

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
DOUTORADO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

JOÃO BATISTA CAVALCANTE FILHO

**A PANDEMIA DE COVID-19 E ASSOCIAÇÃO COM A VULNERABILIDADE
SOCIAL NO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

ARACAJU

2023

JOÃO BATISTA CAVALCANTE FILHO

**A PANDEMIA DE COVID-19 E ASSOCIAÇÃO COM A VULNERABILIDADE
SOCIAL NO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Saúde da Universidade Federal de
Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau
de Doutor em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Prado Nunes.

Coorientador: Prof. Dr. Marcus Valerius da Silva
Peixoto.

ARACAJU

2023

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA SAÚDE – BISAU
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

C377p Cavalcante Filho, João Batista
A pandemia de COVID-19 e associação com a vulnerabilidade social no território brasileiro / João Batista Cavalcante Filho ; orientador Marco Antônio Prado Nunes ; coorientador Marcus Valerius da Silva Peixoto. – Aracaju, 2023.
104 f. : il.

Tese (doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Ciências da saúde. 2. Pandemia de COVID-19. 3. Vulnerabilidade social no Brasil. 4. Epidemiologia. 5. Mortalidade. I. Nunes, Marco Antônio Prado, orient. II. Peixoto, Marcus Valerius da Silva, coorient. III. Título.

CDU 616-036.21(81)

JOÃO BATISTA CAVALCANTE FILHO

**A PANDEMIA DE COVID-19 E ASSOCIAÇÃO COM A VULNERABILIDADE
SOCIAL NO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Saúde da Universidade Federal de
Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau
de Doutor em Ciências da Saúde.

Aprovada em: 01/ setembro/2023

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Prado Nunes
Universidade Federal de Sergipe

Coorientador: Prof. Dr. Marcus Valerius da Silva Peixoto
Universidade Federal de Sergipe

1ª Examinadora: Profª. Drª. Karina Conceição Gomes Machado de Araújo
Universidade Federal de Sergipe

2º Examinador: Prof. Dr. Allan Dantas dos Santos
Universidade Federal de Sergipe

3º Examinador: Prof. Dr. Ricardo de Sousa Soares
Universidade Federal da Paraíba

4º Examinador: Prof. Dr. Marco Aurélio de Oliveria Góes
Universidade Federal de Sergipe



Árvore de Lágrimas - Memorial às vítimas aracajuanas da COVID-19
Praça Fausto Cardoso, Aracaju - SE
Da arquiteta e urbanista Alana Lúcia Mello.
Executada pelo artista plástico Ruy Andrade
Fonte: Acervo do Autor (2023)

À todxs que militam por um Sistema Único de Saúde
que cuide de todas as pessoas.
TODAS as pessoas.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmã e irmão, pelo alicerce que desde sempre me sustenta.

À minha esposa, filho e filha, a motivação de tudo que faço de tudo que faço.

Aos amigos-irmãos que fiz no meu percurso de formação acadêmica, e que são parte essencial desta formação, desde a militância em defesa da vida no movimento estudantil de medicina até a militância pelo SUS e uma sociedade mais justa nos dias de hoje. Seria impossível nominar a todos, então cito alguns que partilharam comigo a convivência no Centro Acadêmico de Medicina da UFPB: Luciano, Medeiros, Alemão, André, Ricardo.

Aos profissionais – da assistência e gestão - e usuários da SUS, em nome das equipes de Saúde da Família onde atuei em Tibau do Sul (RN), Lavras da Mangabeira (CE), Aracaju (SE – UBS Francisco Fonseca e Eunice Barbosa) e São Cristóvão (SE – UBS Antônio Florêncio de Matos) Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Antônio Prado Nunes, por ser um guia em caminhos tão difíceis.

Agradeço ao meu coorientador, Prof. Dr. Marcus Valérius da Silva Peixoto, pelo compartilhamento de saberes, fazeres e afetos.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Sergipe, pela eficiência e qualidade.

Agradeço aos professores avaliadores da banca de Qualificação, que com sabedoria aperfeiçoaram o texto elaborado e em muito contribuíram para esta tese: professores Karina Conceição, Allan Dantas e Felipe Proença.

Agradeço aos professores Marco Aurelio Góis e Ricardo Soares, que se somaram aos professores da banca de qualificação na defesa da tese em um debate profícuo e generoso.

Agradeço aos meus colegas do Departamento de Medicina da Universidade Federal de Sergipe, campus Aracaju e Lagarto.

No meio da construção da Tese houve uma pandemia! Momento de medo e desafio. Cuidar nunca teve tanto sentido. Viva o SUS!

De tudo, ficaram três coisas: a certeza de que ele estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sono uma ponte, da procura um encontro.

Fernando Sabino (No livro “O Encontro Marcado”, 1981)

“Custa o rico a entrar no Céu
(Afirma o povo e não erra).
Porém muito mais difícil
É um pobre ficar na terra.”

Mario Quintana (No livro “Espelho Mágico”, 1951)

RESUMO

CAVALCANTE FILHO, João Batista. **A pandemia de COVID-19 e associação com a vulnerabilidade social no território brasileiro.** Aracaju, 2023.

Introdução. A Organização Mundial de Saúde (OMS) caracterizou a COVID-19 como uma pandemia em 11 de março de 2020 e em 05 de maio de 2023 declarou o fim da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional. Foram confirmados no mundo aproximadamente 768 milhões de casos de COVID-19 e 6,95 milhões de mortes pela doença até 05 de julho de 2023. Reconhecidamente, vulnerabilidades sociais impactam a saúde das pessoas e comunidades e desigualdades sociais relacionadas ao acesso à moradia, emprego, educação, assistência à saúde continuam exercendo papel na mortalidade e carga de doenças, principalmente em regiões com disparidades econômicas significativas. **Objetivo.** Analisar a associação de indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde com a mortalidade por COVID-19 no território brasileiro. **Métodos.** Foram realizados três estudos observacionais em diferentes abordagens metodológicas, considerando os dois primeiros anos da pandemia. O primeiro estudo correlacionou as taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 ocorridos no estado de Sergipe, com indicadores de desenvolvimento humano e vulnerabilidade social através da correlação de Spearman. Também foi realizada a associação destes índices com a taxa de realização de exames RT PCR por municípios. O segundo estudo analisou a distribuição espacial da mortalidade por COVID 19 e sua associação com indicadores socioeconômicos e de saúde na região nordeste do Brasil, utilizando o Índice de Moran Global, autocorrelação espacial global (LISA), regressão linear múltipla e modelos espaciais autorregressivos. O terceiro estudo analisou a relação da mortalidade pela doença com indicadores demográficos, a incidência da doença e de determinantes sociais de saúde em todos os municípios brasileiros, utilizando regressão logística múltipla com inserção de variáveis de acordo com o modelo teórico construído para este fim. **Resultados.** A análise estatística da associação entre os índices de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano e as taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 no estado de Sergipe demonstrou que, no primeiro ano da pandemia, os municípios menos vulneráveis e com maior desenvolvimento humano apresentaram mais casos e mais óbitos pela doença. O coeficiente de mortalidade no nordeste brasileiro, uma das regiões com os piores indicadores sociais, teve uma correlação negativa e significativa de indicadores de desigualdade e correlação positiva com indicadores socioeconômicos e de saúde, quando utilizado um modelo com o coeficiente de correlação de Spearman e quando utilizado um modelo de análise espacial com alto poder explicativo. O cenário da mortalidade na pandemia de COVID-19 em relação aos indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde de saúde no Brasil teve consideráveis diferenças entre os anos de 2020 e 2021. **Conclusão.** As vulnerabilidades socioeconômicas têm um papel bem estabelecido na disseminação e gravidade da COVID-19. Porém, fatores como estrutura etária, densidade demográfica, indicadores econômicos e polarização política complexificam o cenário da pandemia no Brasil. Municípios maiores e mais populosos, com grande atividade econômica e onde os gestores implementaram medidas insuficientes para redução das desigualdades e de combate à pandemia sofreram mais intensamente os efeitos da doença. Nenhuma narrativa poderia isoladamente justificar a distribuição da mortalidade no território brasileiro, de dimensões continentais e grandes disparidades demográficas e socioeconômicas. A distribuição da mortalidade por COVID 19 se mostrou bastante díspar, com muitos fatores influenciando no coeficiente.

Palavras-chave: COVID-19. Mortalidade. Vulnerabilidade Social. Epidemiologia. Análise Espacial.

ABSTRACT

CAVALCANTE FILHO, João Batista. **The COVID-19 pandemic and association with social vulnerability in the Brazilian territory.** Aracaju, 2023.

Introduction. The World Health Organization (WHO) characterized COVID-19 as a pandemic on March 11, 2020 and on May 5, 2023 declared the end of the Public Health Emergency of International Concern. Approximately 768 million cases of COVID-19 and 6.95 million deaths from the disease were confirmed worldwide by July 5, 2023. Recognized, social vulnerabilities impact the health of people and communities and social inequalities related to access to housing, employment, education, health care continue to play a role in mortality and disease burden, especially in regions with significant economic disparities. **Objective.** To analyze the association of demographic, socioeconomic and health indicators with mortality from COVID-19 in the Brazilian territory. **Methods.** Three observational studies were carried out using different methodological approaches, considering the first two years of the pandemic. The first study correlated the incidence and mortality rates for COVID-19 that occurred in the state of Sergipe, with indicators of human development and social vulnerability through Spearman's correlation. These indices were also associated with the rate of RT PCR exams per municipality. The second study analyzed the spatial distribution of mortality from COVID 19 and its association with socioeconomic and health indicators in the northeast region of Brazil, using the Global Moran Index, global spatial autocorrelation (LISA), multiple linear regression, and autoregressive spatial models. The third study analyzed the relationship between mortality from the disease and demographic indicators, the incidence of the disease and social determinants of health in all Brazilian municipalities, using multiple logistic regression with insertion of variables according to the theoretical model built for this purpose. **Results.** The statistical analysis of the association between the social vulnerability and human development indices and the incidence and mortality rates for COVID-19 in the state of Sergipe showed that, in the first year of the pandemic, the less vulnerable municipalities and those with greater human development had more cases. and more deaths from the disease. The mortality coefficient in northeastern Brazil, one of the regions with the worst social indicators, had a negative and significant correlation of inequality indicators and a positive correlation with socioeconomic and health indicators, when a model with Spearman's correlation coefficient was used and when A spatial analysis model with high explanatory power was used. The scenario of mortality in the COVID-19 pandemic in relation to demographic, socioeconomic and health indicators in Brazil had considerable differences between the years 2020 and 2021. **Conclusion.** Socioeconomic vulnerabilities have a well-established role in the spread and severity of COVID-19. However, factors such as age structure, demographic density, economic indicators and political polarization complicate the pandemic scenario in Brazil. Larger and more populous municipalities, with great economic activity and where managers implemented insufficient measures to reduce inequalities and combat the pandemic, suffered more intensely from the effects of the disease. No single narrative could justify the distribution of mortality in the Brazilian territory, which has continental dimensions and great demographic and socioeconomic disparities. The distribution of mortality from COVID 19 was very uneven, with many factors influencing the coefficient.

Keywords: Coronavirus Infections. Mortality. Social Vulnerability. Epidemiology. Spatial Analysis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Definição e fontes de Indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde	20
--	----

Tabela 2 Casos, óbitos, incidência/1.000 habitantes, mortalidade/100.000 habitantes e letalidade por COVID-19 nos Estados do Nordeste do Brasil acumulados 2020-2021	27
---	----

Estudo 2: Associação de indicadores socioeconômicos com mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico de base populacional

Tabela 1 Coeficiente de mortalidade por COVID 19 nos estados do Nordeste do Brasil.....	50
--	----

Tabela 2 Correlação do Coeficiente de Mortalidade por COVID 19 (Correlação de Spearman) e Fator de Inflação da Variância – VIF – (Regressão Linear Múltipla) e indicadores socioeconômicos e de saúde na região nordeste do Brasil	52
---	----

Tabela 3 Modelo Ordinary least squares (OLS) e Spatial Lag entre mortalidade por COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde na região nordeste do Brasil 2020 – 2021	53
--	----

Material Suplementar: Definição e fontes das variáveis independentes – Indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde.	57
--	----

Estudo 3: Desigualdade social e mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico.

Tabela 1 Definição e fontes das variáveis independentes – Indicadores demográficos, incidência da COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde	62
--	----

Tabela 2 Correlação entre indicadores demográficos, incidência de COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde com o coeficiente de mortalidade por COVID 19 nos municípios brasileiros no ano de 2020	65
--	----

Tabela 3 Correlação entre indicadores demográficos, incidência de COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde com o coeficiente de mortalidade por COVID 19 nos municípios brasileiros no ano de 2021	66
--	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Casos de COVID-19 por município de notificação	22
Figura 2 Óbitos por COVID-19 por município de notificação	23
Figura 3 Mapa de distribuição espacial de acordo com as taxas brutas de mortalidade por COVID-19 por 100.000 habitantes, 2021	25
Figura 4 Análise espacial e espaço-temporal da COVID-19, Sergipe, Brasil, até abril 2020 .	27
Figura 5 Mapa de distribuição espacial de acordo com as taxas brutas de mortalidade por COVID 19 até 14/03/2021	29

Estudo 1: A pandemia de COVID 19 e iniquidades em saúde no estado de Sergipe

Figura 1 Localização do estado de Sergipe	33
Figura 2 Relação entre as taxas de incidência e mortalidade da COVID-19 e indicadores de vulnerabilidade e desenvolvimento em cidades do estado de Sergipe	36
Figura 3 Relação entre a quantidade de Testes RT PCR realizados e indicadores de vulnerabilidade e desenvolvimento em cidades do estado de Sergipe	38

Estudo 2: Associação de indicadores socioeconômicos com mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico de base populacional

Figura 1 Área de Estudo: Localização do Nordeste do Brasil e seus estados	47
Figura 2 Análise Espacial dos coeficientes de mortalidade na região nordeste do Brasil, de 2020 a 2021	51
Figura 3 Mapa de análise de autocorrelação espacial pelos Indicadores Locais de Associação Espacial 2020-2021 (mapa LISA)	52

Estudo 3: Desigualdade social e mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico.

Figura 1 Área de Estudo: localização do Brasil na América do Sul.	61
Figura 2 Coeficientes de mortalidade por COVID 19 no Brasil	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A disseminação da pandemia de COVID-19.....	14
2.2 As ferramentas da epidemiologia no estudo da relação das vulnerabilidades com a pandemia de COVID-19.....	16
2.3 As características da disseminação da pandemia de COVID-19 no Brasil.....	21
3 OBJETIVOS	30
3.1 Objetivo Geral.....	30
3.2 Objetivos Específicos.....	30
Estudo 1: A Pandemia de Covid-19 e Iniquidades em Saúde no Estado de Sergipe.....	31
Estudo 2: Associação de indicadores socioeconômicos com mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico de base populacional.....	43
Estudo 3: Desigualdade social e mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico.....	59
4 DISCUSSÃO INTEGRADA.....	71
5. CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A – Artigos Publicados e Submetidos	82
APÊNDICE B – Produtos no percurso da construção da tese.....	100

1 INTRODUÇÃO

No final do ano de 2019, um novo coronavírus foi identificado como a causa de um conjunto de casos de pneumonia em Wuhan, China, provocando a emissão de um alerta pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Com alta infectividade, o vírus se espalhou rapidamente por todo o mundo, sendo designado como SARS-CoV-2 (Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavírus 2), e a doença que provoca, nomeada COVID-19 (Coronavirus Disease 2019 – Doença por Coronavírus 2019) (COHEN; BLAU, 2021).

A OMS declarou, em 30 de janeiro de 2020, que o surto de COVID-19 constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional – o mais alto nível de alerta da Organização de acordo com o Regulamento Sanitário Internacional. A COVID-19 foi caracterizada pela OMS como uma pandemia em 11 de março de 2020. Foram confirmados no mundo aproximadamente 768 milhões de casos de COVID-19 e 6,95 milhões de mortes até 05 de julho de 2023. Vale ressaltar que em 05 de maio de 2023 a OMS retirou a COVID-19 da classificação de Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (WHO, 2023) .

Seguindo os passos da disseminação da doença, foi no Brasil o primeiro caso diagnosticado de COVID-19 na América do Sul, registrado em 26 de fevereiro de 2020 na cidade de São Paulo (CAVALCANTE; ABREU, 2020). Em todo o país, foram registrados, até 7 de julho de 2023, 37.682.660 de casos e 704.159 óbitos (BRASIL, 2023).

Ante a complexidade do enfrentamento a uma pandemia sem precedentes recentes, informações coletadas com metodologia que auxilie o Sistema de Saúde a elaborar estratégias de organização do cuidado são fundamentais. Informações quanto à magnitude do problema, à estimativa de percentual de infectados, à detecção de aglomerados espaço-temporais e à *análise espacial* para identificação de áreas de maior risco têm o potencial de contribuir para o planejamento e a avaliação das estratégias, qualificando políticas de saúde (CAVALCANTE; ABREU, 2020; HALLAL; HORTA; BARROS et al., 2020).

O conceito de vulnerabilidade social integra a dimensão social ao adoecimento e utiliza indicadores que revelam o perfil da população a ser estudada quanto às condições socioeconômicas, ao acesso aos serviços de saúde e às condições implicadas com iniquidades em saúde (BERTOLOZZI; NICHATA; TAKAHASHI et al., 2009). Essas condições podem proteger ou ameaçar a saúde de indivíduos e populações, ou seja, são determinantes sociais de saúde (COSTA; VIANA; PINHEIRO et al., 2019).

Reconhecidamente, vulnerabilidades sociais impactam a saúde das pessoas e comunidades (CARMO; GUIZARDI, 2018; KIM; BOSTWICK, 2020). A COVID-19, como

outras epidemias na nossa história, não é uma doença socialmente neutra. As desigualdades sociais relacionadas ao acesso à moradia, a emprego, à educação, a saneamento básico e à assistência à saúde continuam exercendo papel na mortalidade e carga de doenças, principalmente em regiões com disparidades econômicas significativas (BAMBRA; RIORDAN; FORD et al., 2020; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al., 2021; HAWKINS; CHARLES; MEHAFFEY, 2020; KIM; BOSTWICK, 2020).

Em dezembro de 2021, o Brasil era o segundo país com mais óbitos por COVID-19 no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos (<https://ourworldindata.org/covid-deaths>). As desigualdades socioeconômicas são um problema mundial, e o Brasil tem se mantido estável entre os mais desiguais do planeta (IBGE, 2022).

No Brasil, associa-se a grande desigualdade socioeconômica à condução questionável do combate à pandemia por parte do governo federal – pela falta de coordenação dos entes federados, pelos atrasos na aquisição de vacinas e pelo incentivo ao uso de medicamentos sem comprovação científica para prevenção e tratamento da COVID-19. Nesse cenário, nenhuma narrativa isoladamente é capaz de explicar a propagação do vírus no país (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al., 2021).

Visando contribuir para a análise do cenário da pandemia de COVID-19 no Brasil, foram realizados três estudos ecológicos de base populacional. O primeiro utilizou como unidade de análise os 75 municípios do Estado de Sergipe, correlacionando incidência, mortalidade e taxa de realização de exame diagnóstico da COVID-19 com indicadores de vulnerabilidade social. O segundo estudo teve por unidade de análise os 1.794 municípios contidos em nove Estados ou Unidades Federativas (UF) da região Nordeste do Brasil e foi seguido de análise de autocorrelação espacial pelo Índice de Moran Global a fim de investigar a existência de padrões de ocorrência da mortalidade por COVID-19 estudada no espaço. Buscou-se a correlação dos indicadores socioeconômicos e de saúde com a mortalidade por COVID-19 no território nordestino. O terceiro estudo, por sua vez, analisou a relação da mortalidade pela doença com indicadores demográficos e a incidência da doença e de determinantes sociais de saúde – comparando os dados do ano de 2020 com os do ano de 2021 – para levantar hipóteses sobre as diferenças de cenário entre os dois primeiros anos da pandemia. As unidades de análise foram os 5.570 municípios brasileiros.

O objetivo geral do presente estudo é analisar a relação de indicadores socioeconômicos, demográficos e de saúde com a mortalidade por COVID-19 no território brasileiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A disseminação da pandemia de COVID-19

Os coronavírus são patógenos importantes tanto para humanos como para animais. Até o final de 2019, seis coronavírus humanos haviam sido identificados: HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, SARS-COV (causador de síndrome respiratória aguda grave) e MERS-COV (causador da síndrome respiratória do Oriente Médio). Em 7 de janeiro de 2020, as autoridades sanitárias chinesas, após estudos realizados por conta de casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na China, anunciaram a descoberta de um novo coronavírus, denominado SARS-COV-2. Esse novo coronavírus foi identificado como o causador da doença COVID-19 (OPAS, 2020). A doença se disseminou pelo mundo e foi caracterizada como pandemia em 11 de março de 2020 pela OMS.

Segundo a OMS, até 31 de julho de 2022, havia aproximadamente 574 milhões de casos confirmados de COVID-19 no mundo, que resultaram em aproximadamente 6,3 milhões de mortes (WHO, 2022a).

O primeiro caso de COVID-19 confirmado no Brasil aconteceu em 26 de fevereiro de 2020, enquanto o primeiro óbito foi inicialmente registrado em 17 de março (OLIVEIRA; DUARTE; FRANÇA et al., 2020) e posteriormente corrigido para o dia 12 de março (BRASIL, 2020). No Brasil, foram registrados, até 5 de agosto de 2022, 33.994.470 de casos e 679.758 óbitos (BRASIL, 2022).

A COVID-19, como outras epidemias na nossa história, não é uma doença socialmente neutra. As desigualdades sociais relacionadas ao acesso à moradia, ao emprego, à educação, ao saneamento básico e à assistência à saúde continuam exercendo papel na mortalidade e carga de doenças, principalmente em regiões com disparidades econômicas significativas (BAMBRA; RIORDAN; FORD et al., 2020; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021; HAWKINS; CHARLES; MEHAFFEY, 2020; KIM; BOSTWICK, 2020).

Análise de regressão espacial realizada na China demonstrou os impactos de fatores socioeconômicos relacionados ao desenvolvimento urbano na propagação da COVID-19 como: densidade demográfica, Produto Interno Bruto (PIB), valor da indústria terciária e valor das vendas no varejo de bens de consumo, densidade hospitalar e da população idosa, densidade de espaços verdes públicos (YOU; WU; GUO, 2020). Desses, apenas a densidade de espaços verdes públicos não esteve relacionada com a taxa de morbidade por COVID-19.

Nos Estados Unidos, fatores socioeconômicos, como desigualdade de renda, raça/etnia, educação, composição da força de trabalho, foram identificados como determinantes para as diferenças geográficas no impacto da COVID-19, assim como fatores políticos (como o rigor nas medidas de distanciamento social) e perfil epidemiológico da população relacionado à incidência de doenças crônicas e a comportamentos de saúde (como o consumo de álcool pela população) (KATHE; WANI, 2021).

