDICE DE MORAN LOCAL DA MORTALIDADE POR COVID-19 NO PIAUÍ**

codigo	Nome do Município	OBITOS	MORTALIDADE	Mortalidade_ LMilIndex	Mortalidade_ LMIZScore	Mortalidade_ LMIPValue	Mortalidade_ COType	Mortalidade_ NNeighbors
220005	Acau	0	0	0,000194661	2,439629416	0,002	LL	8
220010	Agricolândia	0	0	-0,000858019	-2,706531787	0,006	LH	28
220020	Água Branca	47	269,94	0,002086118	2,010130186	0,032	HH	26
220025	Alagoinha do Piauí	5	65,35	-4,86016E-05	-1,456202538	0,067		26
220027	Alegrete do Piauí	3	61,04	-3,62766E-05	-1,628681539	0,049	HL	23
220030	Alto Longó	6	41,95	-6,32507E-05	-2,074570209	0,027	LH	24
220040	Altos	30	74,03	6,20647E-05	1,355457752	0,097		20
220045	Alvorada do Gurguéia	5	92,27	1,70096E-05	0,342654164	0,333		8
220050	Amarante	12	68,19	4,82336E-05	1,664164082	0,057		23
220060	Angical do Piauí	5	73,66	0,000139664	1,916999205	0,036	HH	25
220070	Anísio de Abreu	1	10,12	4,86488E-05	0,451249119	0,35		10
220080	Antônio Almeida	3	94,82	3,61006E-05	0,6919625	0,233		7
220090	Aroazes	5	85,69	7,32651E-05	1,122693879	0,135		16
220095	Aroeiras do Itaim	1	39,2	-2,33747E-05	-0,409352238	0,322		34
220100	Arraial	1	21,16	1,96512E-05	0,300699357	0,38		20
220105	Assunção do Piauí	3	38,24	5,85477E-06	0,463666872	0,358		2
220110	Avelino Lopes	15	132,87	-3,20147E-05	-0,446071198	0,346		4
220115	Baixa Grande do Ribeiro	14	120,84	-4,41749E-06	-0,149483752	0,483		2
220117	Barra D'Alcântara	1	25,31	5,81209E-06	0,073646249	0,482		23
220120	Barras	61	129,61	4,16294E-05	0,269859111	0,366		23
220130	Barreiras do Piauí	1	29,87	1,32116E-05	0,647088384	0,267		3
220140	Barro Duro	7	99,54	0,000774718	3,362459687	0,003	HH	30
220150	Batalha	11	40,96	-2,36435E-05	-0,77111469	0,221		26
220155	Bela Vista do Piauí	3	74,72	-7,88531E-05	-1,764302687	0,03	HL	19
220157	Belém do Piauí	3	84,13	-0,000197774	-1,885890984	0,024	HL	29
220160	Benedictinos	12	114,65	0,000372731	2,313546017	0,014	HH	27
220170	Bertolínia	6	109,07	1,09119E-05	0,170183529	0,382		9
220173	Betânia do Piauí	1	16,12	0,000159014	2,666500349	0,001	LL	7
220177	Boa Hora	0	0	-0,000103963	-0,715597235	0,233		21
220180	Bocaina	2	44,44	1,73002E-05	0,414675494	0,346		32
220190	Bom Jesus	24	95,32	3,68256E-05	1,02132641	0,148		4
220191	Bom Princípio do Piauí	3	53,29	-3,21747E-06	-0,744455642	0,2		12
220192	Bonfim do Piauí	2	35,27	3,37219E-05	0,72416526	0,243		10
220194	Boqueirão do Piauí	1	15,61	-5,71045E-05	-0,479063325	0,294		19
220196	Brasileira	5	60,03	-4,45574E-06	-0,439945916	0,339		17
220198	Brejo do Piauí	2	51,61	-2,51388E-06	-0,527222328	0,269		10
220200	Buriti dos Lopes	12	60,66	2,64105E-06	0,15102231	0,404		15
220202	Buriti dos Montes	2	24,26	2,2882E-05	0,735204898	0,245		6

220205	Cabeceiras do Piauí	7	66,13	2,14903E-05	0,805645659	0,208		21
220207	Cajazeiras do Piauí	1	28,1	6,49284E-05	0,920650164	0,186		19
220208	Cajueiro da Praia Caldeirão Grande do Piauí	10	130,86	-1,30195E-05	-0,076283441	0,496		8
220209	Piauí	0	0	0,000181629	1,153320121	0,118		18
220210	Campinas do Piauí	1	17,82	-1,2692E-05	-0,10046515	0,429		23