Estudo realizado na África demonstrou que a prevalência de COVID-19 em um país do continente, além de ter fatores como Produto Interno Bruto per capita, transparência governamental e proporção de idosos associados positivamente às suas taxas, é altamente dependente da prevalência dos países vizinhos (MANDA; DARIKWA; NKWENIKA et al., 2021).

Informações quanto à magnitude do problema, à estimativa de percentual de infectados, à detecção de aglomerados espaço-temporais e à *análise espacial* para identificação de áreas de maior risco auxiliam no diagnóstico do padrão de disseminação das doenças e têm o potencial de contribuir para o planejamento e a avaliação das estratégias dos sistemas de saúde (CAVALCANTE; ABREU, 2020; HALLAL; HORTA; BARROS et al., 2020). Porém, a caracterização da pandemia na América do Sul recebeu menos atenção que na Europa e na América do Norte (MENA; MARTINEZ; MAHMUD et al., 2021).

A elevada morbimortalidade provocada pela COVID-19 no Brasil se distribuiu desigualmente em seu território (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al., 2021). As primeiras projeções já indicavam que fatores como vulnerabilidades socioeconômicas, capacidade do sistema de saúde local e mobilidade urbana teriam impacto na distribuição da doença. Esperava-se que a região Nordeste do país, a segunda região mais populosa do Brasil (IBGE, 2023) e que apresenta os piores indicadores socioeconômicos, fosse uma das mais atingidas (ANDRADE; PAZ; LIMA et al., 2022; COELHO; LANA; CRUZ et al., 2020). Até dezembro de 2021, o Nordeste era a segunda região com mais casos e óbitos do Brasil, com 48.100.973 de casos e 1.163.510 óbitos. Apesar disso, o coeficiente de mortalidade na região (208.12 óbitos/100.000 habitantes) foi o menor entre as regiões do Brasil (BRASIL, 2022).

Os 134 municípios com os menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) ficam nas regiões Norte e Nordeste do país. Se compararmos o Brasil com os membros da OCDE, o país seria o terceiro com maior concentração de renda, e isso provoca o esvaziamento das condições materiais de sobrevivência de parcela importante da população, contribuindo com a vulnerabilidade social (POCHMANN; CAETANO, 2020).

A disparidade econômica da região Nordeste do Brasil também é caracterizada por

maiores Índices de Vulnerabilidade Social (IVS) e menores Índices de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (RIBEIRO; DOS SANTOS; LIMA et al., 2021). O Estado de Sergipe fica localizado na região Nordeste, e, segundo Andrade, Santos, Cruz et al (2017) em estudo analisando o Atlas da Vulnerabilidade Social dos Municípios Brasileiros (IPEA, 2015), a maioria dos municípios do Estado de Sergipe apresenta alta vulnerabilidade social.

De acordo com o Boletim Epidemiológico publicado pela Secretaria Estadual de Saúde de Sergipe com dados até 08 de julho de 2023 (<https://todoscontraocorona.net.br/wp-content/uploads/2023/07/BOLETIM-SE-27-1.pdf>), o panorama da doença no estado apresentava 362.980 casos acumulados de COVID-19 e 6.530 óbitos em consequência da doença.

2.2 As ferramentas da epidemiologia no estudo da relação das vulnerabilidades com a pandemia de COVID-19

Para buscar um conceito para vulnerabilidade social, é preciso superar o reducionismo do olhar que foca na ausência ou precariedade do acesso à renda e partir para uma multideterminação que considera fragilidades de vínculos afetivo-relacionais e a desigualdade de acesso a bens e serviços públicos. O termo ganha ainda mais importância com a Constituição brasileira de 1988 e o advento do Sistema Único de Saúde (SUS), que amplia o conceito de saúde e passa a conceber que fatores como alimentação, trabalho, renda, saneamento básico, acesso a bens, serviços e informação fazem parte das condições de saúde (CARMO; GUIZARDI, 2018). Reconhecendo as críticas à imprecisão conceitual de vulnerabilidade, as autoras destacam a associação de variáveis de cunho individual, social e programático/institucional que se inter-relacionam por meio de seus limites imprecisos e permeáveis.

O conceito de vulnerabilidade implica uma abordagem de contexto, na medida em que a vulnerabilidade é um indicador da iniquidade. Conforme a exposição de Bertolozzi, Nichiata e Takahashi et al.. (2009, p. 1327):

Na perspectiva da vulnerabilidade, a exposição a agravos de saúde resulta de aspectos individuais e de contextos ou condições coletivas que produzem maior suscetibilidade aos agravos e morte e, simultaneamente, à possibilidade e aos recursos para o seu enfrentamento. Dessa forma, para a interpretação do processo saúde-doença, considera-se que o risco indica probabilidades e a vulnerabilidade é um indicador da iniquidade e da desigualdade social. A vulnerabilidade antecede ao risco e determina os diferentes riscos de se infectar, adoecer e morrer.

Se a vulnerabilidade determina os diferentes riscos de adoecer e morrer, seu conceito se relaciona com o de Determinantes Sociais de Saúde. De acordo com Costa, Viana, Pinheiro et al. (2019, p. 1674),

Os Determinantes Sociais de Saúde (DSS), por sua vez, são um conjunto de fatores que caracterizam as particularidades dos indivíduos e refletem sua inserção no tempo-espaço. Eles constituem uma rede complexa de fatores que ameaçam, promovem ou protegem a saúde. Esses fatores se inter-relacionam e condicionam o processo saúde-doença na especificidade do indivíduo e na abrangência do modo de vida coletivo. Estes podem ser agrupados em categorias ou camadas, o que facilita a seleção de intervenções adequadas e a formulação de políticas de saúde.

A pandemia provocada pelo novo coronavírus desafiou os Sistemas de Saúde de uma forma sem similares na história recente. Ainda há muito para se estudar e conhecer sobre a doença, sua real capacidade de disseminação e o impacto nas populações mais vulneráveis. Ainda é necessário aprofundar os estudos sobre características de transmissão da COVID-19 num contexto como o brasileiro, de grande desigualdade social e onde o isolamento social, as condições precárias de habitação, saneamento e acesso à água são um desafio no combate a proliferação de doenças infecciosas (WERNECK; CARVALHO, 2020).

Ante os desafios de enfrentamento à pandemia, os estudos epidemiológicos ganharam ainda mais importância para elaboração de cenários e estratégias. Decisões imediatas a serem tomadas necessitam de uma base de informações confiáveis e em momento oportuno. A Epidemiologia se desenvolveu justamente a partir do estudo de surtos de doenças transmissíveis. É definida por Last (apud BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010, p. 2) como o “estudo da distribuição e dos determinantes de estados ou eventos relacionados à saúde em populações específicas, e sua aplicação na prevenção e controle dos problemas de saúde”. Esse conceito traz em si a melhoria da situação de saúde como objeto.

Muitas são as ferramentas da Epidemiologia para qualificar a saúde pública enquanto ações coletivas para melhorar a saúde das populações. Algumas dessas ferramentas estão no campo da epidemiologia espacial. Pensando no comportamento das doenças em populações, os estudos clássicos de diagnósticos de saúde buscaram olhar para a floresta e não somente para uma árvore. Buscam analisar os condicionantes e determinantes do comportamento das doenças relativos às condições compartilhadas pelas populações, em geral, ocupantes de um mesmo espaço geográfico (CARVALHO; SOUSA-SANTOS, 2005).

O campo da epidemiologia espacial vem se desenvolvendo ao longo dos anos. Para Kirby, Delmelle e Eberth et al. (2017, p. 3, tradução nossa), “a epidemiologia espacial engloba pesquisas que incorporam a perspectiva espacial no design e análise da distribuição,

determinantes e resultados de todos os aspectos da saúde e bem-estar em todo o continuum da prevenção ao tratamento”.

Incorporar a perspectiva espacial nas análises de saúde tem o potencial de qualificar o diagnóstico da situação e, consequentemente, qualificar as estratégias de enfrentamento. O uso da análise espacial e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) – ferramentas utilizadas para a elaboração de informações espacialmente apresentadas – tem se tornado imprescindível para o mapeamento de doenças, para estimativa de riscos – principalmente os socioambientais – e para monitoramento, planejamento e avaliação em saúde (SKABA; CARVALHO; BARCELLOS et al. 2004; CARVALHO; SOUSA-SANTOS, 2005).

De uma maneira geral, as doenças afetam, de forma diferente, diferentes populações. Em outras pandemias, populações mais vulneráveis enfrentaram maior carga de doença e menos acesso à assistência (KHAZANCHI; BEITER; GONDI et al., 2020). Para Kim e Bostwick (2020), desastres naturais como a atual pandemia de coronavírus não são tão “naturais” assim. Na verdade, são socialmente constituídos, pois há fatores estruturais que afetam seus impactos, como distribuição desigual de recursos, exclusão social, pobreza e racismo estrutural. A vulnerabilidade é então um conceito-chave para entender a exposição aos riscos e os resultados desses desastres, necessitando ser melhor compreendida.

Analisando os dados dos Estados Unidos da América (EUA), Khazanchi, Beiter e Gondi et al. (2020) concluíram que uma maior vulnerabilidade social está implicada no aumento de casos e óbitos por COVID-19. Fatores como pobreza, desemprego, moradias lotadas e acesso a transporte compõem esse cenário de piora de indicadores tanto em zonas urbanas quanto rurais. Enfatizam a necessidade de abordagem de características sociodemográficas para orientar intervenções que considerem as vulnerabilidades sociais e suas variações geográficas no intuito de reduzir as iniquidades em saúde e os diferentes impactos da COVID-19 nas populações.

Na Colômbia, Cifuentes, Rodriguez-Villamizar, Rojas-Botero et al. (2021) publicaram dados de um estudo de coorte que demonstrou o impacto da situação socioeconômica na mortalidade por COVID-19: o risco de morte das pessoas que viviam em situação socioeconômica considerada muito baixa foi 73% maior quando comparado com as que viviam em situação considerada alta.

No México, piores condições socioeconômicas, ser indígena e viver nos Estados do Sul do país (onde se concentram as maiores taxas de pobreza e a população indígena) estiveram implicados na maior gravidade dos casos de COVID-19 (ORTIZ-HERNÁNDEZ; PÉREZ-SASTRÉ, 2020).

A vulnerabilidade está inserida nas estruturas sociais, portanto o risco e a distribuição desigual da exposição ao risco são um conceito social (KIM; BOSTWICK, 2020). O termo vulnerabilidade em saúde começou a ser utilizado no Brasil no início dos anos 80 por conta dos estudos da evolução dos casos de AIDS no país e da mudança no perfil de infectados, exigindo outras associações para além do conceito de “grupos de risco”.

Apesar de relacionados, os conceitos de vulnerabilidade e risco diferem. O conceito de risco está mais associado a questões probabilísticas. O conceito de vulnerabilidade expande o de risco por permitir capturar marcadores de iniquidade social ao considerar aspectos individuais e coletivos na chance de afecção por um determinado problema de saúde, além dos recursos disponíveis para proteção (PADOVEZE; JUSKEVICIUS; SANTOS et al., 2019).

Essa relação entre situação socioeconômica e saúde foi abordada em editorial da revista *The Lancet* (2020). Seu editor-chefe Richard Horton defende que a abordagem da COVID-19 tem sido bastante estreita. Para o autor, duas categorias de doenças estão interagindo em populações específicas – infecção com síndrome respiratória aguda grave pelo SARS-CoV-2 e uma série de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Essas condições estão se agrupando em grupos sociais de acordo com padrões de desigualdade profundamente enraizados em nossas sociedades.

A agregação dessas doenças em um contexto de disparidade social e econômica exacerba os efeitos adversos de cada doença separada. Para *The Lancet* (2020), representando um grupo de pesquisadores, a COVID-19 não é uma pandemia. Seria uma *sindemia*, ou seja, caracterizada por interações biológicas e sociais entre condições e estados, interações que aumentam a suscetibilidade de uma pessoa a prejudicar ou piorar seus resultados de saúde.

A correlação entre indicadores da COVID-19 e indicadores de vulnerabilidade associados à análise espacial tem o potencial de trazer novas perspectivas para o entendimento da pandemia e de contribuir para a formulação de estratégias e políticas públicas para o seu enfrentamento, incluindo medidas de redução das iniquidades em saúde.

São muitos os indicadores que podem apontar para as iniquidades em saúde, levando a grupos que vivenciam, além de outras injustiças, problemas de saúde desnecessários. Podem estar relacionados ao acesso precário aos serviços de saúde aspectos como demografia, perfil epidemiológico, desigualdades relacionadas às condições de moradia, de emprego e renda, de educação, condições de moraria, redes de apoio social, entre outros (ARAÚJO; DOS SANTOS; LIMA et al, 2020).

Alguns dos indicadores de vulnerabilidade social, com as respectivas definições e fontes, estão elencados na Tabela 1:

Tabela 1: Definição e fontes de Indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde

Indicadores	Definição	Fonte/ano
Area geográfica	Valores das áreas territoriais dos municípios.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/2021 https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto
Densidade Demográfica	Distribuição espacial dos habitantes por quilômetro quadrado.	Dados da população (IBGE)/ 2020 e 2021 disponíveis em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados
Incidência/1000 habitantes	Quantidade de casos por 1000 habitantes	Ministério da Saúde/2022. Disponível em: https://covid.saude.gov.br
Cobertura pela Atenção Básica	Cobertura populacional estimada da Atenção Básica.	Ministério da Saúde/2020. Disponível em: https://egestorab.saude.gov.br/paginas/acessoPublico/relatorios/relHistoricoCoberturaAB.xhtml
Índice Brasileiro de Privação	Indicador que informa níveis de privação material ou níveis de posição socioeconômica no âmbito municipal.	Fundação Oswaldo Cruz/2010. Disponível em: https://cidacs.bahia.fiocruz.br/ibp/painel/
Produto Interno Bruto per capita	Soma de todos os bens e serviços finais produzidos por cidade, dividido pela população.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/2018 https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?edicao=29720&t=destaques
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Emprego e Renda	Indica o desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros na área Emprego e Renda, com base nas estatísticas públicas oficiais. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento.	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal – ano Base 2016, disponível em: https://www.firjan.com.br/ifdm/downloads/
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Saúde	Indica o desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros na área Saúde, com base nas estatísticas públicas oficiais. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento.	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal – ano Base 2016, disponível em: https://www.firjan.com.br/ifdm/downloads/
Taxa de Profissionais de Saúde de nível superior/mil habitantes	Número de profissionais de saúde por mil habitantes, por cidade.	Ministério da Saúde/2020 Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?idb2000/e01.def
Taxa de Mortalidade por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) Percentual da população que possui seguro saúde	Número de óbitos de residentes por doenças crônicas não transmissíveis (CID 10 I00-I99, C00-C97, E10-E14, J30-J98), para cada 100.000 habitantes.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA/2017. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha

Índice de Gini	Mede o grau de concentração de renda, para este estudo no âmbito municipal. Varia de zero a um e, quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA/2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
População Economicamente ativa. Percentual de população maior de 18 anos empregada	Quantidade de pessoas com emprego no município.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA/2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Índice de Desenvolvimento Humano	Indicador que adéqua as dimensões saúde, educação e renda e a metodologia do IDH ao contexto brasileiro. Varia entre 0 e 1 e, quanto mais próximo a 1, maior o desenvolvimento humano.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA/2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Índice de Vulnerabilidade Social	Índice composto por dezesseis indicadores estruturados em três dimensões: Infraestrutura Urbana; Capital Humano; e Renda e Trabalho. O índice varia entre 0 e 1 e, quanto mais próximo de 1, maior é a vulnerabilidade social.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA/2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha

Fonte: Elaboração própria (2022).

2.3 As características da disseminação da pandemia de COVID-19 no Brasil

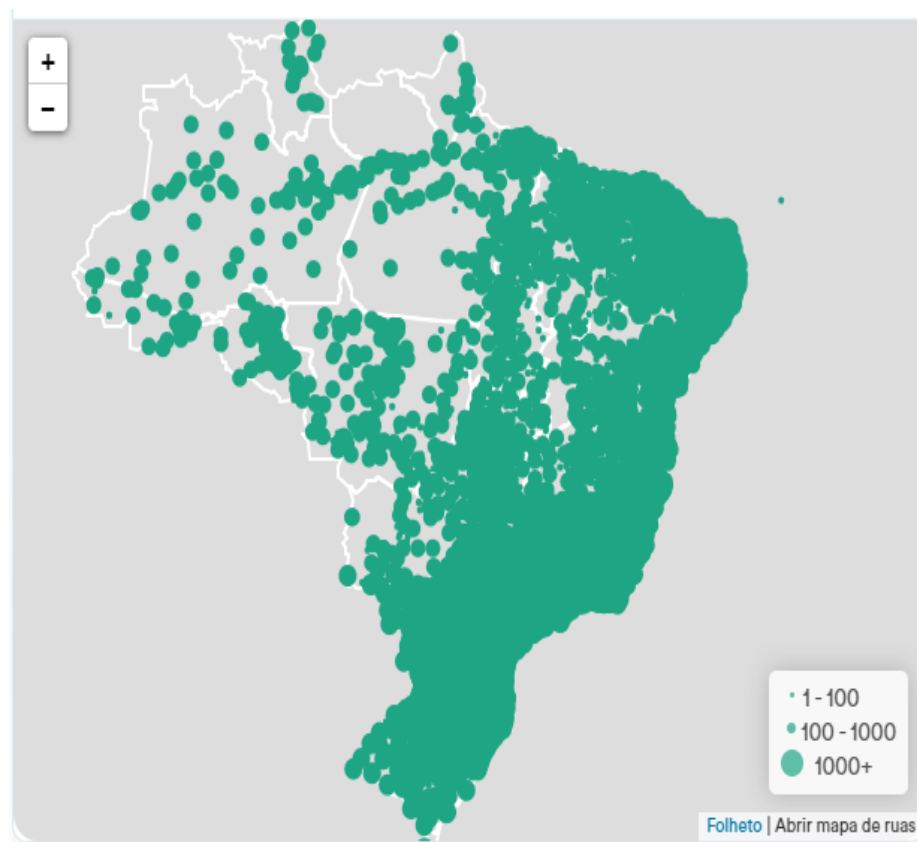
Tanto o primeiro caso – confirmado em 26 de fevereiro de 2020 – quanto o primeiro óbito por COVID-19 do Brasil – registrado inicialmente em 17 de março (OLIVEIRA; DUARTE, FRANÇA et al., 2020) e posteriormente corrigido para o dia 12 de março (BRASIL, 2020) – ocorreram na cidade de São Paulo, cidade mais populosa do país e a décima em densidade demográfica.

Os primeiros aglomerados de óbitos no país se deram na região das capitais de Pernambuco, Ceará e Rio de Janeiro (CASTRO, M. C.; KIM, S.; BARBEARIA, L et al, 2021), três cidades que estão entre as 20 com maiores densidades demográficas do Brasil.

Grandes cidades tiveram as maiores taxas de incidência da COVID-19 nas primeiras semanas da pandemia. Até 6 de maio de 2020, não havia casos de COVID-19 em mais de 80% dos municípios com menos de 10 mil habitantes no Brasil. A maior densidade demográfica promove maior interação entre as pessoas, favorecendo a proliferação de doenças infecciosas nas grandes cidades (RIBEIRO; SUNAHARA; SUTTON et al., 2020).

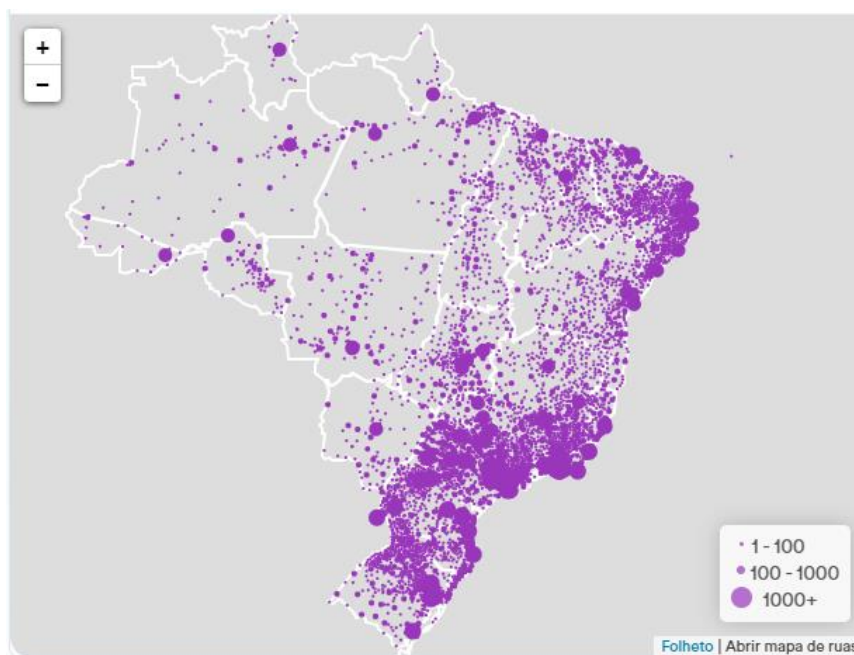
A disseminação da COVID-19 no país foi bastante rápida. No segundo semestre de 2020, todos os Estados já possuíam distribuição mais homogênea de casos e óbitos. A doença se interiorizou e passou a atingir os locais com menores densidades demográficas e menos desenvolvidos (Figuras 1 e 2). Essa disseminação espacial complexifica a relação dos determinantes sociais de saúde com a mortalidade pela doença no Brasil (SOUZA; MACHADO; CARMO, 2020; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021).

Figura 1: Casos de COVID-19 por município de notificação



Fonte: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 19 out. 2022.

Figura 2: Óbitos por COVID-19 por município de notificação



Fonte: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 19 out. 2022.

Mesmo possuindo um sistema público, gratuito e universal de saúde, o Brasil fez parte do grupo de 20 países com mais de 80% do excesso de mortalidade global estimado de janeiro de 2020 a dezembro de 2021 (WHO, 2022b). A crise econômica e política exacerbada desde o ano de 2013 – que teve entre seus efeitos a elevação da tensão e a polarização política – marcou o cenário antes da pandemia e persistiu por toda sua duração (HENRIQUES; VASCONCELOS, 2020).

O governo federal brasileiro eleito em 2018 é criticado pela falta de coordenação do sistema de saúde nacional, pelo incentivo de medicações para tratamento precoce da COVID-19 sem comprovação científica e pela demora na aquisição de vacinas. Além disso, é acusado de adotar a estratégia de não conter a contaminação pela doença visando atingir imunidade coletiva (“imunidade de rebanho”), estimulando aglomerações e criticando medidas de contenção – principalmente o distanciamento social – sob a falsa dicotomia entre salvar vidas ou manter a economia funcionando (HENRIQUES; VASCONCELOS, 2020; CALIL, 2021; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021; ANDRADE; PAZ; LIMA et al., 2022).

Como outros países do mundo, o Brasil focou seus investimentos na atenção hospitalar e na ampliação de leitos de UTI no combate à pandemia (GUADALUPE MEDINA; GIOVANELLA; BOUSQUAT et al., 2020), negligenciando a atenção primária à saúde. Enquanto o número de leitos de UTI subiu 23,59% de dezembro de 2019 a abril de 2020

(COTRIM JUNIOR; CABRAL, 2020), o investimento ou fortalecimento da APS não aparece claramente no plano de combate à pandemia de COVID-19 no Ministério da Saúde do Brasil (SOUZA; GOIS-SANTOS; CORREIA et al., 2020).

A rede de Atenção Primária à Saúde (APS) é um conjunto de serviços que pretende se instituir como a porta de entrada preferencial de uma rede de cuidados progressivos em um sistema de saúde. Tem por características, segundo trabalho clássico da médica canadense Barbara Starfield (1992), ser o primeiro contato da pessoa que necessita do sistema de saúde, a longitudinalidade, a integralidade e a coordenação do cuidado. Ainda de acordo com Starfield, países com sistema de saúde orientado por uma atenção primária com qualidade possuem melhores resultados, maior custo-efetividade e maior satisfação dos usuários.

Diversos países do mundo buscam desenvolver a APS em seus sistemas através de modelos que têm por base uma equipe multiprofissional de cuidados às famílias, com responsabilidade sanitária sobre um território definido, com resultados significantes na qualidade de vida dessas populações e no custo-efetividade (MELLO; TONINI; SOUSA DA SILVA et al., 2017). No Brasil, foi criado o Programa de Saúde da Família (PSF) em 1994 no intuito de reorientar o modelo assistencial, reconhecido por ser hospitalocêntrico e pouco eficiente por utilizar irracionalmente os recursos, por ser pouco resolutivo e por gerar grande insatisfação para usuários, gestores e profissionais (PROGRAMA SAÚDE DA FAMÍLIA, 2000).

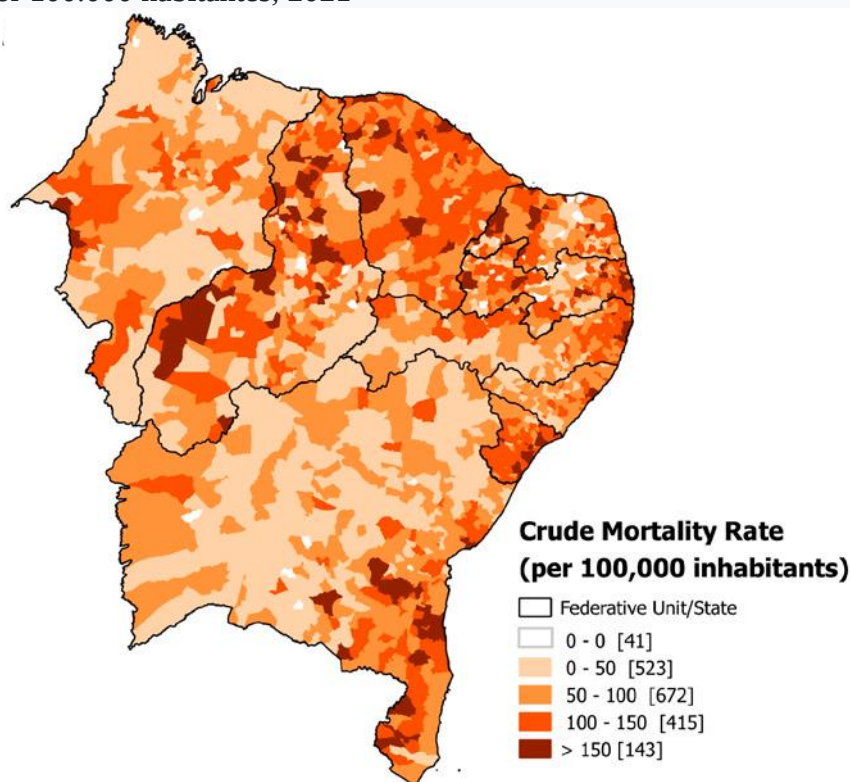
Conforme a Organização Mundial de Saúde, cerca de 15% dos contaminados por COVID-19 necessitam de hospitalização e 5% necessitam de leitos de UTI (WHO, 2020). Como 80% dos pacientes apresentam sintomas leves e sem complicações, uma Atenção Primária à Saúde (APS) bem estruturada e com atuação articulada com os outros setores do sistema de saúde teria um papel crucial no cuidado integral: disseminando informações corretas para a população; realizando trabalho comunitário para apoiar as comunidades assistidas e identificar situações de risco; notificando e apoiando o isolamento de casos, articulado com a vigilância em saúde de cada município; identificando precocemente os casos que necessitem de assistência hospitalar (DAUMAS; SILVA; TASCA et al., 2020; GUADALUPE MEDINA; GIOVANELLA; BOUSQUAT et al., 2020; GOIS-SANTOS; SANTOS; SOUZA et al., 2021).

A região Nordeste do Brasil é a segunda mais populosa e concentra muitos municípios com piores indicadores de vulnerabilidade social, como o Índice de Desenvolvimento Humano e o Índice de Vulnerabilidade Social, criados pelo IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas). A grave instabilidade brasileira e a polarização política contribuem para o cenário de risco encontrado no Nordeste (ANDRADE; PAZ; LIMA et al., 2022).

Ante as medidas conflitantes com o governo federal no combate à pandemia e seus efeitos, os governos estaduais do Nordeste instituíram o Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste – o Consórcio Nordeste –, que teve ações relevantes, desde a compra conjunta de insumos e equipamentos até a criação de um comitê científico que orientava as decisões relacionadas ao isolamento social, a criação de barreiras sanitárias e outras medidas para mitigação dos efeitos sociais da pandemia (FERNANDEZ; PINTO, 2020).

Esperava-se que a região Nordeste do Brasil fosse uma das mais atingidas. Até dezembro de 2021, o Nordeste era a segunda região com mais casos e óbitos do Brasil, com 48.100.973 de casos e 1.163.510 de óbitos. Apesar disso, o coeficiente de mortalidade na região (208.12 óbitos/100.000 habitantes) foi o menor entre as regiões do país (BRASIL, 2022). A figura 3 mostra a distribuição espacial de acordo com as taxas brutas de mortalidade por COVID-19 na região nordeste:

Figura 3: Mapa de distribuição espacial de acordo com as taxas brutas de mortalidade por COVID-19 por 100.000 habitantes, 2021



Fonte: Andrade; Paz; Lima et al. (2022).

São muitos os fatores que interferiram na distribuição espacial da mortalidade no Nordeste brasileiro. Entre eles, a distribuição dos serviços de saúde no território, as medidas díspares de governadores estaduais quanto às medidas de combate à pandemia – notadamente

o uso de máscaras e as restrições em prol do distanciamento social –, as pressões pela manutenção das atividades econômicas contra as medidas restritivas (ANDRADE; PAZ; LIMA et al., 2022).

Entre os clusters de alto risco de óbitos, encontramos a faixa litorânea da região, que é onde se concentram as capitais e suas regiões metropolitanas, cidades com maior densidade populacional, maior fluxo populacional e turístico e, conseqüentemente, com risco significativamente maior de propagação do vírus. Os Estados identificados com alta mortalidade têm importantes atividades turísticas, alta mobilidade urbana e possuem grande atividade econômica (ANDRADE; PAZ; LIMA et al., 2022).

A pandemia de COVID-19 se iniciou ao mesmo tempo nos Estados da região Nordeste do Brasil. O pico de ocorrência nas capitais dos Estados da região, no primeiro ano da pandemia, ocorreu entre maio e julho, ressaltando-se que a disseminação iniciou pelos bairros mais ricos e, posteriormente, deslocou-se para as periferias, locais com piores condições sanitárias e socioeconômicas, diversificando o cenário epidemiológico (XIMENES; ALBUQUERQUE; MARTELLI et al., 2021).

Analisando o padrão de disseminação da doença, Castro, Kim, Barbearia et al. (2021) demonstraram que, apesar do padrão variado entre os Estados, o maior percentual de casos e óbitos nas capitais dos Estados brasileiros – que possuem menor vulnerabilidade social e maior desenvolvimento humano – persistiu até as semanas epidemiológicas 20 (10 a 16 de maio de 2020) e 22 (24 a 30 de maio de 2020). No Estado do Ceará, por exemplo, encontrou-se correlação positiva entre a taxa de incidência da COVID-19 e o IDHM (MACIEL; CASTRO-SILVA; FARIAS, 2020).

Apesar da falta de coordenação por parte do governo federal, governos dos Estados mais vulneráveis ampliaram sua capacidade hospitalar e implementaram medidas de distanciamento social em seus territórios, o que compõe o cenário em 2020: até junho, a taxa de mortalidade acelerou nos municípios mais vulneráveis; em julho, as taxas se igualaram, e, de agosto a outubro, é nos menos vulneráveis que a mortalidade é mais elevada (ROCHA. ATUN, MASSUDA et al., 2021).

O Nordeste do Brasil teve seu primeiro caso confirmado em 6 de março de 2020 no Estado da Bahia. Ao final de 2021, a região contava com 4.950.096 de casos e 120.019 óbitos em consequência da COVID-19 (BRASIL, 2022).

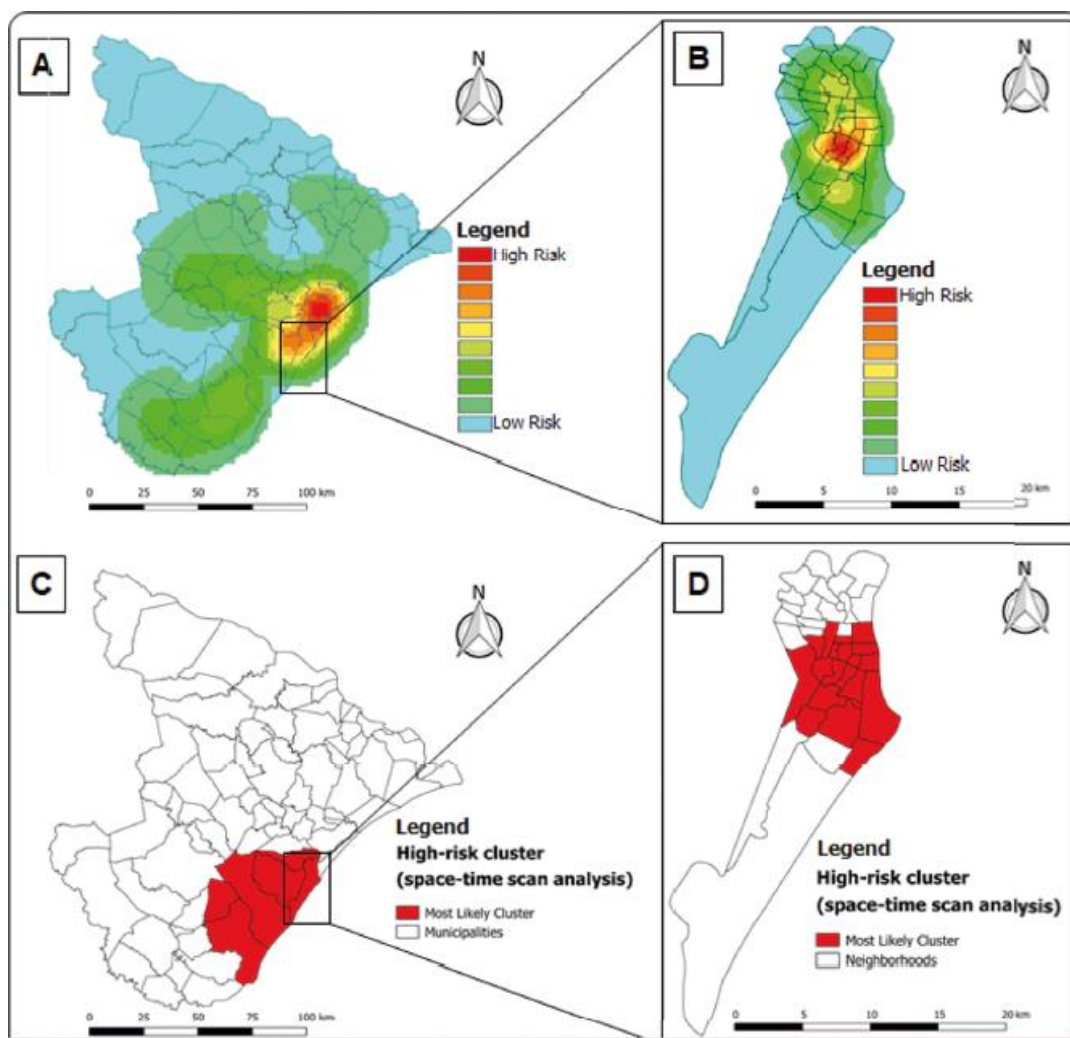
Tabela 2: Casos, óbitos, incidência/1.000 habitantes, mortalidade/100.000 habitantes e letalidade por COVID-19 nos Estados do Nordeste do Brasil acumulados 2020-2021

Estado	Casos	óbitos	Incidência/1.000	Mortalidade/100.000	Letalidade
Alagoas	242.080	6.383	71.93	189.67	0.026
Bahia	1.270.858	27.506	84.81	183.55	0.028
Ceará	956.325	24.806	103.49	268.45	0.021
Maranhão	370.645	10.377	51.82	145.07	0.022
Paraíba	464.335	9.596	114.37	236.36	0.021
Pernambuco	645.681	20.447	66.74	211.34	0.032
Piauí	334.440	7.275	101.68	221.17	0.022
Rio Grande do Norte	387.202	7.572	108.74	212.64	0.020
Sergipe	278.530	6.057	119.11	259.02	0.022

Fonte: Elaboração própria com dados do Ministério da Saúde do Brasil, 2022. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 20 abril. 2022.

O Estado de Sergipe apresentou o segundo maior coeficiente de mortalidade do Nordeste, considerando os dados acumulados até 2021. A disseminação da doença em Sergipe seguiu os padrões de outros Estados. Os casos iniciaram pela capital do Estado, pelos bairros com melhores indicadores socioeconômicos. Após a consolidação da transmissão comunitária, a doença se espalhou para o Sul, região com importante atividade comercial e mobilidade intermunicipal (Figura 4).

Figura 4: Análise espacial e espaço-temporal da COVID-19, Sergipe, Brasil, até abril 2020. (A) Mapa de densidade do kernel de casos confirmados de COVID-19 em Sergipe. (B) Mapa de densidade de kernel de casos confirmados de COVID-19 em Aracaju. C) Análise de varredura espaço-temporal em Sergipe. D) Análise de varredura espaço-temporal em Aracaju.



Fonte: Andrade; Gomes; Góes et al. (2020).

No período de 14 de março de 2020 a 31 de março de 2021, segundo os informes oficiais, Sergipe registrou 174.600 casos de COVID-19 e 3.501 óbitos em consequência da doença. A mortalidade no Estado foi de 0,15 óbitos/100 habitantes e uma taxa de letalidade de 2,0.

Analisando a incidência de COVID-19 por município de Sergipe no período, a média de incidência foi de 50,31 casos por 1.000 habitantes, com mediana de 46,69 e desvio-padrão 25,1. A menor incidência foi verificada no município de Itabi, com população estimada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2021 de 4.972 pessoas (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/itabi/panorama>), com 12,89 casos por 1.000 habitantes. A maior incidência foi verificada em Barra dos Coqueiros (144,75 casos por 1.000 habitantes), cidade localizada na região metropolitana de Aracaju – a capital do Estado –, que tem população estimada em 31.439 habitantes (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/barra-dos-coqueiros/panorama>).

A mortalidade variou de 0,20 óbitos a 2,20 óbitos a cada 1.000 habitantes entre os 75

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Analisar a associação de indicadores socioeconômicos, demográficos e de saúde com a mortalidade por COVID-19 no território brasileiro.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a associação da taxa de incidência e da taxa de mortalidade pela COVID-19 no Estado de Sergipe com indicadores de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano utilizados no Brasil;
- Analisar a associação da taxa de realização de exames diagnósticos da COVID19 por RT PCR (reação em cadeia da polimerase de transcrição reversa) com a incidência e mortalidade por COVID-19 no Estado de Sergipe;
- Realizar análise espacial da mortalidade por COVID-19 nos Estados da região Nordeste do Brasil.
- Realizar um estudo comparativo – entre o cenário dos anos de 2020 e 2021 – da associação da mortalidade por COVID-19 com indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde nos municípios brasileiros Brasil.

Estudo 1: A pandemia de COVID 19 e iniquidades em saúde no estado de Sergipe

(Artigo Publicado na Revista O Mundo da Saúde)

A PANDEMIA DE COVID-19 E INIQUIDADES EM SAÚDE NO ESTADO DE SERGIPE

RESUMO

O estudo analisa a associação das taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 nos municípios do estado de Sergipe – Brasil com indicadores de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano utilizados no país; e com a taxa de realização de exames RT PCR para diagnóstico da doença realizados por município. Trata-se de estudo ecológico dos casos e óbitos por COVID-19 acumulados de março de 2020 a março de 2021, ocorridos no Estado de Sergipe por município; e sua correlação com o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e quantidade de testes RT PCR realizados para diagnóstico da doença, utilizando a correlação de Spearman (ρ). Contrariando nossas hipóteses e a literatura científica, os municípios com maiores índices de vulnerabilidade social e menor desenvolvimento humano tiveram menos casos da doença e óbitos por habitante, ao mesmo tempo que testaram menos para o diagnóstico da COVID-19. O estudo aponta a iniquidade como fator a ser superado no enfrentamento da pandemia, por prejudicar um diagnóstico de cenário mais próximo da realidade, comprometendo o planejamento e implementação de medidas de saúde coletiva.

Palavras-chave: COVID-19; Iniquidade em Saúde; Teste RT-PCR para COVID-19

ABSTRACT

The study analyzes the association of incidence and mortality rates by COVID-19 in the municipalities of the state of Sergipe - Brazil with indicators of social vulnerability and human development used in the country; and with the rate of RT PCR exams for the diagnosis of the disease performed by municipality. This is an ecological study of cases and deaths from COVID-19 accumulated from March 2020 to March 2021, which occurred in the State of Sergipe. Population and case and death data to calculate incidence and mortality, as well as the number of RT-PCR exams performed per municipality were taken from official sources. The Social Vulnerability Index (IVS) and Municipal Human Development Index (IDHM) were extracted from the website of the Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas of Brazil. Spearman's correlation (ρ) was used to test the correlation of vulnerability and development indices - and the number of RT-PCR exams performed - with the incidence of cases and deaths by COVID-19 per municipality of Sergipe. Contrary to our hypotheses and the scientific literature, municipalities with higher levels of social vulnerability and lower municipal human development had fewer cases of the disease and deaths per inhabitant, while testing less for the diagnosis of COVID-19. The study points to inequity as a factor to be overcome in dealing with the pandemic, as it impairs a diagnosis of a scenario closer to reality, but mainly because it compromises the planning and implementation of collective health measures, in defense of people's lives.

Keywords: COVID-19; Health Status Disparities; COVID-19 Nucleic Acid Testing.

INTRODUÇÃO

Desde a caracterização da COVID-19 como uma pandemia em 11 de março de 2020 pela Organização Mundial de Saúde, sistemas de saúde de todo o mundo vêm enfrentando o maior desafio de nossa geração, que afetará a qualidade de vida das pessoas de todas as nações sem precedentes recentes (ROS; KUSH; FRIEDMAN et al., 2021).

O primeiro caso diagnosticado de COVID-19 na América do Sul foi registrado no Brasil em 26 de fevereiro de 2020, na cidade de São Paulo (CAVALCANTE; ABREU, 2020). Em Sergipe, o menor estado da federação brasileira, o primeiro caso foi diagnosticado em 14 de março de 2020 (SERGIPE, 2020).

Segundo Informe Epidemiológico publicado em 31 de março de 2021 (<https://todoscontraocorona.net.br/boletim-covid-19-31-03-2021/>), o panorama da doença em Sergipe apresentava 174.600 casos da doença e 3.501 óbitos em consequência.

Estudos demonstram que a pandemia de COVID-19, assim como outras pandemias, afetou desproporcionalmente a população mais vulnerável em diversas partes do mundo, seja por dificuldades econômicas, geográficas e culturais em acessar serviços de saúde, ou mesmo por questões relacionadas ao preconceito (BAMBRA; RIORDAN.; FORD et al., 2020; ZANGENEH; MORADI; ZAREI et al., 2020; BREWER; WOODS; PATEL et al., 2021).

O Brasil é um país com elevadas desigualdade regionais. Os 134 municípios com os menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) ficam nas regiões Norte e Nordeste do país. Entre os membros da OCDE o Brasil é o terceiro com maior concentração de renda e isto provoca o esvaziamento das condições materiais de sobrevivência de parcela importante da população, contribuindo com a vulnerabilidade social (POCHMANN; CAETANO, 2020).

A disparidade econômica da Região Nordeste do Brasil também é caracterizada por maiores Índices de Vulnerabilidade Social (IVS) e menores Índices de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (RIBEIRO; DOS SANTOS; LIMA et al., 2021). O estado de Sergipe fica localizado na Região Nordeste e segundo Andrade, Santos e Cruz et al (2017), em estudo analisando o Atlas da Vulnerabilidade Social dos Municípios Brasileiros (IPEA, 2015), a maioria dos municípios do estado de Sergipe apresenta alta vulnerabilidade social.

A equidade em saúde – enquanto acesso igualitário aos serviços e acolhimento das necessidades de saúde independentemente de gênero, raça, da situação social e econômica dos indivíduos ou qualquer outro fator que possa gerar exclusão – é um dos pilares do Sistema Único de Saúde Brasileiro (GRANJA; ZOBOLI; FRACOLLI, 2012). O termo iniquidade é aqui utilizado enquanto o antônimo de equidade. As iniquidades podem gerar diferenças entre

indicadores de saúde de populações analisadas, com prejuízo para os mais vulneráveis.

Este estudo faz parte de uma série de análises sobre o primeiro ano da pandemia de COVID-19 no estado de Sergipe e objetivou analisar a correlação da taxa de incidência e taxa de mortalidade pela doença em seus 75 municípios com indicadores de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano utilizados no país; assim como com a taxa de realização de exames diagnósticos da doença por RT PCR (reação em cadeia da polimerase de transcrição reversa) realizados para COVID-19.

MÉTODO

Desenho do estudo

Estudo ecológico das taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 acumulados no período de março de 2020 a março de 2021, ocorridos no Estado de Sergipe, em associação com indicadores sociais de desenvolvimento humano e vulnerabilidade social, considerando unidade de análise seus municípios. Também foi realizada a associação destes índices com a taxa de realização de exames RT PCR por municípios.

Sergipe é o menor estado do Brasil em território (excetuando-se o Distrito Federal) com 21 938,184 km² (Figura 1); e o 22º em população, estimada para 2020 em 2 318 822 pessoas (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/panorama>).