220211	Campo Alegre do Fidalgo	1	17,31	0,00012985	1,764198772	0,023	LL	14
220213	Campo Grande do Piauí	4	67,31	-6,91992E-05	-1,702839443	0,046	HL	32
220217	Campo Largo do Piauí	5	68,69	1,01546E-05	0,244828936	0,379		16
220220	Campo Maior	56	119,57	-9,75054E-07	0,058112036	0,461		20
220225	Canavieira	1	25,32	-1,6321E-05	-0,340543202	0,339		10
220230	Canto do Buriti	18	84,96	1,48833E-05	0,379269677	0,331		9
220240	Capitão de Campos Capitão Gervásio	2	17,52	-4,42217E-06	-0,019683395	0,472		19
220245	Oliveira	1	24,39	6,77594E-05	1,247064613	0,095		11
220250	Caracol	5	45,8	1,83901E-05	1,183553218	0,102		10
220253	Caraúbas do Piauí	4	68,17	3,32294E-06	0,088129847	0,426		18
220255	Caridade do Piauí	0	0	0,000317808	2,292995678	0,006	LL	22
220260	Castelo do Piauí	13	65,94	-7,60788E-06	-0,516530772	0,309		10
220265	Caxingá <sup>3</sup>	0	0	-0,000129672	-0,830935033	0,183		18
220270	Cocal	19	68,38	9,29429E-06	0,383587191	0,308		15
220271	Cocal de Telha	4	81,78	-4,51177E-05	-0,51113866	0,321		21
220272	Cocal dos Alves	4	65,01	-1,5691E-07	-0,030209455	0,477		14
220273	Coivaras	3	74,63	7,07547E-05	1,58121299	0,062		21
220275	Colônia do Gurguéia	1	13,06	-6,92893E-05	-1,015127678	0,159		11
220277	Colônia do Piauí Conceição do	2	30,85	6,17316E-06	0,116204068	0,477		22
220280	Canindé	1	20,82	0,000170066	2,295810993	0,009	LL	20
220285	Coronel José Dias	2	42,72	1,94902E-05	1,155738804	0,125		9
220290	Corrente	9	33,78	2,11712E-05	0,858747354	0,192		6
220300	Cristalândia do Piauí	1	12,06	1,14419E-05	0,232564076	0,453		2
220310	Cristino Castro	5	47,97	-2,42267E-06	-0,181244934	0,399		7
220320	Curimatá	3	26,34	-2,95672E-05	-0,956796196	0,17		6
220323	Currais	1	20,19	-3,14465E-05	-1,083056769	0,14		4
220325	Currupinheiros	0	0	-0,000373024	-2,174314486	0,026	LH	22

220327	Curral Novo do Piauí	0	0	0,000251443	2,217003597	0,008	LL	14
220330	Demerval Lobão	5	36,19	-0,000107656	-1,936046506	0,035	LH	23
220335	Dirceu Arcoverde	3	42,79	2,58296E-05	1,191435621	0,097		9
220340	Dom Expedito Lopes	4	57,94	8,82947E-06	0,91146315	0,18		33
220342	Domingos Mourão	0	0	3,99064E-05	0,472447114	0,333		9
220345	Dom Inocêncio	3	31,39	4,00997E-05	1,536312679	0,041	LL	8
220350	Elesbão Veloso	19	130,12	0,000194145	1,037043249	0,15		27
220360	Eliseu Martins	3	61,04	3,9563E-06	0,423123678	0,318		9
220370	Esperantina	33	83,05	9,46662E-06	0,117291529	0,423		21
220375	Fartura do Piauí	3	56,53	-1,63844E-06	-0,738713066	0,246		9
220380	Flores do Piauí	2	44,81	-1,26331E-05	-0,754874272	0,215		11
220385	Floresta do Piauí	4	156,37	-8,37361E-05	-0,280369493	0,408		25
220390	Floriano	64	106,78	-3,24825E-05	-0,522750237	0,312		8
220400	Francinópolis	1	18,7	-5,57923E-05	-0,495704676	0,297		29
220410	Francisco Ayres	5	115	-0,000146534	-1,129835873	0,13		18
220415	Francisco Macedo	1	31,41	0,000106533	1,090191099	0,125		23
220420	Francisco Santos	0	0	0,000103279	0,525416903	0,297		34
220430	Fronteiras	1	8,6	0,000116764	1,120180725	0,123		15