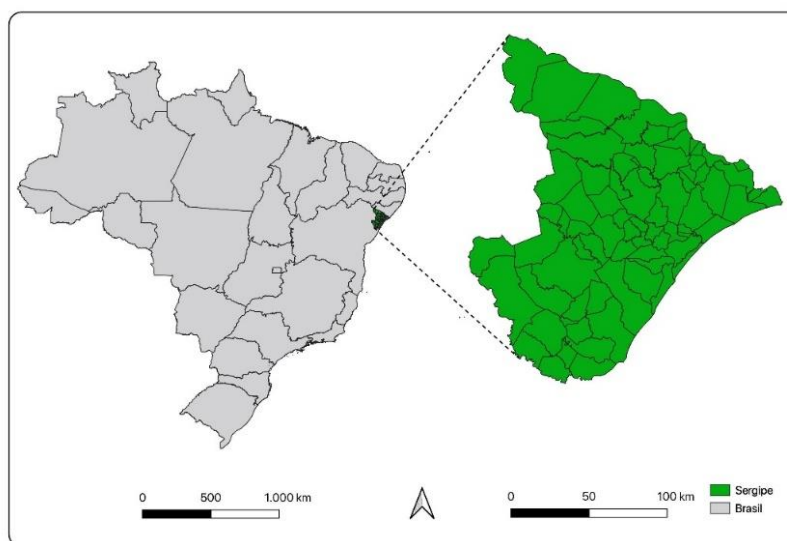


Figura 1: Localização do estado de Sergipe – Brasil (elaboração própria)

Técnicas e Procedimentos para Produção de dados

Os dados populacionais foram extraídos do website do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/panorama>).

Os dados sobre os casos e óbitos por COVID-19 por cidade de Sergipe, por data, considerando a residência do indivíduo notificado, foram extraídos dos Boletins Epidemiológicos para Atualização sobre a COVID-19, disponibilizados diariamente pela Secretaria de Estado da Saúde de Sergipe. O banco de dados consolidado até o dia 31 de março de 2021 está disponível no site <https://todoscontraocorona.net.br/boletim-covid-19-31-03-2021/>. Os dados foram tabulados com auxílio do programa Microsoft Excel 2019.

Os valores do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), são construídos pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, calculados a partir de variáveis do último Censo Demográfico Brasileiro realizado pelo IBGE em 2010, e disponibilizados em seu site. Os valores do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) foram obtidos em <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha>, enquanto os valores do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foram obtidos em <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>.

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um índice sintético composto por 16 indicadores estruturados em três dimensões: infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho. Permite um diagnóstico da exclusão e vulnerabilidade social para os municípios brasileiros. O índice varia entre 0 e 1 e quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social de um município (IPEA, 2015).

Inspirado no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) Global desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) adequa as dimensões saúde, educação e renda e a metodologia do IDH ao contexto brasileiro incorporando indicadores nacionais que o tornam mais adequado à realidade dos municípios do Brasil. O IDHM é um índice que varia entre 0 e 1 e quanto mais próximo a 1, maior o desenvolvimento humano de um município (PNUD, 2013).

O RT-PCR é o método padrão ouro para o diagnóstico de COVID-19. Este método consiste basicamente em testar geneticamente o vírus causador da doença usando o kit de reação em cadeia da polimerase de transcrição reversa (RT-PCR) (OLADIPO; AJAYI; ODEYEMI et al., 2020).

Os dados do RT-PCR para SARS-CoV-2 foram extraídos do banco estadual do Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL), considerando o município de residência do

indivíduo. O GAL é um sistema informatizado desenvolvido para Laboratórios de Saúde Pública que tem entre suas funções gerar relatórios de produção.

Os dados de incidência, mortalidade e taxa de exames RT PCR foram obtidos dividindo o número absoluto de casos e óbitos pela quantidade de habitantes de cada município. Para os três dados analisados, a taxa foi calculada para cada 1.000 habitantes.

Análise dos dados

Os indicadores do estudo, considerando os 75 municípios do estado de Sergipe, foram analisados com auxílio do Software BioEstat (versão 5.3, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Belém, Pará, Brasil), sendo obtidos os valores máximos e mínimos, média, mediana e desvio padrão por indicador.

Realizou-se a correlação de Spearman (ρ) com o Software BioEstat -versão 5.3, para testar a correlação dos índices de vulnerabilidade e desenvolvimento descritos - além da taxa de exames RT-PCR realizados - com as taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 por município de Sergipe. Foram consideradas correlações com significância estatística as que apresentaram $p \leq 0,05$. Quanto à classificação do grau de correlação, foi considerada uma correlação fraca quando $0 < \rho < 0,4$; moderada quando $0,4 \leq \rho \leq 0,7$; e forte quando $0,7 < \rho < 1,0$.

Optou-se pelo coeficiente de correlação de Spearman por ser uma alternativa não paramétrica mais adequada para variáveis que não tem distribuição normal bidimensional, com dados assimétricos como os observados neste estudo (VIEIRA, 2010).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Federal de Sergipe em seu Parecer N° 4.404.280.

RESULTADOS

No dia 31 de março de 2021, o Brasil apresentava incidência de 6,07 casos/100 habitantes, mortalidade de 0,15 óbitos/100 habitantes e taxa de letalidade de 2,52% (<https://covid.saude.gov.br/>).

No período de 14 de março de 2020 a 31 de março de 2021, segundo os informes oficiais, Sergipe registrou 174.600 casos de COVID-19 e 3501 óbitos em consequência da doença. A mortalidade no estado foi de 0,15 óbitos/100 habitantes e uma taxa de letalidade de 2,0.

Analisando a incidência de COVID-19 por município de Sergipe no período, a média de incidência foi de 50,31 casos por mil habitantes, com mediana de 46,69 e desvio-padrão

25,1. A menor incidência foi verificada no município de Itabi, com população estimada pelo IBGE em 2021 de 4.972 pessoas (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/itabi/panorama>), com 12,89 casos por 1000 habitantes. A maior incidência verificada em Barra dos Coqueiros (144,75 casos por 1000 habitantes), cidade localizada na região metropolitana de Aracaju – a capital do estado – que tem população estimada em 31.439 habitantes (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/barra-dos-coqueiros/panorama>).

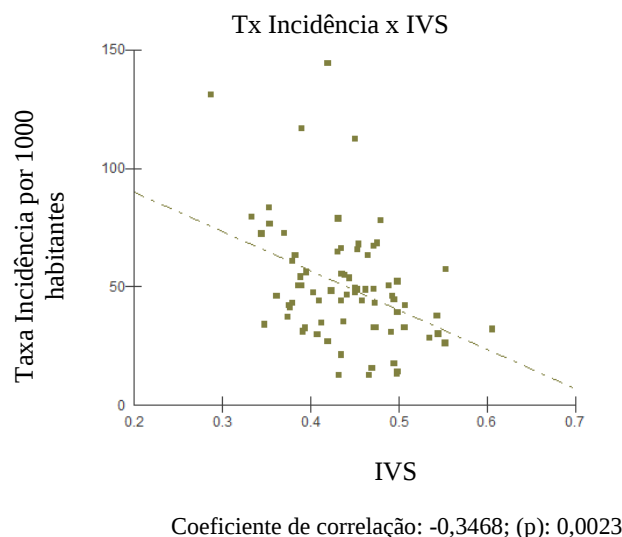
A mortalidade variou de 0,20 óbitos a 2,20 óbitos a cada mil habitantes entre os 75 municípios do estado, com mediana 1,2 e desvio-padrão 0,43. A cidade de Itabi, assim como a incidência, teve a menor mortalidade por 1000 habitantes, enquanto a cidade de Cedro de São João, com população estimada de 5.929 habitantes (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/cedro-de-sao-joao/panorama>), teve a maior taxa de mortalidade.

Quanto aos indicadores de vulnerabilidade e de desenvolvimento humano, Sergipe tem um IVS médio de 0,439 (0,287 – 0,605) – considerada uma média de alta vulnerabilidade social (IPEA, 2015) – com mediana de 0,44 e desvio-padrão 0,06; e IDHM médio de 0,597 (0,529 – 0,770), que o coloca o estado na classificação de baixo desenvolvimento humano municipal, com mediana 0,59 e desvio-padrão 0,04.

Quando analisada a relação entre a incidência da COVID-19 e os indicadores IVS e IDHM dos municípios de Sergipe, encontrou-se correlação negativa fraca entre incidência da doença com o IVS ($\rho = -0,3468$; $p = 0,0023$) e correlação positiva fraca com o IDHM ($\rho = 0,3655$; $p = 0,0012$) (Figura 2).

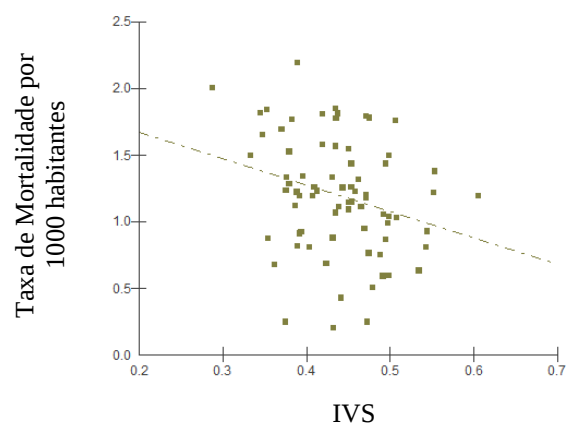
Analisando a relação entre a mortalidade por COVID-19 com os mesmos indicadores, foi encontrada correlação negativa fraca com IVS ($\rho = -0,2872$; $p = 0,0124$) e correlação positiva moderada com o IDHM ($\rho = 0,5003$; $p < 0,0001$) (Figura 2).

A)



B)

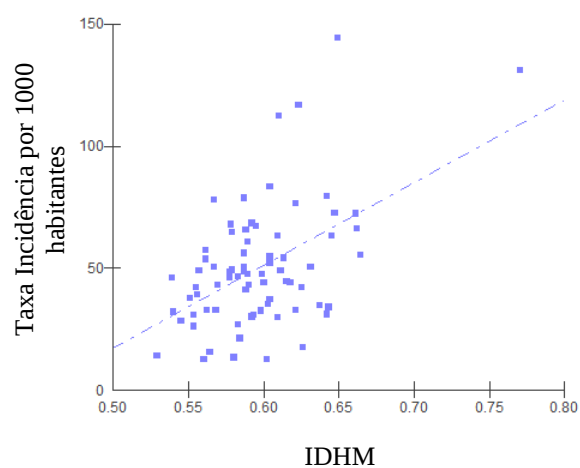
Tx Mortalidade X IVS



Coeficiente de correlação: -0,2872; (p): 0,0124

C)

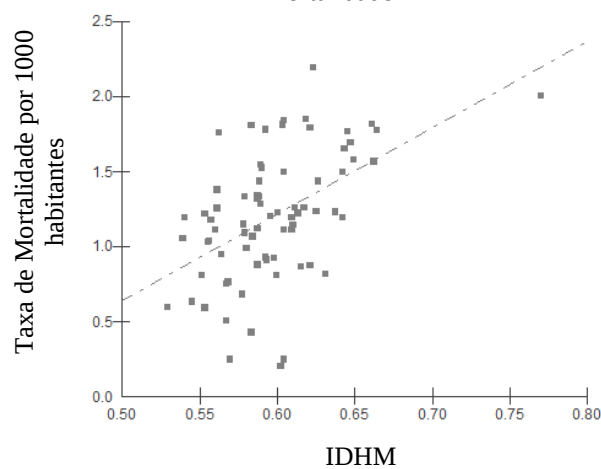
Tx Incidência X IDHM



Coeficiente de correlação: 0,3655; (p): 0,0012

D)

Tx Mortalidade X IDHM



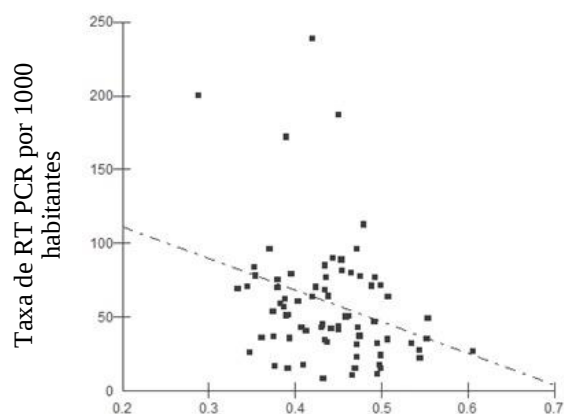
Coeficiente de correlação: 0,5003; (p): < 0,0001

Fig. 2. Relação entre as taxas de incidência e mortalidade da COVID-19 e indicadores de vulnerabilidade e desenvolvimento em cidades do estado de Sergipe. (A) Correlação entre taxa de incidência e IVS; (B) Correlação entre taxa de mortalidade e IVS; (C) Correlação entre taxa de incidência e IDHM; e (D) Correlação entre taxa de mortalidade e IDHM.

Buscando as explicações para este cenário, o estudo analisou e correlacionou a quantidade de exames RT-PCR realizados por município com os índices de vulnerabilidade e desenvolvimento (Figura 3).

Foram encontradas evidências de relação entre a quantidade de testes RT PCR realizados e os índices de vulnerabilidade e desenvolvimento dos municípios. Os municípios com maior índice de vulnerabilidade social testaram menos (correlação negativa fraca; $\rho = -0,2778$; $p = 0,0158$) e os de maior índice de desenvolvimento humano municipal testaram mais (Correlação positiva fraca; $\rho = 0,3104$; $p = 0,0067$).

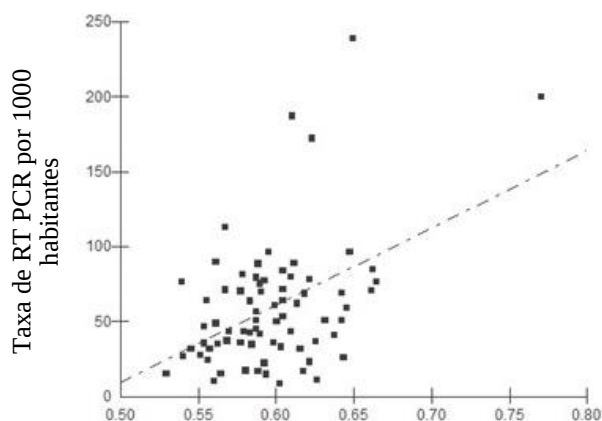
A)



IVS

Coefficiente de correlação; $\rho = -0,2778$; $p = 0,0158$

B)



IDHM

Coefficiente de correlação; $\rho = 0,3104$; $p = 0,0067$

Fig. 3. Relação entre a quantidade de Testes RT PCR realizados e indicadores de vulnerabilidade e desenvolvimento em cidades do estado de Sergipe. (A) Correlação entre a quantidade de testes por mil habitantes por município e IVS; (B) Correlação entre a quantidade de testes por mil habitantes por município e IDHM.

DISCUSSÃO

A análise estatística da associação entre os índices de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano e as taxas de incidência e mortalidade por COVID-19 no estado de Sergipe demonstrou que, no primeiro ano da pandemia, os municípios mais vulneráveis e com menor desenvolvimento humano apresentaram mais casos e mais óbitos pela doença.

Estudos nacionais e internacionais têm demonstrado a influência da desigualdade social nos números de casos e óbitos de COVID-19, provocando maior morbimortalidade nas populações mais vulneráveis (BAMBRA; RIORDAN.; FORD et al., 2020; HAWKINS; CHARLES; MEHAFFEY, 2020; MACIEL; CASTRO-SILVA; FARIAS, 2020; MARTINS-FILHO; QUINTANS-JÚNIOR; de SOUZA ARAÚJO et al., 2021). Nossa análise encontrou relação inversa, ao mesmo tempo que demonstrou que os municípios com maior vulnerabilidade social e menor desenvolvimento humano, realizaram menos testes diagnósticos da COVID-19.

Bambra; Riordan; Ford et al. (2020) publicaram ensaio para desfazer o mito que a pandemia de COVID-19 atinge a todos igualmente. Mencionando evidências em estudos e relatórios oficiais nos Estados Unidos, Espanha e Reino Unido (AQUAS, 2020; ICNARC, 2020; CHEN; KRIEGER, 2021), reforçam que questões sociais como desigualdades socioeconômicas, desigualdades no acesso aos serviços de saúde e racismo estrutural estão relacionados à gravidade das doenças e risco de mortalidade.

A grande desigualdade social do Brasil, ampliada pela pandemia, faz com que milhões de brasileiros vivam em condições de insalubridade, aglomerados nas piores condições de moradia, sem saneamento básico, lutando pela sua subsistência, por vezes amontoando-se no ineficiente transporte público, impossibilitados de seguir orientações básicas de proteção com o distanciamento social e a higiene adequada das mãos (MARTINS-FILHO; QUINTANS-JÚNIOR; de SOUZA ARAÚJO et al., 2021). A falta de uma resposta coordenada, eficaz e equitativa por parte do governo brasileiro (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021) provavelmente contribuiu para a iniquidade.

Apesar do Brasil possuir um sistema de saúde público, gratuito e universal; com muita experiência no manejo de epidemias e com um Programa Nacional de Imunização reconhecido

por sua eficiência, a profunda crise política e econômica vivida pelo país nos últimos anos e a aprovação da emenda constitucional 95, que estabeleceu um teto de gastos do governo em alguns setores, incluindo o da saúde, fragilizaram o sistema. Houve escassez de testes em um primeiro momento e ainda persiste uma dependência estrutural da importação de componentes diagnósticos (KAMEDA; BARBEITAS.; CAETANO et al., 2021).

A correlação negativa, mesmo que fraca, do IVS com incidência e mortalidade por COVID-19 e a correlação positiva fraca do IDHM com a incidência e moderada com a mortalidade observada em Sergipe gera hipóteses sobre a disseminação da doença no território brasileiro.

No estado do Ceará, encontrou-se correlação positiva entre a taxa de incidência da COVID-19 e o IDHM (MACIEL; CASTRO-SILVA; FARIAS, 2020). Assim como em Sergipe, o primeiro caso do estado foi relatado em bairro de menor vulnerabilidade e maior IDHM na capital do estado, em pessoas que haviam regressado de viagem ao exterior.

Analisando padrão de disseminação da doença, Castro, Kim, Barbearia et al. (2021) demonstraram que, apesar do padrão variado entre os estados, o maior percentual de casos e óbitos nas capitais dos estados brasileiros – que possuem menor vulnerabilidade social e maior desenvolvimento humano – persistiu até as semanas epidemiológicas 20 (10 a 16 de maio de 2020) e 22 (24 a 30 de maio de 2020).

Municípios com menor vulnerabilidade e maior desenvolvimento tendem a ter maior proporção de idosos, devido à maior expectativa de vida. E reconhecidamente, a idade avançada é um fator de risco para gravidade ou óbito por COVID-19 (BOOTH; REED; PONZO et al., 2021; PAROHAN; YAGHOUBI; SERAJI et al., 2020).

Com maior ou menor rigor, estados e municípios foram adotando medidas de distanciamento social. Porém, este processo era dificultado pela falta de coordenação nacional e pela pressão para que as atividades comerciais e econômicas continuassem ocorrendo em detrimento da pandemia em curso (XIMENES; ALBUQUERQUE; MARTELLI et al 2021), principalmente nos locais com maior IDHM.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomendou aos países que ampliassem seus programas de testagem como estratégia de enfrentamento da pandemia. Países com diferentes níveis de desenvolvimento tiveram sucesso com esta estratégia, como Vietnã, Ruanda, Coreia do Sul e Tailândia (KAMEDA; BARBEITAS.; CAETANO et al., 2021).

Nosso estudo demonstrou a desigualdade também na realização dos exames, onde os municípios com maior desenvolvimento humano e menor vulnerabilidade social realizaram mais testes para diagnósticos, o que pode afetar diretamente as taxas de incidência: quanto

maior o acesso aos serviços e testes diagnósticos, mais casos da doença notificados. Cumpre destacar que a mortalidade é menos susceptível a este viés (MENA; MARTINEZ; MAHMUD et al., 2021).

Este estudo apresenta limitações inerentes ao uso de dados secundários, sujeitos a imprecisões especialmente nos registros do início da pandemia, devido às indefinições de fluxos e protocolos. Os dados de IVS e IDHM foram construídos tendo por base o censo de 2010 – devido a não realização do censo de 2020 pelo governo brasileiro até maio de 2022 – não contemplando as mudanças socioeconômicas do período. E acrescentamos as limitações inerentes aos estudos ecológicos, vulneráveis à vieses de agregação ou falácia ecológica (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

Apesar destas limitações os resultados permitiram caracterizar a correlação dos indicadores de desenvolvimento humano e vulnerabilidade com as taxas de realização de exames diagnósticos, incidência e mortalidade por COVID-19, contribuindo para análise de cenário.

CONCLUSÕES

Municípios com maior desenvolvimento humano e menor vulnerabilidade social geralmente possuem maior percentual de idosos – que são mais susceptíveis à gravidade da doença e óbito por COVID-19; maior acesso ao sistema de saúde para assistência e diagnóstico; e sofreram mais pressão para manter suas atividades econômicas e comerciais ativas, em um período em que o distanciamento social era a medida indicada para evitar a propagação da doença.

Este cenário, associado ao início da propagação da pandemia de COVID-19 pelas capitais dos estados – cidades com melhores indicadores de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano – nos auxilia na compreensão da correlação positiva do IDHM e negativa do IVS encontrada em nosso estudo.

A COVID-19 possui amplo espectro clínico, provavelmente com muitos casos assintomáticos e outros com sintomatologia leve. A dificuldade de acesso aos serviços de saúde para a assistência ou exames diagnósticos tem provável impactos nas taxas de incidência, sendo este menor nas taxas de mortalidade. Ao verificarmos a correlação entre a taxa de realização de RT-PCR e IVS e IDHM, observamos que os mais vulneráveis e menos desenvolvidos testaram menos, o que prejudica um diagnóstico de cenário mais próximo da realidade e compromete o planejamento e implementação de medidas de saúde coletiva.

Novos estudos serão necessários para analisar elementos que possam influenciar o cenário, incluindo a abordagem da desigualdade dentro do território do município, que possui bairros e setores com discrepâncias entre indicadores de vulnerabilidade social.

O estudo realizado aponta para a necessidade de superação das iniquidades como forma de enfrentamento da pandemia de COVID-19, garantindo acesso da população à assistência e diagnóstico, independentemente das condições socioeconômicas ou local de moradia, como um princípio do Sistema Único de Saúde brasileiro.

Estudo 2: Associação de indicadores socioeconômicos com mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico de base populacional
(Association of socioeconomic indicators with COVID-19 mortality in Brazil: a population-based ecological study)

(Artigo publicado na Revista Geospatial Health)

Resumo

O artigo apresenta uma análise da distribuição espacial da mortalidade por COVID-19 e sua associação com indicadores socioeconômicos na região Nordeste do Brasil - área particularmente vulnerável a esses indicadores. Este estudo de ecologia de base populacional foi realizado em nível municipal nos anos de 2020 e 2021, com análises realizadas por autocorrelação espacial, regressão linear múltipla e modelos autorregressivos espaciais. Os resultados mostraram que a mortalidade por COVID-19 nesta parte do Brasil foi maior nas cidades mais populosas e com melhores indicadores socioeconômicos. Fatores como o início da pandemia de COVID-19 nas grandes cidades, as aglomerações existentes dentro delas, a pressão para manutenção das atividades econômicas e os erros na gestão da pandemia por parte do governo federal brasileiro fizeram parte do complexo cenário relacionado à disseminação da COVID-19 no país e este estudo foi realizado na tentativa de compreender esta situação. Analisar os diferentes cenários é essencial para enfrentar os desafios impostos pela pandemia aos sistemas de saúde mundiais.