220435	Geminiano	2	36,75	9,39647E-06	0,156839695	0,447		35
220440	Gilbués	1	9,35	1,4134E-05	0,346375705	0,398		5
220450	Guadalupe	2	19,05	-2,55621E-05	-0,483811061	0,285		6
220455	Guaribas	1	21,92	1,24039E-05	0,311859893	0,399		7
220460	Hugo Napoleão	4	103,17	0,00050499	2,607267302	0,007	HH	31
220465	Ilha Grande	4	42,44	-1,90985E-05	-0,749578032	0,22		8
220470	Inhuma	7	45,73	-2,73873E-05	-1,058803267	0,147		28
220480	Ipiranga do Piauí	5	50,96	-8,58865E-06	-0,604457844	0,249		31
220490	Isaías Coelho	1	11,7	0,00010417	0,790216236	0,233		25
220500	Itainópolis	4	34,69	3,68521E-05	0,608176191	0,272		33
220510	Itaueira	5	45,38	-4,5235E-06	-0,250373454	0,374		10
220515	Jacobina do Piauí	1	17,42	0,00024148	2,989005697	0,001	LL	19
220520	Jaicós	12	62,81	-3,27969E-05	-1,393758425	0,074		36
220525	Jardim do Mulato	3	66,61	9,7423E-05	2,496336249	0,012	HH	29
220527	Jatobá do Piauí	1	20,55	-1,37608E-05	-0,108142396	0,44		19
220530	Jerumenha	2	44,92	4,34053E-07	0,030368444	0,467		7
220535	João Costa	1	33,24	2,65687E-05	0,802388061	0,219		13

220540	Joaquim Pires	9	62,7	9,71818E-08	0,064713504	0,445		19
220545	Joca Marques	1	18,37	-9,45146E-05	-0,691268308	0,228		16
220550	José de Freitas	22	56,11	1,84222E-06	1,005417139	0,142		17
220551	Juazeiro do Piauí	1	18,25	2,26244E-07	0,007425626	0,468		15
220552	Júlio Borges	6	106,63	1,74738E-05	0,350184936	0,313		4
220553	Jurema	2	41,99	3,37485E-05	1,213559195	0,107		10
220554	Lagoinha do Piauí	4	140,6	0,001289402	2,80530527	0,006	HH	27
220555	Lagoa Alegre	5	58,53	1,0004E-05	1,301607251	0,1		18
220556	Lagoa do Barro do Piauí	1	21,48	0,000115049	2,104940496	0,01	LL	10
220557	Lagoa de São Francisco	3	44,39	1,91313E-05	0,752027089	0,228		17
220558	Lagoa do Piauí	2	49,21	-4,4589E-05	-2,231077945	0,022	LH	25
220559	Lagoa do São	7	135,21	8,96431E-05	0,544395641	0,276		20
220560	Landri Sales	6	113,31	-2,05443E-05	-0,220637059	0,444		8
220570	Luís Correia	14	46,19	-2,45558E-05	-1,179430388	0,111		10
220580	Luzilândia	30	117,71	-0,000173939	-0,712236291	0,26		17
220585	Madeiro	2	24,07	-1,87077E-05	-0,171176898	0,399		13
220590	Manoel Emídio	6	112,17	2,08213E-05	0,26611052	0,352		8
220595	Marcolândia	7	82,43	-0,000176884	-1,891626309	0,022	HL	20
220600	Marcos Parente	2	43,97	-9,63997E-06	-0,430087382	0,311		7
220605	Massapê do Piauí	0	0	0,000291735	1,755585502	0,026	LL	30
220610	Matias Olímpio	6	54,86	-9,09716E-08	-0,091987672	0,442		14
220620	Miguel Alves	17	50,36	-9,04804E-06	-1,071376394	0,14		11
220630	Miguel Leão	0	0	-0,000545094	-2,026390397	0,03	LH	27
220635	Milton Brandão	3	45,37	1,67299E-05	0,874085538	0,207		14
220640	Monsenhor Gil	15	141,99	0,000474414	1,560775865	0,072		27
220650	Monsenhor Hipólito	2	25,81	0,000100611	0,950015731	0,169		30
220660	Monte Alegre do Piauí	8	75,38	-1,78863E-06	-0,077317552	0,494		5
220665	Morro Cabeça no Tempo	0	0	-8,7903E-05	-1,965680809	0,038	LH	4
220667	Morro do Chapão do Piauí	2	29,43	-6,08057E-05	-0,734103712	0,22		19
220669	Murici dos Portelas	4	43,67	5,74596E-06	0,186266715	0,448		20