Abstract

The article presents an analysis of the spatial distribution of mortality from COVID-19 and its association with socioeconomic indicators in the north-eastern region of Brazil - an area particularly vulnerable with regard to these indicators. This population-based ecology study was carried out at the municipal level in the years 2020 and 2021, with analyses performed by spatial autocorrelation, multiple linear regression and spatial autoregressive models. The results showed that mortality from COVID-19 in this part of Brazil was higher in the most populous cities with better socioeconomic indicators. Factors such as the onset of the COVID-19 pandemic in large cities, the agglomerations existing within them, the pressure to maintain economic activities and mistakes in the management of the pandemic by the Brazilian federal Government were part of the complex scenario related to the spread of COVID-19 in the country and this study was undertaken in an attempt to understand this situation. Analysing the different scenarios is essential to face the challenges posed by the pandemic to the world's

health systems.

Key Words: COVID 19; Mortality; Social Vulnerability; Spatial Analysis, Brazil.

Introdução

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) caracterizou a doença coronavírus 19 (COVID-19), causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), como uma pandemia (OMS, 2022a). Esta declaração marcou o início da maior crise mundial de saúde pública dos tempos modernos (HAWKINS; CHARLES; MEHAFFEY, et al., 2020), com impactos sociais e econômicos significativos que exigem monitoramento e estudo contínuos (ANDRADE; GOMES; GÓES et al., 2020).

As desigualdades sociais relacionadas ao acesso à moradia, emprego, educação, saneamento básico e assistência médica continuam a desempenhar um papel na mortalidade e na carga de doenças, especialmente em regiões com disparidades econômicas significativas (BAMBRA; RIORDAN; FORD et al., 2020; CASTRO.; KIM; BARBEARIA et al, 2021; HAWKINS; CHARLES; MEHAFFEY, et al., 2020; KIM; BOSTWICK, 2020). Em 21 de março de 2023 havia aproximadamente 761 milhões de casos confirmados de COVID-19 no mundo, o que resultou em aproximadamente 6,9 milhões de mortes (OMS, 2022b). A doença já havia matado mais de 700 mil pessoas no Brasil até o final de março, com cerca de 37 mil casos em andamento. (BRASIL, 2023).

Vários estudos têm procurado relacionar espacialmente a COVID-19 e os seus efeitos com indicadores socioeconômicos, visando uma melhor compreensão do comportamento da pandemia em diferentes territórios e cenários, associando esses indicadores ao aumento ou diminuição da morbidade pela doença (KATHE; WANI, 2021; MANDA; DARIKWA; NKWENIKA et al., 2021; YOU; WU; GUO et al., 2020). A análise espacial tornou-se uma ferramenta importante para analisar padrões de disseminação de doenças, magnitude e clusters espaço-temporais (CAVALCANTE; ABREU, 2020; HALLAL; HARTWIG; HORTA et al., 2020), contribuindo com previsões, estratégias de resposta e avaliações das medidas de controle implementadas pelas políticas públicas.

Uma análise de regressão espacial realizada na China revelou os impactos dos fatores socioeconômicos relacionados ao desenvolvimento urbano na disseminação do COVID-19. A densidade demográfica e uma alta proporção de idosos foram associadas ao aumento da morbidade por COVID 19, enquanto o produto interno bruto (PIB) e a densidade hospitalar foram associados a menor morbidade (YOU; WU; GUO et al., 2020). Nos Estados Unidos, fatores socioeconômicos, epidemiológicos e políticos foram identificados como responsáveis pelas diferenças geográficas no impacto da COVID 19. Proporções mais altas de hispânicos e

afro-americanos, maior desigualdade de renda e maior incidência e prevalência de doenças crônicas foram associadas a taxas mais altas de mortalidade na pandemia. O rigor das medidas de distanciamento social (Stringency Index) nos territórios vizinhos associou-se a uma menor mortalidade pela doença, sendo a relação positiva direta explicada pela restrição precoce e longa nas grandes cidades que assistiram aos primeiros surtos de casos e óbitos (KATHE; WANI, 2021). Um estudo realizado na África mostrou não apenas que a prevalência de COVID 19 estava associada a fatores como PIB per capita, transparência governamental e proporção de idosos, mas também que era altamente dependente da prevalência em países vizinhos (MANDA; DARIKWA; NKWENIKA et al., 2021).

No Brasil, as primeiras projeções já indicavam que os indicadores socioeconômicos, a capacidade do sistema de saúde local e a mobilidade urbana teriam impacto na distribuição da doença (FIGUEIREDO; FIGUEIREDO; GOMES et al., 2020; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al., 2021; RAYMUNDO; OLIVEIRA; ELEUTERIO et al., 2021). As desigualdades sociais e a resposta ineficaz do governo federal aceleraram a propagação da doença. A região nordeste do país, que não só é a segunda área mais populosa de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), mas também aquela com os indicadores socioeconômicos que indicam a vulnerabilidade mais forte, deveria ser a mais afetada (COELHO; LANA; CRUZ et al., 2020; ANDRADE; PAZ.; LIMA et al., 2022). Até dezembro de 2021, o Nordeste era a segunda região nesse quesito, com maior número de casos e óbitos somando 48.100.973 casos e 1.163.510 óbitos. Apesar disso, a taxa de mortalidade (208,12 óbitos/100.000 habitantes) foi a mais baixa entre as regiões do Brasil (BRASIL, 2023).

O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espacial da mortalidade por COVID 19 e sua associação com indicadores socioeconômicos na região nordeste do Brasil nos anos de 2020 e 2021, buscando hipóteses para a menor mortalidade apesar da grande desigualdade e vulnerabilidade social da região. Vale ressaltar que a caracterização da pandemia na América do Sul recebeu menos atenção do que na Europa e América do Norte (MENA; MARTINEZ; MAHMUD et al., 2021).

Materiais e métodos

Desenho e local de estudo

Realizamos um estudo ecológico de base populacional sobre a mortalidade por COVID-19 na região Nordeste do Brasil, de março de 2020 a dezembro de 2021. As unidades de análise

foram os 1.794 municípios contidos nos nove estados ou Unidades Federativas [UF] dessa área (Figura 1), que em 2020 contavam com 57.374.243 habitantes (cerca de 27% da população do Brasil) distribuídos em uma área de 1.554.291,7 44 km², correspondendo a cerca de 18% do território nacional (IBGE, 2022).

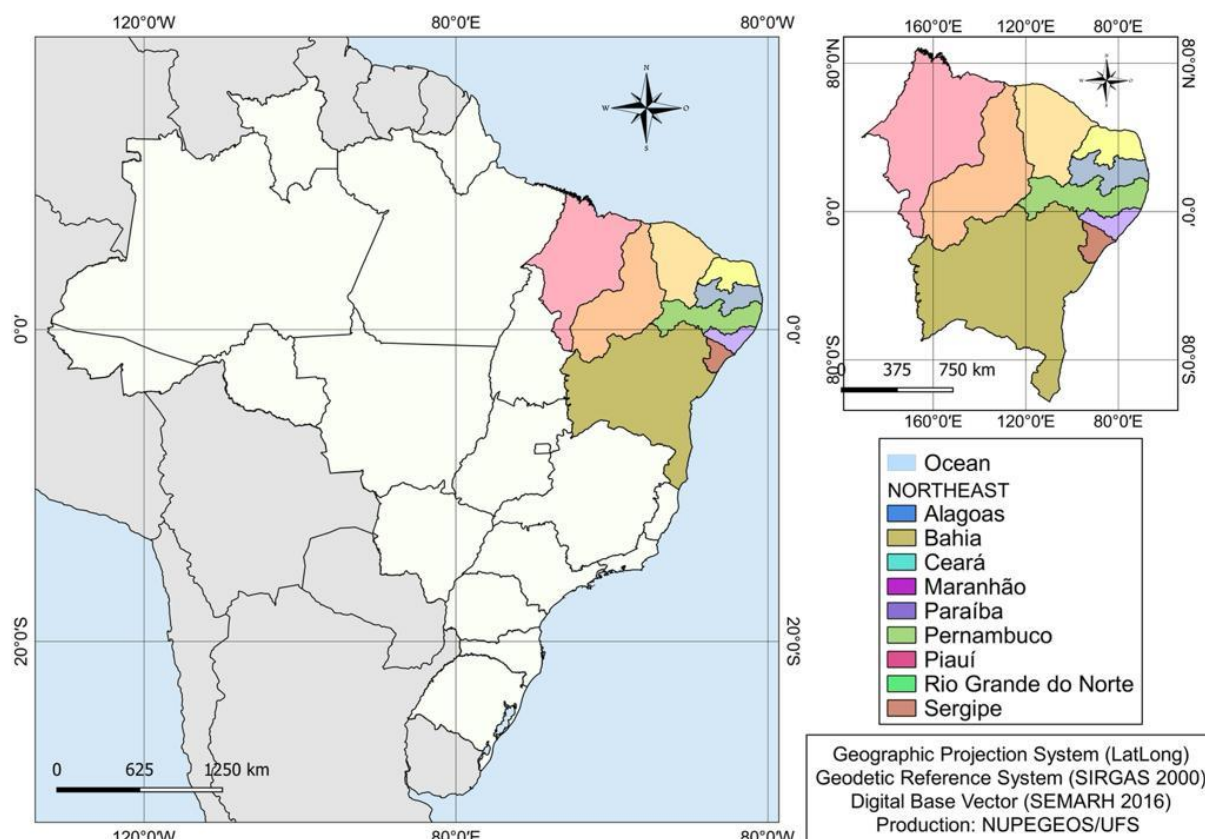


Figura 1: Área de Estudo: Localização do Nordeste do Brasil e seus estados.

Variáveis e Fontes de Dados

A variável dependente foi a taxa de mortalidade por COVID-19 nos municípios do Nordeste do Brasil, coletada no site oficial de comunicação da situação epidemiológica, atualizada diariamente pelo Ministério da Saúde (<https://covid.saude.gov.br/>) e calculada usando o número de óbitos como numerador e a população do ano correspondente como denominador (ou seja, resultado por 100.000 habitantes). A mortalidade é considerada um indicador mais confiável do que a incidência devido ao número de pacientes assintomáticos não diagnosticados, ao acesso ao sistema de saúde e à capacidade de vigilância desse sistema (LU; NGUYEN; LINK et al., 2021; MENA; MARTINEZ; MAHMUD et al., 2021).

As covariáveis que representam os indicadores socioeconômicos e de saúde foram coletadas do censo demográfico de 2010 do IBGE e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), disponível no site do Instituto Brasileiro de Pesquisa Econômica Aplicada (<https://ipea.gov.br/portal/>). As definições de cada indicador, a fonte e o ano de coleta encontram-se no arquivo Suplementar.

A seleção de indicadores para este estudo foi informada por pesquisas anteriores que examinaram a relação entre a incidência e mortalidade de doenças infecciosas e vários fatores socioeconômicos, de saúde e vulnerabilidade social no Brasil (ARAÚJO; DOS SANTOS; LIMA et al., 2020; COELHO; LANA; CRUZ et al, 2020; DA SILVA; SILVA; DOS SANTOS et al., 2022). Esses indicadores englobavam uma série de fatores, incluindo densidade demográfica, atividade econômica, desigualdade social (medida pelo índice de Gini, Razão de Dependência e percentual ocupado da população maior de 18 anos), acesso à saúde (percentual da população com plano de saúde), coeficiente de mortalidade por doenças não transmissíveis, além do Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) municipal e suas dimensões de renda, longevidade e escolaridade.

Análise de correlação espacial

Para minimizar a instabilidade causada por flutuações aleatórias de coeficientes, particularmente em municípios com pequenas populações e eventos limitados, as taxas brutas de mortalidade por COVID-19 foram suavizadas usando o método de suavização bayesiana empírica local (ASSUNÇÃO; BARRETO; GUERRA et al, 1998). Posteriormente, a análise de autocorrelação espacial segundo o índice Moran Global (MORAN, 1950) foi utilizada para investigar a existência de padrões de ocorrência no espaço do fenômeno em estudo. Uma matriz de proximidade espacial foi desenvolvida usando o critério de contiguidade e o índice de Moran Global foi calculado. Os resultados com significância estatística ($p < 0,05$) indicam regiões com estruturas espaciais altamente prováveis de contribuir para a ocorrência de óbitos por COVID-19 (ANSELIN, 2010).

Posteriormente, a ocorrência de autocorrelação espacial local foi avaliada pelos indicadores locais de associação espacial (LISA) (ANSELIN, 2010), que determina a dependência dos dados locais das características de seus vizinhos possibilitando a identificação de padrões de associação espacial que podem indicar a ocorrência de aglomerados de municípios. O diagrama de dispersão de Moran, baseado no Índice de Moran Local, foi utilizado para identificar áreas críticas, de risco e de transição, comparar o valor de cada

município com seus vizinhos e verificar a existência de dependência espacial, além de identificar padrões espaciais. Esse diagrama foi representado pelo Mapa de Moran, no qual foram considerados apenas os municípios com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Dessa forma, foram gerados os quadrantes espaciais, como a) Q1 (alto/alto ou hotspots - valores positivos, médias positivas) e Q2 (pontos baixos/baixos ou frios - valores negativos, médias negativas), que indicam pontos de associação espacial positiva ou similaridade com seus vizinhos, ou seja, áreas onde as taxas de mortalidade por COVID-19 estão de acordo, ou b) Q3 (alto/baixo - valores positivos, médias negativas) e Q4 (baixo/alto - valores negativos, médias positivas), que indicam pontos com associação espacial negativa, ou seja, áreas de transição.

Análise de regressão espacial global

A associação dos determinantes sociais de saúde com a mortalidade por COVID-19 foi investigada por meio de regressão linear múltipla e modelos autorregressivos espaciais. Para a construção do modelo, a correlação de Spearman entre a variável dependente e as variáveis independentes foi aplicada para selecionar as correlações positivas e negativas ao nível de significância de 5%. O teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) foi aplicado para verificar a distribuição da variável dependente.

O coeficiente de correlação de Spearman é uma alternativa não paramétrica mais adequada para variáveis que não possuem distribuição normal bidimensional (VIEIRA, 2010), como as observadas neste estudo. Quanto à classificação do grau de correlação, considerou-se correlação fraca em $0 < \rho < 0,4$; moderado a $0,4 \leq \rho \leq 0,7$; e forte em $0,7 < \rho < 1,0$.

A regressão linear múltipla foi realizada para selecionar as variáveis com alta probabilidade de serem fatores explicativos. Todas as variáveis pré-selecionadas com a correlação de Spearman foram incorporadas ao modelo de regressão linear múltipla e excluídas de acordo com um nível de significância $< 0,05$ (seleção stepwise) e um fator de inflação de variância (VIF) > 10 . A significância estatística dos resultados foi analisada por meio da análise estatística t (VIEIRA, 2010).

O resultado obtido foi testado usando o estimador de mínimos quadrados ordinários (OLS) e o modelo de defasagem espacial (ANSELIN, SYABRI, KHO, 1998). O multiplicador de Lagrange (ANSELIN, BERA, 1998) foi o teste estatístico utilizado para avaliar o ajuste de cada modelo. O desempenho de cada modelo foi avaliado pelo coeficiente de determinação R^2 ,

pelo critério de informação de Akaike (AIC) e pelo critério de Schwarz. O LISA foi calculado para identificar áreas com dependência espacial e sua relação com os vizinhos. Os resultados desta análise foram representados em um mapa de autocorrelação espacial (ANSELIN, BERA, 1998).

Softwares

A análise descritiva foi realizada por meio do programa de estatística incrível de Jeffreys. (JASP) software (equipe JASP, 2022, versão 0.16.2). Para a análise espacial univariada, foram utilizados os softwares TerraView do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), versão 4.2.2) e QGIS da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), versão 2.18.2). O software GeoDa do Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois, Urbana, Champaign, Estados Unidos (versão 1.14) foi utilizado para a análise de regressão espacial.

Resultados

Um total de 120.019 óbitos foi registrado na região nordeste do Brasil de março de 2020 a dezembro de 2021 (BRASIL, 2023). Considerando os dados de todo o país, a mortalidade foi de 294,58 óbitos por 100 mil habitantes. Nenhum estado do Nordeste atingiu essa taxa de mortalidade. Os estados do Ceará e Sergipe apresentaram coeficientes com mais de 250 óbitos por 100.000 habitantes, enquanto o estado do Maranhão apresentou a menor mortalidade: 145,07 óbitos por 100.000 habitantes (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficiente de mortalidade por COVID 19 nos estados do Nordeste do Brasil.

Estado	óbitos	Mortalidade/100000
Alagoas	6383	189.67
Bahia	27506	183.55
Ceará	24806	268.45
Maranhão	10377	145.07
Paraíba	9596	236.36
Pernambuco	20447	211.34
Piauí	7275	221.17
Rio Grande do Norte	7572	212.64
Sergipe	6057	259.02

A distribuição espacial da mortalidade bruta por COVID-19 mostrou maiores concentrações na região litorânea, principalmente no norte do estado do Ceará e no sul dos estados do Piauí e Bahia (Figura 2A). Após suavização pelo estimador bayesiano, os focos de concentração permaneceram na região litorânea e nos estados do Ceará e Sergipe, sul da Bahia e Piauí (Figura 2B).

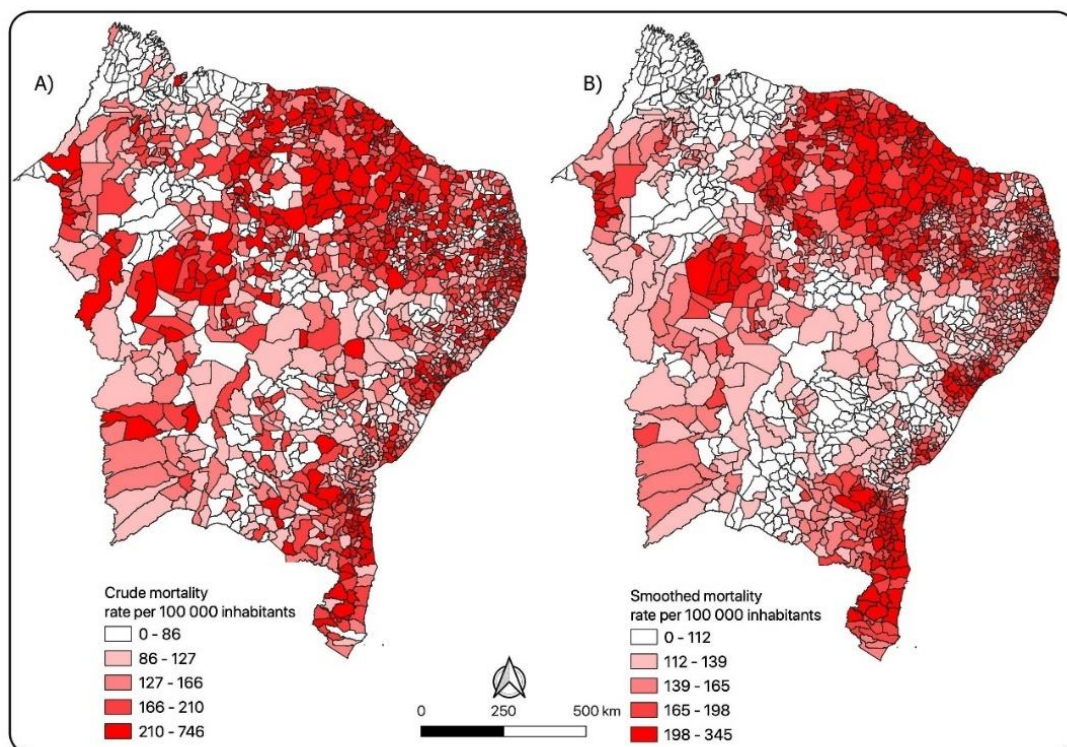


Figura 2. Análise Espacial dos coeficientes de mortalidade na região nordeste do Brasil, de 2020 a 2021. (A) Coeficiente de mortalidade bruto por 100.000 habitantes; (B) Coeficiente de mortalidade com suavização Bayesiana.

A análise do mapa de Moran identificou áreas classificadas de acordo com as taxas de mortalidade dos municípios. Regiões com aglomerados de altas taxas de mortalidade foram identificadas nos estados do Ceará, Sergipe e Alagoas, além do sul dos estados do Piauí e da Bahia. Aglomerados com baixas taxas de mortalidade foram identificados no norte e leste do estado do Maranhão e em regiões difusas nos estados da Bahia e Pernambuco (Figura 3). A concentração da mortalidade no litoral da região nordeste coincidiu com as concentrações populacional e econômica encontradas na região. De fato, 8 das 9 capitais dos estados nordestinos estão localizadas no litoral, onde se encontram as maiores densidades populacionais, maior concentração turística e de serviços e maior mobilidade urbana.

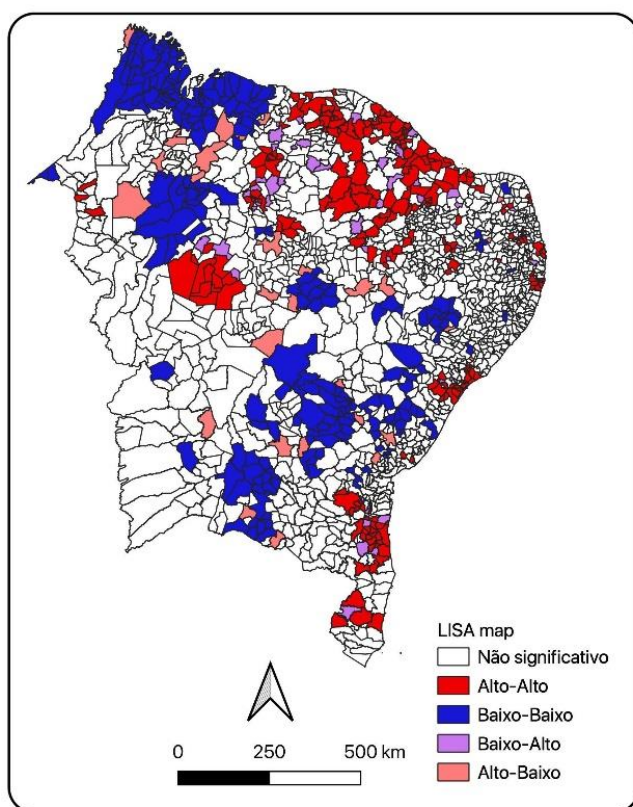


Figura 3. Mapa de análise de autocorrelação espacial pelos Indicadores Locais de Associação Espacial 2020-2021 (mapa LISA)

O VIF foi calculado para cada indicador socioeconômico e de saúde para medir a multicolinearidade entre eles. Valores altos de VIF (>5) podem afetar a estimativa dos coeficientes de regressão devido à multicolinearidade (MONTGOMERY; PECK; VINING et al., 2006). O VIF não apresentou evidência de multicolinearidade (Tabela 2).

Tabela 2. Correlação do Coeficiente de Mortalidade por COVID 19 (Correlação de Spearman) e Fator de Inflação da Variância – VIF – (Regressão Linear Múltipla) e indicadores socioeconômicos e de saúde na região nordeste do Brasil.

Indicadores Socioeconômicos e de Saúde	Correlação de Spearman		Regressão Linear Múltipla
	Rho	p	VIF
Densidade Demográfica	0.274	$< .001$	1.295
Percentual de pessoas cobertas por seguro saúde	0.422	$< .001$	1.322
Coeficiente de Mortalidade por Doenças Não Transmissíveis	0.319	$< .001$	1.080
Percentual de ocupados de 18 anos ou mais de idade que são empregados com carteira	0.359	$< .001$	1.583
Índice de Gini	-0.104	$< .001$	1.266
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	0.408	$< .001$	*
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Longevidade	0.249	$< .001$	1.396
Índice de Desenvolvimento Humano	0.328	$< .001$	1.731

Municipal - Educação			
Índice de Desenvolvimento Humano	0.428	< .001	3.025
Municipal - Renda			
Razão de Dependência	-0.338	< .001	2.297

* Excluído do modelo por conta de elevar o VIF, o que afetaria a estimativa dos coeficientes de regressão devido a multicolinearidade

A análise foi realizada usando o modelo OLS. Os indicadores IDH-longevidade (coeficiente 115,939, $p < 0,01$) e IDH-educação (coeficiente 67,5104, $p < 0,01$) apresentaram as maiores associações positivas com mortalidade por COVID-19; enquanto o índice de Gini (coeficiente -113,19, $p < 0,01$) e IDH-renda (coeficiente -84,4405, $p = 0,03$) tiveram as associações negativas mais altas (Tabela 3).

Uma análise do modelo de defasagem espacial também foi realizada. Como no OLS, os eixos IDH-longevidade (coeficiente 18,7917, $p = 0,37$) e IDH-educação (coeficiente 10,4933, $p = 0,34$) tiveram as associações positivas mais altas com mortalidade por COVID-19, e o índice de Gini (coeficiente -33,4417, $p = 0,01$) e o IDH-renda (coeficiente -67,9286, $p < 0,01$) tiveram correlações negativas significativas (Tabela 3).

O modelo de regressão linear apresentou um $R^2 = 0,20$ e um AIC de 18625 com autocorrelação espacial dos resíduos analisados pelo I de Moran = 0,60, $p < 0,05$. O modelo de defasagem espacial apresentou o melhor desempenho para explicar os fatores associados à mortalidade por COVID-19 na região nordeste, com $R^2 = 0,77$ e redução do AIC para 16794 (Tabela 3).

Tabela 3. Modelo Ordinary least squares (OLS) e Spatial Lag entre mortalidade por COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde na região nordeste do Brasil 2020 - 2021

Indicadores Socioeconômicos e de Saúde	OLS Model			Spatial Lag Model		
	Coeficiente	T - estatistic	p	Coeficiente	z-value	p
Densidade Demográfica	0.00936061	3.60	< 0.01	0.00375528	2.73	0.01
Percentual de pessoas cobertas por planos de saúde suplementar	0.0242367	0.13	0.90	0.0397155	0.41	0.68
Coeficiente de Mortalidade por Doenças Não Transmissíveis	0.0884746	8.20	< 0.01	0.00405491	0.71	0.48
Percentual de ocupados de 18 anos ou mais de idade que são empregados com carteira	0.794091	7.25	< 0.01	0.101465	1.75	0.08
Índice de Gini	-113.19	-4.76	< 0.01	-33.4417	-2.66	0.01
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Longevidade	115.939	2.88	< 0.01	18.7917	0.89	0.37
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Educação	67.5104	3.23	< 0.01	10.4933	0.95	0.34
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Renda	-84.4405	-2.14	0.03	-67.9286	-3.27	< 0.01

Razão de Dependência	-0.960395	-4.01	< .001	-0.274829	-2.16	0.03
Model evaluation criteria	OLS Model			Spatial Lag Model		
Coefficient of determination (R ²)	0.202377			0.777181		
Log-likelihood	-9302.59			-8386.39		
Akaike criterion	18625.2			16794.8		
Schwarz criterion	18680.1			16855.2		

Discussão

As mortes por COVID 19 foram generalizadas em todos os estados do Nordeste. O mapa de Moran demonstra que o coeficiente de mortalidade teve um padrão de agregação espacial, o que significa que os impactos negativos da COVID-19 não atingiram a todos igualmente. As densidades demográficas mais altas foram associadas a maior mortalidade, como também foi observado na Itália (ILARDI; CHIEFFI; IAVARONE et al., 2021) e na Inglaterra - no nível da autoridade local - onde a densidade populacional foi um preditor mais forte de mortalidade do que a privação (BRAY; GIBSON; WHITE et al., 2020).

A concentração demográfica no litoral do Nordeste brasileiro contrasta com a baixa densidade demográfica da maioria de seus municípios. Segundo o IBGE (2022), 1.608 dos 1.794 municípios da região têm menos de 50 mil habitantes (89,6%) e 1.154 têm menos de 20 mil habitantes (64,32%). A concentração demográfica promove maior contato entre as pessoas e aglomerações, facilitando a disseminação de doenças infecciosas nas grandes cidades como já relatado por Ribeiro; Sunahara e Sutton et al. (2020).

O cenário reflete uma característica da disseminação da COVID-19 no Brasil. Os primeiros casos foram diagnosticados em municípios com alta densidade demográfica, maior atividade econômica e menor vulnerabilidade social, o que confunde a influência dos indicadores de vulnerabilidade na disseminação (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021). Até 6 de maio de 2020, mais de 80% dos municípios com menos de 10.000 habitantes não apresentavam casos de COVID 19. No período, as 44 cidades com IDHM muito alto tiveram maior incidência e mortalidade de COVID 19 (DE SOUZA; MACHADO; DO CARMO, 2020). No entanto, os aspectos demográficos, econômicos e políticos nos auxiliaram ao apontar na direção de encontrar hipóteses adicionais para o porquê de municípios com menor vulnerabilidade social apresentarem maior mortalidade por COVID 19.

O Brasil já enfrentava uma crise econômica e política, agravada pela pandemia. O temor de perder o emprego - neste contexto desafiador - devido à precariedade dos vínculos

trabalhistas compeliu muitos indivíduos a persistirem no trabalho, mesmo à custa de se exporem aos riscos da doença. (MACIEL; CASTRO-SILVA; FARIAS et al., 2020). No período 2019-2022, o governo federal assumiu uma postura de negar a importância pública da pandemia. Em seu discurso e ações, o presidente do Brasil apontou a importância de cuidar da economia, além de salvar vidas; focou nesta falsa dicotomia e criticou as medidas restritivas necessárias para combater a doença. Ele chegou a encorajar multidões, minimizando a necessidade de máscaras e defendendo o uso de medicamentos sem comprovação científica para o tratamento da COVID 19 (CALIL, 2021; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021; ANDRADE; PAZ.; LIMA et al., 2022). Este cenário contribuiu para a propagação da pandemia, sobretudo nos centros onde a atividade econômica foi elevada.

O turismo é uma das principais atividades econômicas do Nordeste brasileiro. O litoral da região recebe grande fluxo de turistas nacionais e internacionais, o que facilitou a circulação viral aumentando a incidência e a mortalidade. Manter a economia funcionando e não adotar medidas restritivas cobrou um preço alto, principalmente em cidades com forte atividade econômica e melhores indicadores socioeconômicos. Nessas regiões, aliadas a um frágil sistema de transporte público, foram observadas aglomerações de alto risco para infecção por COVID 19. (MACIEL; CASTRO-SILVA; FARIAS et al., 2020; MARTINS-FILHO; QUINTANS-JÚNIOR; de SOUZA ARAÚJO et al., 2021; ROCHA; ATUN; MASSUDA et al., 2021).

No entanto, cabe destacar que essa atitude de negação trazida pelo Governo Federal não foi adotada por todos os governadores dos estados brasileiros, o que contribuiu para a polarização política no país. Os governos dos estados nordestinos instituíram o Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste (Consórcio Nordeste), que realizou ações relevantes como compra conjunta de equipamentos, constituição de comitê científico orientador de decisões relacionadas ao isolamento social, criação de barreiras sanitárias e outras medidas voltadas à mitigação dos efeitos sociais da pandemia (FERNANDEZ; PINTO 2020).

O Brasil faz parte do grupo de 20 países que abrigam cerca de 50% da população mundial que foi responsável por mais de 80% do excesso de mortalidade global estimado de janeiro de 2020 a dezembro de 2021, segundo a OMS (WHO, 2022b). A mortalidade por COVID-19 no Brasil foi de 290,20 óbitos por 100.000 habitantes. Não era esperado que o Brasil estivesse entre os epicentros da pandemia de COVID 19 por causa de seu sistema público de saúde, que é essencialmente gratuito e universal, fato que historicamente reduziu a desigualdade

de acesso. No entanto, a desarticulação do governo federal do país, a crise e a polarização política que desconcertavam as medidas de contenção da pandemia - associadas à desigualdade social existente no país - geraram tanto um maior impacto da doença quanto disparidades em sua distribuição (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021; ANDRADE; PAZ; LIMA et al., 2022).

As dimensões continentais do Brasil e suas grandes discrepâncias demográficas, econômicas e sociais causaram impactos muito diversos da pandemia de COVID 19 em seu território. Analisar esse processo no decorrer de uma pandemia é uma tarefa permanente, pois são muitos os fatores que podem interferir na propagação e na gravidade da doença, desde a infraestrutura de saúde disponível, a situação socioeconômica e o cenário epidemiológico, etário e demográfico de uma população, até as ações dos gestores de saúde para mitigar os efeitos da pandemia, seja para garantir e apoiar o distanciamento social ou para facilitar o acesso às vacinas.

Limitações do estudo

A utilização de dados secundários está sujeita à subnotificação ou falha no preenchimento dos formulários. A utilização de municípios como unidades de análise pode esconder desigualdades existentes em diferentes setores do território municipal e a utilização de dados baseados no último censo brasileiro, realizado em 2010, não refletem possíveis mudanças nos indicadores socioeconômicos até o período analisado.

O estudo optou por utilizar a mortalidade pela doença como indicador devido à grande desigualdade existente no território brasileiro, que impacta na capacidade diagnóstica e hospitalar de cada município. A utilização de indicadores como incidência, internações ou letalidade pode gerar vieses relacionados à busca da população pelo sistema de saúde para diagnóstico, número de casos assintomáticos, capacidade de vigilância epidemiológica local ou número de leitos disponíveis para internação.

Conclusão

A densidade demográfica nas principais cidades litorâneas da região, que também servem como polos de atividades econômicas e turísticas, desempenhou um papel significativo na concentração das taxas de mortalidade em cidades com melhores indicadores socioeconômicos, identificadas por um modelo de análise espacial com forte poder explicativo.

Devido ao tamanho do país, sua desigualdade nos indicadores socioeconômicos e na distribuição dos recursos de saúde e o cenário político polarizado interferindo nas ações governamentais de combate à pandemia, nenhuma narrativa é capaz de isoladamente explicar a propagação do vírus no Brasil (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021).

Os impactos da pandemia serão sentidos ao longo dos anos e a manutenção de análises contínuas será fundamental para compreender seus efeitos e facilitar ações para mitigá-los. A vulnerabilidade devido ao baixo nível socioeconômico infere a importância da coordenação entre os entes federativos brasileiros no combate aos problemas de saúde, a necessidade de medidas restritivas mais agressivas nas grandes cidades para combater uma pandemia, como a COVID-19, e a necessidade de políticas de assistência social que apoiem a população em tempos de restrição.

Material Suplementar: Definição e fontes das variáveis independentes – Indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde.

Variável Independente	Definição	Fonte/ano
Densidade Demográfica	Distribuição espacial dos habitantes por quilômetro quadrado	Dados da população (IBGE)/ 2020 e 2021 disponíveis em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados
Percentual da População com Seguro Saúde	Percentual da população brasileira coberta por planos e seguros de assistência suplementar a saúde, em determinado espaço geográfico, no ano considerado	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2017. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Taxa de Mortalidade por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT)	Número de óbitos de residentes por doenças crônicas não transmissíveis (CID 10 I00-I99, C00-C97, E10-E14, J30-J98), para cada 100.000 habitantes	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2017. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Percentual de população maior de 18 anos empregada	Percentual da população maior de 18 anos com emprego formalizado.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Índice de Gini	Mede o grau de concentração de renda, para este estudo, no âmbito municipal. Varia de zero a um e quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Razão de Dependência	Razão entre o segmento da população definido como economicamente dependente (os menores de 15 anos de idade e os maiores de 60 anos de idade) e o segmento etário potencialmente produtivo (entre 15 e 59 anos de idade),	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha

		na população residente em determinado espaço geográfico, no ano considerado.	
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)		Indicador composto que adapta a metodologia de cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Global das Organização das Nações Unidas para a realidade brasileira	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Renda		Eixo do IDHM medido pela renda municipal per capita.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Longevidade		Eixo do IDHM medido pela expectativa de vida ao nascer.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Educação		Eixo do IDHM medido pelo percentual de pessoas com ensino fundamental completo e pelo percentual de crianças e jovens, em 4 faixas etárias, com a escolaridade adequada para a idade.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha

Estudo 3: Desigualdade social e mortalidade por COVID-19 no Brasil: um estudo ecológico.

Social inequality and mortality from COVID-19 in Brazil: an ecological study.

(Artigo submetido – em revisão – na Revista Heliyon)

Resumo

Antecedentes: A pesquisa sobre a pandemia de COVID-19 mostrou que as más condições socioeconômicas estão ligadas a maiores taxas de mortalidade pela doença. No entanto, alguns estudos identificaram fatores como a densidade populacional e a ausência de políticas restritivas de movimento como importantes para as taxas de mortalidade.

Objetivo: O objetivo deste estudo é analisar a relação entre as taxas de mortalidade por COVID-19 e indicadores demográficos, incidência da doença e determinantes sociais da saúde no Brasil, comparando os anos de 2020 e 2021.

Método: Realizamos um estudo ecológico de base populacional usando cidades no Brasil como unidades de análise. Empregamos a regressão linear múltipla e avaliamos nossos resultados com base no modelo teórico construído para esse fim.

Resultados: Nossa regressão identificou mudanças na associação entre variáveis e taxas de mortalidade por COVID-19 nos dois primeiros anos da pandemia no Brasil. Alguns indicadores socioeconômicos perderam significância estatística no segundo ano da pandemia.

Conclusão: A doença se espalhou inicialmente nas cidades mais populosas do Brasil, com maior densidade populacional, atividade econômica e indicadores socioeconômicos mais fortes. Apesar da disseminação da doença pelo país, as taxas de mortalidade por COVID-19 não diminuíram nas grandes cidades, complicando a situação da pandemia no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE:

COVID 19; Mortalidade; Vulnerabilidade social; Análise de regressão.

Abstract

Background: Research on the COVID-19 pandemic has shown that poor socioeconomic conditions are linked to higher mortality rates from the disease. However, some studies have identified factors such as population density and the absence of policies restricting movement as important to mortality rates.

Objective: The aim of this study is to analyze the relationship between COVID-19 mortality rates and demographic indicators, disease incidence, and social determinants of health in Brazil, comparing the years 2020 and 2021.

Method: We conducted a population-based ecological study using cities in Brazil as units of analysis. We employed multiple linear regression and evaluated our results based on the theoretical model built for this purpose.

Results: Our regression identified changes in the association between variables and COVID-19 mortality rates in the first two years of the pandemic in Brazil. Some socioeconomic indicators lost statistical significance in the second year of the pandemic.

Conclusion: The disease initially spread in Brazil's most populous cities, with the highest population density, economic activity, and strongest socioeconomic indicators. Despite the disease's spread across the country, mortality rates from COVID-19 have not decreased in large cities, complicating the pandemic situation in Brazil.

KEYWORDS:

COVID-19; Mortality; Social vulnerability; Regression Analysis.

Introdução

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) caracterizou o grande número de casos da doença chamada COVID 19 ao redor do mundo – doença provocada por um coronavírus (SARS-COV 2) como uma pandemia (ISLAM; BODRUDOZA; KHAN et al., 2020). A crise provocada por esta pandemia não tem precedentes recentes. Até 06 de abril de 2023 havia quase 762 milhões de casos da doença no mundo e aproximadamente 6,9 milhões de mortes (WHO, 2023). No Brasil, até março de 2023, havia mais de 37 milhões de casos e mais de 700 mil óbitos (BRASIL, 2023).

O impacto do COVID-19 foi de longo alcance, afetando a sociedade de várias maneiras. Além da morbidade e mortalidade associadas à doença, ela aumentou a carga sobre os sistemas de saúde, levou ao adiamento de tratamentos e consultas e causou um aumento na morbidade e mortalidade por outras doenças evitáveis. Também agravou os déficits educacionais e as desigualdades no acesso à educação, resultou na falência de pequenas e médias empresas, restringiu o consumo, reduziu a produtividade e aumentou a dívida nacional devido às medidas necessárias para combater a pandemia e fornecer apoio econômico aos mais vulneráveis. (BRÜSSOW; TIMMIS, 2021).

As desigualdades sociais continuam a desempenhar um papel significativo na mortalidade e na carga de doenças devido ao acesso limitado a cuidados de saúde, educação, emprego e saneamento básico (BAMBRA; RIORDAN; FORD et al., 2020; HAWKINS; CHARLES; MEHAFFEY et al., 2020). Em 2019, antes da eclosão da pandemia, o Brasil estava entre os países mais desiguais do mundo (BÓGUS; MAGALHÃES 2022). Para muitos brasileiros que vivem em condições insalubres, incluindo moradias precárias compartilhadas por muitas pessoas sem acesso a saneamento básico ou transporte público de qualidade, higiene pessoal ou isolamento social, medidas importantes na prevenção da COVID-19, não são viáveis. (MARTINS-FILHO; QUINTANS-JÚNIOR; de SOUZA ARAÚJO et al., 2021)

Apesar de receber menos atenção na América do Sul do que na Europa, (MENA; MARTINEZ; MAHMUD et al., 2021) estudos realizados na Colômbia, (CIFUENTES; RODRIGUEZ-VILLAMIZAR; ROJAS-BOTERO et al., 2021) México (ORTIZ-HERNÁNDEZ; PÉREZ-SASTRÉ, 2020) e Brasil (PALAMIM; BOSCHIERO; VALENCISE et al., 2022) demonstraram que piores indicadores socioeconômicos estão relacionados à maior mortalidade, gravidade e letalidade pela doença.

Ante a complexidade do cenário da propagação da COVID 19 no Brasil, este estudo buscou analisar a relação da mortalidade pela doença com indicadores demográficos, a

incidência da doença e indicadores socioeconômicos e de acesso à saúde. O estudo compara dados dos anos de 2020 e 2021 para levantar hipóteses sobre as mudanças nessa relação nos dois primeiros anos da pandemia.

Materiais e métodos

Desenho, período e local de estudo

Este estudo é um estudo ecológico de base populacional realizado no Brasil, analisando a mortalidade por COVID-19 durante os dois primeiros anos da pandemia, 2020 e 2021. A população do estudo consiste em todos os 5.570 municípios do Brasil (Figura 1). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2023), esses municípios tinham um total de 211.755.692 habitantes em 2020 e, em 2021, a população aumentou para 213.317.639 habitantes.

Figura 1: Área de Estudo: localização do Brasil na América do Sul.



Variáveis e fonte de dados

Este estudo utiliza o coeficiente de mortalidade por COVID 19 dos municípios brasileiros como variável dependente, coletados no site <https://covid.saude.gov.br/>, fonte

oficial de comunicação sobre a situação epidemiológica da Covid-19 no Brasil atualizado diariamente pelo Ministério da Saúde do país.

O coeficiente de mortalidade por COVID 19 é considerado um indicador mais confiável que a incidência, devido aos casos não diagnosticados por falta de acesso ao sistema de saúde, à capacidade de vigilância do sistema ou por serem assintomáticos (LU; NGUYEN; LINK et al., 2020; MENA; MARTINEZ; MAHMUD et al., 2021)

As variáveis independentes foram indicadores socioeconômicos e de acesso à saúde disponíveis para acesso público e utilizados em outros estudos relacionados às condições e estrutura de saúde (BARROS; AQUINO; SOUZA, 2022; FIGUEIREDO; FIGUEIREDO; GOMES et al., 2020; RAYMUNDO; OLIVEIRA; ELEUTERIO et al., 2021; RUSSO; POWELL-JACKSON; MAIA BARRETO et al., 2021), para avaliar possíveis associações com o desfecho (Tabela 1).

Tabela 1: Definição e fontes das variáveis independentes – Indicadores demográficos, incidência da COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde.

Variável Independente	Definição	Fonte/ano
Area geográfica	Valores das áreas territoriais dos municípios	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/2021 https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto
Densidade Demográfica	Distribuição espacial dos habitantes por quilômetro quadrado	Dados da população (IBGE)/ 2020 e 2021 disponíveis em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados
Incidência/1000 habitantes	Quantidade de casos por 1000 habitantes	Ministério da Saúde/2022. Disponível em: https://covid.saude.gov.br
Cobertura pela Atenção Básica	Cobertura populacional estimada da Atenção Básica.	Ministério da Saúde/2020. Disponível em: https://egestorab.saude.gov.br/paginas/acessoPublico/relatorios/relHistoricoCoberturaAB.xhtml
Índice Brasileiro de Privação	Indicador que informa níveis de privação material ou níveis de posição socioeconômica, no âmbito municipal.	Fundação Oswaldo Cruz/2010. Disponível em: https://cidacs.bahia.fiocruz.br/ibp/painel/
Produto Interno Bruto Per capta	Soma de todos os bens e serviços finais produzidos por cidade, dividido pela população.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/2018 https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?edicao=29720&t=destaques
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Emprego e Renda	Indica o desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros na área Emprego e Renda, com base nas estatísticas públicas oficiais. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento.	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal – ano Base 2016, disponível em: https://www.firjan.com.br/ifdm/downloads/

Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Saúde	Indica o desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros na área Saúde, com base nas estatísticas públicas oficiais. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento.	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal – ano Base 2016, disponível em: https://www.firjan.com.br/ifdm/downloads/
Taxa de Profissionais de Saúde de nível superior/mil habitantes	Número de profissionais de saúde por mil habitantes, por cidade.	Ministério da Saúde/2020 Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?idb2000/e01.def
Taxa de Mortalidade por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT)	Número de óbitos de residentes por doenças crônicas não transmissíveis (CID 10 I00-I99, C00-C97, E10-E14, J30-J98), para cada 100.000 habitantes	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2017. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
Índice de Gini	Mede o grau de concentração de renda, para este estudo, no âmbito municipal. Varia de zero a um e quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha
População Economicamente ativa.	Quantidade de pessoas com emprego no município.	Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil - IPEA / 2010. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha

Análise estatística

A regressão linear múltipla foi utilizada para avaliar o efeito das variáveis independentes na taxa de mortalidade por COVID-19 dos municípios brasileiros (variável dependente). O teste F da Análise de Variância (ANOVA) foi utilizado para avaliar a significância do modelo final, enquanto o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado) foi utilizado para avaliar a qualidade do ajuste. Os resíduos foram avaliados quanto à normalidade, variância constante e independência.