220670	Nazaré do Piauí	3	40,88	1,14623E-05	0,450011105	0,339		14
220672	Nazária	8	93,35	0,000135151	1,375847806	0,089		21
220675	Nossa Senhora de Nazaré	5	102,67	-5,39483E-05	-0,345306678	0,383		19

220680	Nossa Senhora dos Remã©dios	8	92,04	6,33902E-05	0,606081099	0,238		16
220690	Novo Oriente do Piauã	8	121,86	-9,71016E-05	-0,503052534	0,319		23
220695	Novo Santo Antãnio	3	100,3	1,31985E-05	0,189325009	0,391		17
220700	Oeiras	21	56,71	-1,92277E-06	-0,451188943	0,352		25
220710	Olho D'ãgua do Piauã	3	122	0,001390736	3,846708645	0,001	HH	28
220720	Padre Marcos	4	58,24	-1,80993E-05	-1,444197085	0,066		27
220730	Paes Landim	1	24,22	9,16858E-07	0,050526776	0,492		19
220735	Pajeã do Piauã	7	206,55	-0,000353866	-1,149257589	0,129		13
220740	Palmeira do Piauã	2	39,66	-6,01319E-06	-0,35791365	0,309		5
220750	Palmeirais	7	48,15	-3,7752E-05	-2,05700811	0,03	LH	20
220755	Paquetãj	2	50,7	-2,47424E-05	-1,543505339	0,066		31
220760	Parnaguãj	5	46,33	-3,77931E-06	-0,379547427	0,322		6
220770	Parnaãba	141	92,11	-1,58361E-06	-0,000983238	0,464		10
220775	Passagem Franca do Piauã	6	139,11	0,000855473	2,521245996	0,013	HH	31
220777	Patos do Piauã	3	46,93	4,04157E-05	1,890181451	0,014	LL	29
220779	Pau D'Arco do Piauã	0	0	-0,000365072	-2,565205563	0,007	LH	24
220780	Paulistana	8	38,98	0,000112504	3,722114926	0,001	LL	14
220785	Pavussu	3	81,59	1,1736E-05	0,31415077	0,352		10
220790	Pedro li	30	77,44	-6,83808E-05	-1,55162886	0,047	HL	13
220793	Pedro Laurentino	2	78,86	-2,54914E-05	-0,458306564	0,341		16
220795	Nova Santa Rita	2	45,72	2,83327E-05	1,321911433	0,085		17
220800	Picos	96	122,73	2,64075E-05	0,101611031	0,447		33
220810	Pimenteiras	5	41,23	-2,29982E-06	-0,170022868	0,401		15
220820	Pio lx	3	16,28	9,92695E-05	1,293851997	0,092		19
220830	Piracuruca	17	59,05	3,15465E-07	0,044062292	0,459		17
220840	Piripiri	52	81,58	-4,10407E-05	-0,62203665	0,27		21
220850	Porto	11	87,52	6,22595E-05	0,681427741	0,223		15
220855	Porto Alegre do Piauã	1	36,9	-1,10617E-05	-0,438342434	0,294		5
220860	Prata do Piauã	2	63,47	5,12929E-05	2,201185655	0,019	HH	26
220865	Queimada Nova Redenã£o do	2	22,24	0,000113339	2,541566105	0,005	LL	8
220870	Gurguãia	10	113,92	-6,41909E-06	-0,091472601	0,477		6
220880	Regenerã£o	10	55,62	1,16962E-06	1,181448576	0,125		27

220885	Riacho Frio	1	23,19	6,431E-07	0,020746401	0,5		7
220887	Ribeira do PiauÃ	0	0	-0,000134427	-0,986827785	0,155		14
220890	Ribeiro GonÃsalves	6	81,73	1,54891E-05	1,434439358	0,099		1
220900	Rio Grande do PiauÃ	2	31,09	-3,23691E-05	-0,790265071	0,219		10
220910	Santa Cruz do PiauÃ	12	192,31	-7,96344E-05	-0,113168862	0,462		29
220915	Santa Cruz dos Milagres	1	24,88	-0,000114842	-1,789213662	0,042	LH	17
220920	Santa Filomena	2	31,98	7,8208E-06	1,093225295	0,127		1
220930	Santa Luz	4	68,26	3,90232E-06	0,230080862	0,38		7
220935	Santana do PiauÃ	3	64,74	4,75338E-05	1,29341521	0,109		31
220937	Santa Rosa do PiauÃ	1	19,02	7,69638E-05	0,728313343	0,241		23
220940	Santo AntÃnio de Lisboa	2	31,18	7,68662E-05	0,790196421	0,223		32