A análise estatística foi realizada por meio do Programa R®, versão 4.2.1. As variáveis de interesse foram categorizadas, com descrição dos dados por meio de frequências relativas e absolutas. Inicialmente, foi utilizado um modelo de regressão logística simples e, em seguida, foi realizada uma regressão logística múltipla para associar as variáveis independentes com o coeficiente de mortalidade por COVID-19 por município. Foi utilizado nível de significância de 5%.

Cada variável foi analisada quanto ao desfecho e avaliada sua significância dentro do modelo de regressão múltipla. As análises foram realizadas considerando os anos de 2020 e 2021 separadamente, para podermos comparar se houve mudança de cenários de um ano para

o outro.

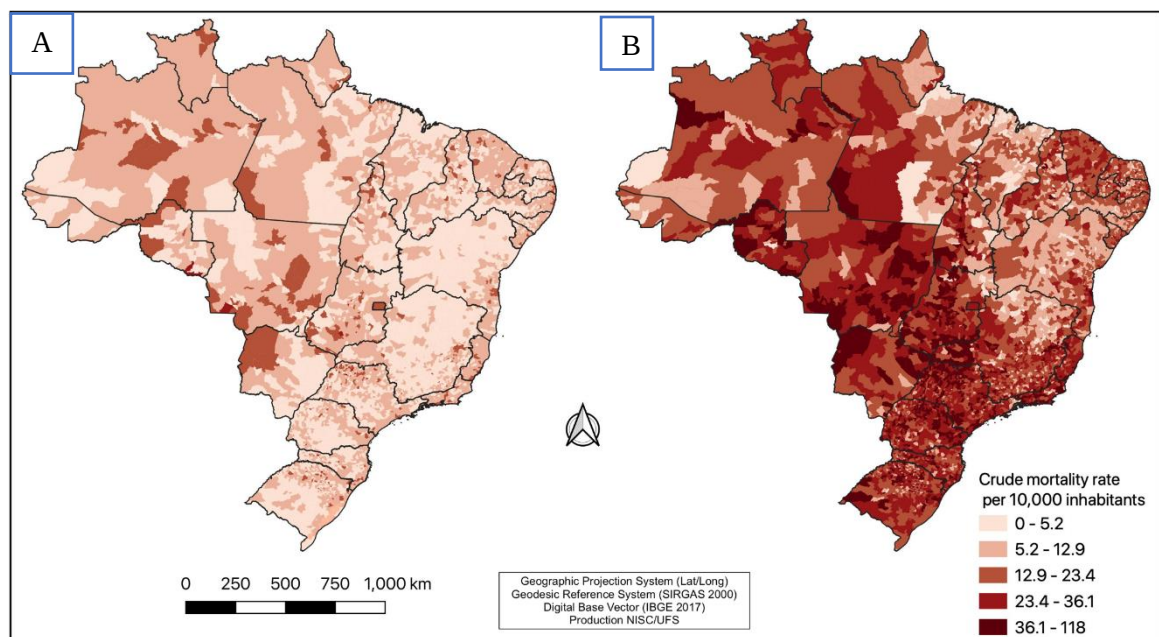
Aprovação ética

O Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe (protocolo nº 5.692.885) aprovou o estudo.

Resultados

Considerando dados do Ministério da Saúde, o Brasil teve durante os dois primeiros anos de pandemia o total de 619.056 óbitos, sendo 194.949 óbitos em 2020 e 424.107 óbitos em 2021 (BRASIL, 2023). O coeficiente de mortalidade por COVID 19 em 2020 foi de 92.06 óbitos/100.000 habitantes, enquanto em 2021, o coeficiente foi de 198.81 óbitos/100.000 habitantes.

Figura 2. Coeficientes de mortalidade por COVID 19 no Brasil. (A) Coeficiente de mortalidade bruto por 10.000 habitantes ano 2020; (B) Coeficiente de mortalidade bruto por 10.000 habitantes ano 2021.



Após o ajuste do modelo de regressão linear múltipla, a maioria das variáveis foram independentemente associadas com o aumento da mortalidade por COVID 19 em 2020 (Tabela 2). As variáveis independentes contempladas nesse modelo explicaram, aproximadamente, 25% da variação com a mortalidade por COVID 19 em 2020 ($R^2 = 0.2549$; $R^2_{ajustado}=0.2533$).

Em nosso modelo, a Taxa de Profissionais de Saúde por população, o índice de Gini e a população economicamente ativa apresentaram forte correlação negativa com a mortalidade por COVID-19 em 2020. Quanto maiores esses indicadores, menor a mortalidade. O índice Firjan (emprego e renda) apresentou correlação negativa estatisticamente insignificante com a mortalidade pela doença, enquanto o Índice de Privação brasileiro não apresentou significância estatística no modelo aplicado.

Tabela 2: Correlação entre indicadores demográficos, incidência de COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde com o coeficiente de mortalidade por COVID 19 nos municípios brasileiros no ano de 2020

Indicador	Coeficiente	Valor T	Significância
Area geográfica	1,36	9,215	< 0.001
Densidade Demográfica	1,36	9,262	< 0.001
Incidência/1000 habitantes	0,95	29,161	< 0.001
Cobertura pela Atenção Básica	0,07	2,962	0,003
Taxa de Profissionais de Saúde de nível superior/mil habitantes	-0,31	-5,267	< 0.001
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Saúde	0,51	2,329	0,020
Taxa de Mortalidade por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT)	0,001	6,057	< 0.001
Produto Interno Bruto Per capita	0,07	1,981	0,048
Índice Brasileiro de Privação (IBP)	-0,046	-1,141	0,254
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Emprego e Renda	-0,59	-2,377	0,018
Índice de Gini	-1,57	-3,305	< 0.001
População Economicamente ativa.	-0,83	-5,616	< 0.001
Multiple R-squared: 0,2549			
Adjusted R-squared: 0,2533			
Missing: 97 observations			

Quando analisamos o ano de 2021 isoladamente, o cenário se modifica. Permanecem com correlações positivas a Área Geográfica, a densidade demográfica, a incidência, Cobertura pela atenção básica, IFDM- Saúde e taxa de mortalidade por doenças crônica, porém, somente a incidência e taxa de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis tem alta significância. Área geográfica é pouco significativo e os demais indicadores não tem significância estatística.

O índice brasileiro de privação passa ser fortemente significativo em 2021, com

correlação negativa. O produto interno bruto per capita, IFDM emprego e renda e índice de Gini não apresentam significância estatística. O modelo utilizado apresentou Multiple R-squared de 0,3044 (Tabela 3).

Tabela 3: Correlação entre indicadores demográficos, incidência de COVID 19 e indicadores socioeconômicos e de saúde com o coeficiente de mortalidade por COVID 19 nos municípios brasileiros no ano de 2021.

Indicador	Coeficiente	Valor T	Significância
Area geográfica	0,15	1.977	0,048
Densidade Demográfica	0,09	1.205	0,228
Incidência/1000 habitantes	0,48	23,186	< 0.001
Cobertura pela Atenção Básica	0,01	0,168	0,867
Taxa de Profissionais de Saúde de nível superior/mil habitantes	0,01	0,289	0,772
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Saúde	0,08	0,735	0,462
Taxa de Mortalidade por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT)	0,001	8,256	< 0.001
Índice Brasileiro de Privação	-0,25	-11,721	< 0.001
Produto Interno Bruto Per capita	-0,03	-1,582	0,114
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) – Emprego e Renda	-0,08	-0,662	0,508
Índice de Gini	-0,20	-0,828	0,408
População Economicamente ativa.	0,03	0,345	0,730
Multiple R-squared: 0,3044			
Adjusted R-squared: 0,3028			
Missing: 97 observations			

Discussão

O cenário da mortalidade na pandemia de COVID 19 em relação aos indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde teve consideráveis diferenças entre os anos de 2020 e 2021. Em 2020, área geográfica e densidade demográfica tiveram forte correlação com os dados de mortalidade, com alta significância estatística. Em 2021 a correlação se torna fraca, assim como a significância para área; e se torna não significativa para a densidade.

Inicialmente, os aglomerados de óbitos no Brasil ocorreram na região das capitais de Pernambuco, Ceará e Rio de Janeiro, (CASTRO.; KIM; BARBEARIA et al., 2021) que estão entre as 20 cidades com maiores densidades demográficas do Brasil. Até 6 de maio de 2020, não havia casos de COVID-19 em mais de 80% dos municípios com menos de 10.000

habitantes no Brasil. A maior densidade demográfica promove maior interação entre as pessoas, favorecendo a proliferação de doenças infecciosas nas grandes cidades (RIBEIRO; SUNAHARA; SUTTON et al., 2020). No segundo semestre do ano, a doença se espalhou para o interior e passou a atingir locais com menor densidade demográfica e menor desenvolvimento econômico, levando à perda de significância na associação entre densidade demográfica e mortalidade por COVID-19 em 2021. Essa dispersão espacial dificulta a relação entre indicadores socioeconômicos e mortalidade pela doença no Brasil (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021; DE SOUZA; MACHADO; DO CARMO, 2020), o que se revela pelo início da doença nas cidades mais populosas e posterior disseminação para todo o país.

Embora o Brasil tenha um sistema de saúde público, gratuito e universal, foi um dos 20 países com mais de 80% do excesso de mortalidade global estimado de janeiro de 2020 a dezembro de 2021. (Organização Mundial da Saúde, 2022a) Compreender a resposta do governo federal do país à pandemia, a organização do sistema de saúde e a evolução da pandemia é crucial para explicar as altas taxas de mortalidade no país.

O governo federal brasileiro eleito em 2018 foi criticado pela falta de coordenação do sistema nacional de saúde, incentivando medicamentos para o tratamento precoce da COVID-19 sem comprovação científica, e pela demora na aquisição de vacinas. Além disso, o governo é acusado de adotar a estratégia de não conter a contaminação pela doença para alcançar a imunidade de rebanho, incentivando aglomerações e criticando as medidas de contenção, principalmente o distanciamento social, empregando a falsa dicotomia entre salvar vidas ou fazer a economia funcionar (ANDRADE; PAZ; LIMA et al., 2022; CALIL, 2021; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al. et al., 2021; HENRIQUES; VASCONCELOS, 2020). Ações e omissões do governo federal do Brasil estão implicadas na alta mortalidade por COVID-19 no país.

Cerca de 15% dos infectados com COVID-19 requerem hospitalização e 5% requerem leitos de UTI, segundo a OMS. (Organização Mundial da Saúde, 2020) Como 80% dos pacientes apresentam sintomas leves e sem complicações, um sistema de atenção primária à saúde bem estruturado e que funcione em conjunto com outros setores do sistema de saúde seria importante para uma assistência integral. (DAUMAS; SILVA; TASCA et al, 2020; GOIS-SANTOS; SANTOS; SOUZA et al., 2021; GUADALUPE MEDINA; GIOVANELLA; BOUSQUAT et al., 2020) Embora o Brasil tenha cobertura de Atenção Primária à Saúde (APS) para a maior parte da população, especialmente os mais vulneráveis, (GIOVANELLA; BOUSQUAT; SCHENKMAN et al., 2021) essa cobertura não apresentou correlação negativa

com a mortalidade por COVID-19 neste estudo. Em 2020, teve correlação positiva fraca, com significância estatística. Em 2021, perde esse significado.

Assim como outros países do mundo, o Brasil concentrou seus investimentos em atendimento hospitalar e ampliação de leitos de UTI no combate à pandemia (SOUZA; GOIS-SANTOS; CORREIA et al., 2020). Enquanto o número de leitos de UTI aumentou 23,59% de dezembro de 2019 a abril de 2020 (COTRIM JUNIOR; CABRAL 2020), o investimento ou fortalecimento da APS não aparece claramente no plano de combate à pandemia de COVID-19 do Ministério da Saúde do Brasil (SOUZA; GOIS-SANTOS; CORREIA et al., 2020). Associado à falta de coordenação do governo federal, esse cenário fragiliza a associação de indicadores que demonstram avanços no sistema de saúde (Índice Firjan de Saúde e taxa de profissionais de saúde por habitante) com resultados mais favoráveis em 2021.

A incidência e a taxa de mortalidade por DCNT são os indicadores que mantêm forte significância estatística com a mortalidade nos dois anos de pandemia. Em relação à incidência, espera-se que a disseminação, ou seja, o aumento da incidência, aumente a mortalidade da doença, mesmo com a possível subnotificação de casos (OPAS, 2020). Apesar disso, a diferente capacidade diagnóstica entre os municípios teria impacto no coeficiente de letalidade e não no coeficiente de mortalidade.

A taxa de mortalidade por DCNT apresenta elevada carga no Brasil, sendo responsável por mais de 70% dos óbitos no país. Afetam todos os estratos socioeconômicos, mas são maiores em idosos e em pessoas com baixa escolaridade e renda. As doenças crônicas não transmissíveis são um fator de risco para a gravidade da COVID-19, risco agravado pelas dificuldades impostas pela pandemia no acesso ao sistema de saúde, aumentando a mortalidade pela doença (MALTA; GOMES; BARROS et al., 2021; THE LANCET, 2020). Como a maior concentração de idosos ocorre em cidades com melhores indicadores socioeconômicos – com maior expectativa de vida – espera-se que essas cidades tenham aumento da mortalidade por COVID-19.

Ao analisar os indicadores socioeconômicos em 2020, verificamos que o Índice de Gini e o Percentual da População Economicamente Ativa tiveram alta significância e correlação negativa com a mortalidade por COVID 19. Em 2021, apenas o Índice de Privação Brasileiro teve relação significativa com a mortalidade, também com correlação negativa. Para formular hipóteses para esse cenário – cidades com melhores indicadores socioeconômicos apresentando maiores mortalidades por COVID-19 – é preciso considerar a complexidade de fatores que podem interferir na incidência e mortalidade por COVID-19. A disseminação da doença

começou em cidades com maior densidade populacional e com maior atividade econômica e posteriormente passou a atingir os municípios mais vulneráveis (ROCHA; ATUN; MASSUDA et al., 2021), contribuindo para maior mortalidade em municípios com melhores indicadores socioeconômicos.

Apesar da desarticulação do governo federal e da pressão para manter as atividades econômicas, os governos dos estados mais vulneráveis ampliaram a capacidade hospitalar e implementaram medidas de distanciamento social em seus territórios. Assim compõe o cenário em 2020: até junho, a taxa de mortalidade acelerava nos municípios mais vulneráveis; em julho, as taxas são as mesmas, e de agosto a outubro, a mortalidade é maior nos municípios menos vulneráveis. (ROCHA; ATUN; MASSUDA et al., 2021) Tomando a região nordeste do Brasil, por exemplo, uma das regiões com os piores indicadores socioeconômicos, a disseminação da COVID-19 foi bastante desigual; no entanto, os municípios com os melhores Índices de Desenvolvimento Humano tiveram uma disseminação mais rápida da doença (COSTA DE ASSIS; LOPES; LIMA FILHO et al., 2021). O ano de 2020 termina com as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil com as maiores taxas de mortalidade, seguidas pelas regiões Norte e Nordeste – as regiões com os piores índices socioeconômicos. (BRASIL, 2023)

As análises sobre a propagação da pandemia no Brasil se concentram no primeiro ano da pandemia. O ano de 2021 encerra-se com as regiões norte e nordeste do Brasil com as menores taxas de mortalidade entre as regiões do país (BRASIL, 2023), reforçando os resultados encontrados.

Este estudo apresenta limitações por utilizar dados secundários, sujeitos a erros na coleta de dados e subnotificação. Outras limitações incluem as possíveis desigualdades entre setores do território municipal, que podem ser ocultadas ao se utilizar o município como unidade de análise, e a utilização de dados coletados em 2010 – do último censo realizado e concluído no Brasil – e 2016 – ano do último índice FIRJAN produzido – que podem não refletir mudanças nesses indicadores até o período analisado.

Conclusão

As diferenças entre as correlações da mortalidade por COVID 19 e indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde nos anos de 2020 e 2021 demonstram a complexidade do cenário da pandemia no Brasil e a necessidade de estudos contínuos sobre os fatores que podem interferir na disseminação e gravidade da doença.

Nenhuma narrativa poderia isoladamente justificar a distribuição da mortalidade

no território brasileiro, de dimensões continentais e grandes disparidades demográficas e socioeconômicas.

O Brasil tem um sistema público, gratuito e universal, que estruturou importante cadeia de resposta a emergências em saúde pública. Mesmo fragilizado pela crise política e econômica pela qual passa o Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) exerceu importante papel no combate à pandemia (MASSUDA; MALIK; VECINA NETO et al., 2021). Porém, fragilidades na governança do sistema e pouco investimento na atenção primária existente mostraram-se fatores que afetaram as possibilidades do SUS.

As vulnerabilidades socioeconômicas têm um papel bem estabelecido na disseminação e gravidade da COVID 19. Porém, fatores como estrutura etária, densidade demográfica, indicadores econômicos e polarização política complexificam o cenário da pandemia no Brasil. Municípios maiores e mais populosos, com grande atividade econômica e onde os gestores implementaram medidas insuficientes para redução das desigualdades, para o distanciamento social e uso de máscaras sofreram mais intensamente os efeitos da pandemia.

Analisar a influência destes fatores persiste como uma necessidade para o setor saúde e outros setores, como forma de aprendizado para aumentar a resiliência dos sistemas de saúde frente aos desafios impostos pela pandemia de COVID 19 e suas consequências.

4 DISCUSSÃO INTEGRADA

A pesquisa desenvolve-se com três estudos que analisam a associação de indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde com a mortalidade por COVID-19 no território brasileiro. O primeiro estudo analisa a correlação da taxa de incidência e taxa de mortalidade pela doença nos 75 municípios do estado de Sergipe com indicadores de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano utilizados no Brasil, no ano de 2020; assim como com a taxa de realização de exames diagnósticos da doença por RT PCR (reação em cadeia da polimerase de transcrição reversa) realizados para COVID-19. O segundo estudo analisa a distribuição espacial da mortalidade por COVID 19 e sua associação com indicadores socioeconômicos na região nordeste do Brasil nos anos de 2020 e 2021. O terceiro analisa a relação da mortalidade pela COVID-19 com indicadores demográficos, a incidência da doença e indicadores socioeconômicos e de acesso à saúde em todo o território brasileiro, nos anos de 2020 e 2021. Conectam-se pela expansão da área de estudo, partindo da análise considerando o território de um estado, depois uma região e por fim todo o território brasileiro.

Os três estudos, cada qual com sua metodologia de análise, tanto considerando o estado de Sergipe, a região nordeste do Brasil, quanto todo os municípios do país, demonstraram que os municípios com melhores indicadores socioeconômicos e de saúde apresentaram mais óbitos pela doença.

O resultado diverge de nossa hipótese inicial de que a maior morbimortalidade dar-se-ia nos municípios mais vulneráveis, como encontrado em diversos estudos (BAMBRA; RIORDAN.; FORD et al., 2020; HAWKINS; CHARLES; MEHAFFEY, 2020; MACIEL; CASTRO-SILVA; FARIAS, 2020; MARTINS-FILHO; QUINTANS-JÚNIOR; de SOUZA ARAÚJO et al., 2021). Aprofundando a busca de literatura para elaborar hipóteses para este cenário, alguns aspectos são fundamentais a serem considerados como a característica de disseminação da doença, iniciada pela maiores cidades, com maior atividade econômica (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021); maior densidade demográfica nestas cidades – que possuem melhores indicadores socioeconômicos e de saúde, maior expectativa de vida (e consequentemente, mais idosos) (ILARDI; CHIEFFI; IAVARONE et al., 2021; BRAY; GIBSON; WHITE et al., 2020; BOOTH; REED; PONZO et al., 2021; PAROHAN; YAGHOUBI; SERAJI et al., 2020); a grande desigualdade social no país, fazendo com que grande parte da população se aglomere na periferia das grandes cidades em condições de insalubridade (MARTINS-FILHO; QUINTANS-JÚNIOR; de SOUZA ARAÚJO et al., 2021); além da crise política e econômica pela qual passa o Brasil, associada a falta de uma resposta

coordenada, eficaz e equitativa por parte do governo brasileiro no combate à pandemia (CALIL, 2021; CASTRO; KIM; BARBEARIA et al, 2021; ANDRADE; PAZ.; LIMA et al., 2022);

Seria uma falácia dizer que piores indicadores socioeconômicos e de saúde são fator protetor para mortalidade por COVID-19. Porém, é possível inferir a importância da articulação entre os entes federados brasileiros no combate aos problemas de saúde, a necessidade de medidas restritivas mais agressivas nas grandes cidades no combate a uma pandemia como a de COVID-19 e a necessidade de políticas de assistência social que deem suporte à população em momentos de restrição.

Apesar das limitações da pesquisa - como as inerentes a utilização de dados secundários, a utilização de municípios como unidades de análise e a utilização de dados baseados no último censo brasileiro, realizado em 2010 - os estudos produzidos levantam hipóteses que podem ser utilizadas para a compreensão da pandemia de COVID-19, um desafio para sistemas de saúde de todo o mundo. E traz inquietações que podem ser dirimidas em estudos futuros, suscitando novas pesquisas.

5. CONCLUSÃO

Devido à dimensão e à desigualdade existente entre os municípios no Brasil – socioeconômica, de distribuição de recursos em saúde, de composição etária, de densidade demográfica – e a um cenário político polarizado interferindo nas ações dos governos no combate à pandemia, nenhuma narrativa única é capaz de explicar a propagação do vírus no Brasil (CASTRO; KIM; BARBEARIA et al., 2021).

Nossos estudos analisaram os primeiros dois anos da pandemia. Quando analisado o Estado de Sergipe, localizado na região Nordeste do Brasil, o estudo demonstrou que, no primeiro ano da pandemia, os municípios menos vulneráveis e com maior desenvolvimento humano apresentaram mais casos e mais óbitos pela doença.

Quando analisados os municípios do Nordeste brasileiro, uma das regiões com os piores indicadores sociais, o coeficiente de mortalidade teve uma correlação negativa e significativa de indicadores de desigualdade (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – Renda, Índice de Gini e Razão de Dependência) e correlação positiva com determinantes sociais de saúde – quando utilizado um modelo com o coeficiente de correlação de Spearman e quando utilizado um modelo de análise espacial com alto poder explicativo.

Quando analisados os indicadores demográficos, socioeconômicos e de saúde de municípios de todo o Brasil, comparando o cenário do ano de 2020 com o ano de 2021, foram encontradas diferenças significantes. No ano de 2020, área geográfica e densidade demográfica tiveram forte correlação com os dados de mortalidade, com alta significância estatística. Em 2021, a correlação se torna fraca, assim como a significância para a área; e se torna não significativa para a densidade. A cobertura da atenção primária à saúde teve correlação positiva fraca com a mortalidade por COVID-19 em 2020, com significância estatística. Em 2021, perde essa significância. A taxa de profissionais de saúde por habitante teve alta significância e correlação negativa com a mortalidade em 2020, porém também não foi significativa em 2021.

Quando analisados os indicadores socioeconômicos em 2020, encontramos que o Índice de Gini e o Percentual de População Economicamente Ativa tiveram alta significância e correlação negativa com a mortalidade por COVID-19. No ano de 2021, somente o Índice Brasileiro de Privação tem relação significativa com a mortalidade, também com correlação negativa.

Na busca por formular hipóteses para esse cenário, é preciso considerar a complexidade de fatores que podem intervir na incidência e mortalidade por COVID-19. A disseminação da doença teve início pelas cidades com melhores indicadores socioeconômicos, mas rapidamente passou a atingir os municípios mais vulneráveis, sendo esse fator mais decisivo que a composição etária da população.

Mesmo assim, a falsa dicotomia entre salvar vidas ou proteger a economia provavelmente provocou uma maior exposição dos mais vulneráveis nas cidades com melhores indicadores socioeconômicos, com intensa atividade econômica e maior densidade demográfica. Não houve coordenação do sistema de saúde pelo governo federal, que mantinha um discurso contrário às necessárias medidas efetivas de contenção da pandemia – como isolamento social, uso de máscaras e até compra de vacinas –, e governadores dos Estados implementaram medidas díspares em seus territórios.

As vulnerabilidades socioeconômicas têm um papel bem estabelecido na disseminação e gravidade da COVID-19. Analisar a influência desses fatores persiste como uma necessidade para o setor da saúde e outros setores, como forma de aprendizado para aumentar a resiliência dos sistemas de saúde frente aos desafios impostos pela pandemia de COVID-19 e suas consequências.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. B.; SANTOS, A.J.R.; CRUZ, F.S.R. et al. Vulnerabilidade social no estado de Sergipe. In: MARGUTI, B. O.; COSTA, M. A.; PINTO, C. V. DA S. (Eds.). **Territórios em números: Insumos para políticas públicas a partir da análise do IDHM e do IVS de municípios e Unidades da Federação brasileira**. 1. ed. Brasília: IPEA/INCT, p. 65-109, 2017.
- ANDRADE, L. A.; GOMES, D.S.; GÓES, M.A.O et al. Surveillance of the first cases of COVID-19 in Sergipe using a prospective spatiotemporal analysis: The spatial dispersion and its public health implications. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 53, p. 1-5, 2020. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0287-2020>
- ANDRADE, L.A.; PAZ, W.S.; LIMA, A.G.C.S et al. Spatiotemporal Pattern of COVID-19 – Related Mortality during the First Year of the Pandemic in Brazil: A Population-based Study in a Region of High Social Vulnerability. **Am J Trop Med Hyg**, v. 106, n. 1, p. 132-141, 2022. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0744>
- ANSELIN L, BERA A.K. Spatial Dependence in linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics. In: ULLAH A, GILES D.E. (eds.). **Handbook of Applied Economic Statistics**. New York, p. 237- 289, 1998.
- ANSELIN L, SYABRI I, KHO Y. GeoDa: An introduction to spatial data analysis. In: ULLAH A, GILES D.E. (eds.). **Handbook of Applied Economic Statistics**. New York, p. 73- 89, 1998.
- ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association-LISA. **Geogr Anal**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 2010.
- AQUAS - CATALAN AGENCY FOR HEALTH QUALITY AND ASSESSMENT. **Coronavirus SARS-Cov-2 interactive map**. 2020. Disponível em: http://aquas.gencat.cat/.content/IntegradorServeis/mapa_covid/atlas.html. Acesso em: 12 dez 2021.
- ARAÚJO, D. C.; DOS SANTOS, A.D.; LIMA, S.V.M.A et al. Determining the association between dengue and social inequality factors in north-eastern Brazil: A spatial modelling. **Geospat Health**, v. 15, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.4081/gh.2020.854>
- ASSUNÇÃO, R. M.; BARRETO, S.M; GUERRA, H.L et al. Mapas de taxas epidemiológicas: uma abordagem Bayesiana. **Cad Saúde Pública**, v. 14, n. 4, p. 713-723, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1998000400013>
- BAMBRA, C.; RIORDAN, R.; FORD, J et al. The COVID-19 pandemic and health inequalities. **J Epidemiol Community Health**, v. 74, n. 11, p. 964-968, 2020. <http://dx.doi.org/10.1136/jech-2020-214401>
- BARROS, R. D. de; AQUINO, R.; SOUZA, L. E. P. F. Evolution of the structure and results of Primary Health Care in Brazil between 2008 and 2019. **Cien Saude Colet.**, 27(11), 4289–4301, 2022. <https://doi.org/10.1590/1413-812320222711.02272022EN>
- BERTOLOZZI, M. R.; NICHATA, L.Y.I; TAKAHASHI, R.F et al. Os conceitos de vulnerabilidade e adesão na Saúde Coletiva. **Rev Esc Enferm USP**. v. 43, spe2, p. 1326-1330, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0080-62342009000600031>

- BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. **Epidemiologia Básica**. Tradução de Juraci A. César. 2. ed. São Paulo: Santos Editora, 2010. 278p.
- BOOTH, A.; REED, A.B.; PONZO, S et al. Population risk factors for severe disease and mortality in COVID-19: A global systematic review and meta-analysis. **PloS one**. v. 16, n.3, e0247461. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247461> 2021.
- BÓGUS, L. M. M.; MAGALHÃES, L. F. A. Social and Spatial Inequalities of COVID-19 in Metropolitan Regions. **Caderno CRH**, 35, p. 1–16, 2022. <https://doi.org/10.9771/ccrh.v35i0.50271>
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Painel Coronavírus**. Brasília: MS, 2023. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 9 jul. 2023.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico Especial - Doença pelo Coronavírus COVID-19**. Brasília: SVS, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/boletins-epidemiologicos/covid-19/2020/boletim-epidemiologico-no-21-boletim-coe-coronavirus.pdf/view>. Acesso em: 30 jul. 2023.
- BRAY, I.; GIBSON, A.; WHITE, J. Coronavirus disease 2019 mortality: a multivariate ecological analysis in relation to ethnicity, population density, obesity, deprivation and pollution. **Public Health**, v. 185, p. 261-263, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.06.056>
- BREWER, L. C.; WOODS, C.; PATEL, A et al. Establishing a SARS-CoV-2 (COVID-19) Drive-Through Collection Site: A Community-Based Participatory Research Partnership with a Federally Qualified Health Center. **Am J Publ Health**, v. 111, n. 4, p. 658-662, 2021. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.306097>
- BRÜSSOW, H.; TIMMIS, K. COVID-19: long Covid and its societal consequences. **Environ Microbiol**, v. 23, n. 8, p. 4077-4091, 2021. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15634>
- CALIL, G. G. A negação da pandemia: reflexões sobre a estratégia bolsonarista. **Serv Soc Soc**, n. 140, p. 30-47, 2021. <https://doi.org/10.1590/0101-6628.236>
- CARMO, M. E. do; GUIZARDI, F. L. O conceito de vulnerabilidade e seus sentidos para as políticas públicas de saúde e assistência social. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 3, 2018. p. e00101417 <https://doi.org/10.1590/0102-311X00101417>
- CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados em saúde pública: métodos, problemas e perspectivas. **Cad. Saúde Pública**, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000200003>
- CASTRO, M. C.; KIM, S.; BARBEARIA, L et al. Spatiotemporal pattern of COVID-19 spread in Brazil. **Science**, v. 372, n. 6544, p. 821-826, 21 maio 2021. <https://doi.org/10.1126/science.abh1558>
- CAVALCANTE, J. R.; ABREU, A. de J. L. de. COVID-19 no município do Rio de Janeiro: análise espacial da ocorrência dos primeiros casos e óbitos confirmados. **Epidemiol Serviços Saúde**, v. 29, n. 3, p. e2020204, 2020. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000300007>
- CHEN, J. T.; KRIEGER, N. Revealing the unequal burden of COVID-19 by income, race/ethnicity, and household crowding: US county versus zip code analyses. **J Public Health Management Practice**, v. 27, p. S46-S56, 2021. <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000001263>

CIFUENTES, M. P.; RODRIGUEZ-VILLAMIZAR, L. A., ROJAS-BOTERO, M. L et al. Socioeconomic inequalities associated with mortality for COVID-19 in Colombia: A cohort nationwide study. **J Epidemiol Community Health**, v. 75, n. 7, p. 610-615, 2021. <https://doi.org/10.1136/jech-2020-216275>

COELHO, F. C.; LANA, R.M; CRUZ, O.G et al. Assessing the spread of COVID-19 in Brazil: Mobility, morbidity and social vulnerability. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9, p. e0238214 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238214>

COHEN, P.; BLAU, J. **COVID-19: Outpatient evaluation and management in adults**. 2021. Disponível em: <https://www.uptodate.com/contents/covid-19-outpatient-evaluation-and-management-in-adults>. Acesso em: 5 ago. 2022.

COSTA, M.I.F da; VIANA, T.R.F.; PINHEIRO, P.N.C et al. Social determinants of health and vulnerabilities to sexually transmitted infections in adolescents. **Rev Bras de Enferm**, v. 72, n. 6, p. 1595-1601, 2019. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0726>

COSTA DE ASSIS, S. J.; LOPES, J.M.; LIMA FILHO, B.F et al. Dissemination of COVID-19 in inland cities of Northeastern Brazil. **PLoS ONE**, v. 16, n. 7, e0253171 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253171>

COTRIM JUNIOR, D. F.; CABRAL, L. M. da S. Crescimento dos leitos de uti no país durante a pandemia de covid-19: Desigualdades entre o público x privado e iniquidades regionais. **Physis**, Instituto de Medicina Social da UERJ, 2020. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312020300317>

DA SILVA C.F.A.; SILVA M.C.; DOS SANTOS A.M et al. Spatial analysis of socio-economic factors and their relationship with the cases of COVID-19 in Pernambuco, Brazil. **Trop Med Int Health**. v. 27, n. 4, p. 397–407, 2022. <https://doi.org/10.1111/tmi.13731>

DAUMAS, R. P.; SILVA, G. A. E.; TASCA, R et al. The role of primary care in the Brazilian healthcare system: Limits and possibilities for fighting COVID-19. **Cad Saúde Pública**, v. 36, n. 6, e00104120 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00104120>

DE SOUZA, C. D. F; MACHADO, M. F.; DO CARMO, R. F. Human development, social vulnerability and COVID-19 in Brazil: A study of the social determinants of health. **Infect Dis Poverty**, v.9, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00743-x>

FALLAH-ALIABADI, S; FATEMI, F.; HEYDARI, A. et al. Social vulnerability indicators in pandemics focusing on COVID-19: A systematic literature review. **Public Health Nurs**, v. 39, n. 5, p. 1142–1155. <https://doi.org/10.1111/phn.13075>

FERNANDEZ, M.; PINTO, H. A. Estratégia intergovernamental de atuação dos estados brasileiros: o Consórcio Nordeste e as políticas de saúde no enfrentamento à Covid-19. **Revista Saúde em Redes**, v. 6, n. 2, p. 7-21, 2020. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2020v6n2p7-21>

FIGUEIREDO, A. M. de; FIGUEIREDO, D. C. M. M. de; GOMES, L. B; MASSUDA, A; GIL-GARCÍA, E.; VIANNA, R. P. T; DAPONTE, A. Social determinants of health and COVID-19 infection in Brazil: an analysis of the pandemic. **Rev Bras Enferm**, n. 73, e20200673, 2020. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0673>

FONSECA, E. M. da; NATTRASS, N., LAZARO, L. L. B. et al. Political discourse, denialism and leadership failure in Brazil's response to COVID-19. **Glob Public Health**, v. 16, n. 8-9, p. 1251-

1266, 2021. <https://doi.org/10.1080/17441692.2021.1945123>

GIOVANELLA, L.; BOUSQUAT A.; SCHENKMAN S. et al. The family health strategy coverage in brazil: What reveal the 2013 and 2019 national health surveys. **Cien Saúde Colet**, v. 26, p. 2543-2556, 2021. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021266.1.43952020>

GOIS-SANTOS, V. T. de; SANTOS, V.S; SOUZA, C.D.F. de et al. Primary health care in brasil in the times of COVID-19: Changes, challenges and perspectives. **Rev Assoc Med Bras**, v. 66, n. 7, p. 876-879, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.66.7.876>

GRANJA, G. F.; ZOBOLI, E. L. C. P.; FRACOLLI, L. A. O discurso dos gestores sobre a equidade: um desafio para o SUS. **Cien Saúde Colet**, v. 18, n. 12, p. 3759-3764, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013001200032>

GUADALUPE MEDINA, M.; GIOVANELLA, L.; BOUSQUAT, A. et al. Primary healthcare in times of COVID-19: what to do? **Cad Saúde Pública**, v. 36, n. 8, e00149720 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00149720>

HALLAL, P. C.; HORTA, B.L; BARROS, A.J.D. et al. Evolução da prevalência de infecção por COVID-19 no Rio Grande do Sul, Brasil: inquéritos sorológicos seriados. **Ciêñ Saúde Coletiva**, v. 25, n. Sup.1, p. 2395-2402, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020256.1.09632020>

HALLAL, P. C.; HARTWIG, F.P; HORTA, B.L. et al. SARS-CoV-2 antibody prevalence in Brazil: results from two successive nationwide serological household surveys. **The Lancet**, v. 8, n. 11, p. e1390-e1398, 2020. [https://doi.org/10.1016/S2212-109X\(20\)30387-9](https://doi.org/10.1016/S2212-109X(20)30387-9) .

HAWKINS, R. B.; CHARLES, E. J.; MEHAFFEY, J. H. Socio-economic status and COVID-19 related cases and fatalities. **Public Health**, v. 189, p. 129-134, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.09.016>

HENRIQUES, C. M. P.; VASCONCELOS, W. Crises dentro da crise: Respostas, incertezas e desencontros no combate a pandemia da Covid-19 no Brasil. **Estud Av**, v. 34, n. 99, p. 25-44, 2020. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3499.003>

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetrolopes.net.br/wp-content/uploads/2022/12/sintese-indicadores-sociais-ibge-2022.pdf> Acesso em: 28 jul 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acesso em: 28 jul 2023.

ICNARC - INTENSIVE CARE NATIONAL AUDIT AND RESEARCH CENTRE. **Report on COVID-19 in critical care 17 April 2020**. London: ICNARC, 2020. Disponível em: <https://www.icnarc.org/DataServices/Attachments/Download/d55b170d-b784-ea11-9125-00505601089b> . Acesso em 28 jul 2023.

ILARDI A.; CHIEFFI S.; IAVARONE A et al. SARS-CoV-2 in Italy: Population Density Correlates with Morbidity and Mortality. **Jpn J Inf Dis**. v. 74, n. 1, p. 61–64, 2021. <https://doi.org/https://doi.org/10.7883/yoken.JJID.2020.200>

IPEA -INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Atlas da Vulnerabilidade Social**

- dos Municípios Brasileiros.** Brasília: IPEA, 2015. v. 53. Disponível em: http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/Ivs/publicacao_atlas_ivs.pdf . Acesso em: 28 jul 2023.
- ISLAM, S. M. D. U.; BODRUD-DOZA, M.; KHAN, R. M. et al. Exploring COVID-19 stress and its factors in Bangladesh: A perception-based study. **Heliyon**, v. 6, n. 7, e04399 2020. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04399>
- KAMEDA, K.; BARBEITAS, M.M.; CAETANO, R. et al. Testing COVID-19 in Brazil: Fragmented efforts and challenges to expand diagnostic capacity at the Brazilian Unified National Health System. **Cad Saúde Pública**, v. 37, n. 3, e00277420, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00277420>
- KHAZANCHI, R; BEITER, E. R.; GONDI, S. et al. County-Level Association of Social Vulnerability with COVID-19 Cases and Deaths in the USA. **J Gen Intern Med**, v. 35, n. 9, p. 2784–2787, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11606-020-05882-3>
- KATHE, N. J.; WANI, R. J. Determinants of covid-19 case fatality rate in the united states: Spatial analysis over one year of the pandemic. **J Health Econ Outcomes Res**, v. 8, n. 1, p. 51-62, 2021. <https://doi.org/10.36469/jheor.2021.22978>
- KIM, S. J.; BOSTWICK, W. Social Vulnerability and Racial Inequality in COVID-19 Deaths in Chicago. **Health Educ Behav**, v. 47, n. 4, p. 509-513, 2020. <https://doi.org/10.1177/1090198120929677>
- KIRBY, R. S.; DELMELLE, E.; EBERTH, J. M. Advances in spatial epidemiology and geographic information systems. **Ann Epidemiol**, v. 27, n1, p. 1–9, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2016.12.001>
- LU, F. S.; NGUYEN A.T.; LINK N.B. et al. Estimating the cumulative incidence of COVID-19 in the United States using influenza surveillance, virologic testing, and mortality data: Four complementary approaches. **PLoS Comput Biol**, v. 17, n. 6, e1008994. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008994>
- MACIEL, J. A. C.; CASTRO-SILVA, I. I.; FARIAS, M. R. de. Initial analysis of the spatial correlation between the incidence of covid-19 and human development in the municipalities of the state of Ceará in Brazil. **Rev Bras Epidemiol**, v. 23, e200057, 2020. <https://doi.org/10.1590/1980-549720200057>
- MALTA, D.C; GOMES, C.S.; BARROS, M.B.A. et al. Noncommunicable diseases and changes in lifestyles during the covid-19 pandemic in brazil. **Rev Bras Epidemiol**, v. 24, e210009, 2021. <https://doi.org/10.1590/1980-549720210009>
- MANDA, S. O. M.; DARIKWA T.; NKWENIKA, T. et al. A spatial analysis of COVID-19 in african countries: Evaluating the effects of socio-economic vulnerabilities and neighbouring. **International J Environ Res Public Health**, v. 18, n. 20, 10783, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010783>
- MARTINS-FILHO, P. R.; QUINTANS-JÚNIOR L.J.; de SOUZA ARAÚJO A.A et al. Socio-economic inequalities and COVID-19 incidence and mortality in Brazilian children: a nationwide register-based study. **Public Health**, v. 190, p. 4-6, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.11.005>
- MASSUDA, A.; MALIK, A.M.; VECINA NETO, G. et al. A resiliência do Sistema Único de Saúde frente à COVID-19. **Cad EBAPE.BR**, v. 19, n. esp., p. 735-744, nov. 2021. <https://doi.org/10.1590/1679-395120200185>

MELLO, L. A.; TONINI, T.; SOUSA DA SILVA, A. et al. Evaluation of Primary Health Care Units in the Rio De Janeiro City According to the Results of PMAQ 2012. **The Journal of ambulatory care management**, v. 40, Suppl 2, p. S71–S82, 2017. <https://doi.org/10.1097/JAC.0000000000000188>

MENA, G. E.; MARTINEZ P.P.; MAHMUD A.S. et al. Socioeconomic status determines COVID-19 incidence and related mortality in Santiago, Chile. **Science**, v. 372, n. 6545, eabg5298, 2021. <https://doi.org/10.1126/science.abg5298>

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to linear regression analysis**. 4. ed. New York: Wiley Intersciences, 2006. v. 1.

MORAN P.A.P. Notes on Continuous Stochastic Phenomena. **Biometrika**. v. 37, n. 1, p. 17-23, 1950. <https://doi.org/10.2307/2332142>.

OLADIPO, E. K.; AJAYI A.F.; ODEYEMI A.N. et al. Laboratory diagnosis of COVID-19 in Africa: availability, challenges and implications. **Drug Discoveries & Therapeutics**, v. 14, n. 4, p. 153-160, 2020. <https://doi.org/10.5582/ddt.2020.03067>

OLIVEIRA, W. K de.; DUARTE, E.; FRANÇA, G.V.A. de et al. Como o Brasil pode deter a COVID-19. **Epidemiol Serv Saúde**, v. 29, n. 2, e2020044, 2020. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000200023>

OPAS - ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE. **Como estimar a mortalidade pela doença do novo coronavírus (COVID-19)**. Informe científico. 4 de agosto de 2020. Pulmonology. Brasília: Elsevier Espana S.L.U, 2020. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52650>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, L.; PÉREZ-SASTRÉ, M. A. Social inequalities in the progression of COVID-19 in the Mexican population. **Rev Panam Salud Publica**, v. 44, e106, 2020. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.106>

PADOVEZE, M.C.; JUSKEVICIUS, L.F.; SANTOS, T.R., et al. The concept of vulnerability applied to Healthcare-associated Infections. **Rev Bras Enferm**. v. 72, n. 1, p. 299–303, 2019. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-05824>

PALAMIM, C. V. C.; BOSCHIERO, M.N.; VALENCISE, F.E et al. Human Development Index Is Associated with COVID-19 Case Fatality Rate in Brazil: An Ecological Study. **Int J Environ Res Public Health**, v. 19, n. 9, 5306, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095306>

PAROHAN, M.; YAGHOUBI, S.; SERAJI, A. et al. Risk factors for mortality in patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19) infection: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **Aging Male**, v.23, n. 5, p. 1416-1424, 2020. <https://doi.org/10.1080/13685538.2020.1774748>

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: PNUD Ipea, 2013. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2375/1/Livro_O%20%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano%20Municipal%20Brasileiro.pdf. Acesso em 29 jul 2023.

POCHMANN, M.; CAETANO, L. C. da S. Concentração espacial da produção e desigualdades sociais. **Rev Bras Estud Urbanos Reg**, v. 22, e202004, 2020. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202004>

- PROGRAMA SAÚDE DA FAMÍLIA. **Rev. Saúde Pública**, v. 34, n. 3, p. 316-319, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102000000300018>
- RAYMUNDO, C.E.; OLIVEIRA, M.C.; ELEUTERIO, T.A. et al. Spatial analysis of COVID-19 incidence and the sociodemographic context in Brazil. **PLoS ONE**, v. 16, n. 3, e0247794, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247794>
- RIBEIRO, C. J. N.; DOS SANTOS, A. D.; LIMA, S. V. M. A. et al. Space-time risk cluster of visceral leishmaniasis in brazilian endemic region with high social vulnerability: An ecological time series study. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 15, n. 1, e0009006, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009006>
- RIBEIRO, H. V.; SUNAHARA A.S.; SUTTON, J. et al. City size and the spreading of COVID-19 in Brazil. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9, e0239699, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239699>
- ROCHA, R.; ATUN, R; MASSUDA, A. et al. Effect of socioeconomic inequalities and vulnerabilities on health-system preparedness and response to COVID-19 in