	Santo AntÃnio dos							
220945	Milagres	1	46,27	-0,000112767	-2,336024206	0,018	LH	27
220950	Santo InÃcio do PiauÃ	3	78,99	1,01377E-05	0,160734908	0,425		26
220955	SÃo Braz do PiauÃ	2	44,96	2,96231E-05	1,207612268	0,099		14
220960	SÃo FÃ©lix do PiauÃ	1	33,99	-0,000159494	-2,780701374	0,01	LH	28
	SÃo Francisco de Assis							
220965	do PiauÃ	0	0	0,000259085	2,446811626	0,003	LL	16
220970	SÃo Francisco do PiauÃ	3	46,71	1,86025E-05	1,200000793	0,106		16
	SÃo GonÃsalo do							
220975	GurguÃ©ia	2	65,77	-1,31322E-05	-1,192755363	0,108		5
220980	SÃo GonÃsalo do PiauÃ	2	39,88	-0,000287136	-3,449034028	0,002	LH	28
	SÃo JoÃ£o da							
220985	Canabrava	4	86,81	5,01152E-05	0,513633088	0,278		25
220987	SÃo JoÃ£o da Fronteira	0	0	-5,0584E-06	-0,085858869	0,418		9
220990	SÃo JoÃ£o da Serra	8	130,31	3,11966E-05	0,259918115	0,376		16
220995	SÃo JoÃ£o da Varjota	2	41,32	-3,7032E-05	-0,859930052	0,2		31
220997	SÃo JoÃ£o do Arraial	1	12,52	-0,000124367	-0,874366915	0,167		19
221000	SÃo JoÃ£o do PiauÃ	17	82,52	-6,27883E-05	-1,220025587	0,104		14
221005	SÃo JosÃ© do Divino	6	112,23	-2,2067E-05	-0,055103136	0,496		21
221010	SÃo JosÃ© do Peixe	1	26,7	1,46928E-05	0,278757446	0,411		15
221020	SÃo JosÃ© do PiauÃ	7	104,4	9,28642E-05	0,596061668	0,256		28
221030	SÃo JuliÃ£o	4	62,86	-4,42721E-05	-1,69494414	0,033	HL	22
221035	SÃo LourenÃo do PiauÃ	0	0	6,38982E-05	0,564578148	0,285		11
221037	SÃo Luis do PiauÃ	0	0	-3,55837E-05	-0,15150774	0,412		27

	São Miguel da Baixa							
221038	Grande	0	0	-0,00060462	-3,357470933	0,001	LH	29
221039	São Miguel do Fidalgo	1	32,91	-9,61365E-06	-0,223831587	0,402		20
221040	São Miguel do Tapuio	7	39,63	-9,91314E-06	-0,567655596	0,271		8
221050	São Pedro do Piau	6	41,98	-0,000108506	-2,112870764	0,025	LH	24
221060	São Raimundo Nonato	26	74,91	-6,00119E-05	-1,583211991	0,041	HL	13
221062	Sebastião Barros	2	57,65	-2,6922E-06	-1,114121637	0,121		3
221063	Sebastião Leal	1	23,29	-9,6129E-05	-2,144550265	0,028	LH	8
221065	Sigefredo Pacheco	1	9,96	-3,25397E-05	-0,308631114	0,351		18
221070	Simões	3	20,5	0,000161585	1,872202586	0,019	LL	18
221080	Simplício Mendes	4	31,47	3,6902E-05	0,599693887	0,287		21
221090	Socorro do Piau	3	65,66	-1,40011E-05	-0,517188547	0,317		16
221093	Sussuapara	3	44,58	-5,83249E-06	-0,172730779	0,411		34
221095	Tamboril do Piau	0	0	-6,81641E-05	-0,907526485	0,169		10
221097	Tanque do Piau	0	0	0,000193754	1,031688453	0,147		22
221100	Teresina	1215	140,49	2,49502E-05	0,167114357	0,413		16
221110	União	31	69,69	3,92502E-05	1,697967071	0,056		10
221120	Uruçu	27	125,24	-3,02571E-06	-0,078779761	0,477		2
221130	Valença do Piau	21	100,39	6,4544E-05	0,628649553	0,254		20
221135	Várzea Branca	4	80,86	-7,63276E-05	-1,149117254	0,104		9
221140	Várzea Grande	0	0	0,000155018	0,828804019	0,209		21
221150	Vera Mendes	0	0	9,06796E-05	0,628375984	0,273		27
221160	Vila Nova do Piau	1	33,66	7,69249E-05	0,950735044	0,18		29
221170	Wall Ferraz	2	44,82	-6,49945E-05	-1,917523247	0,036	LH	27

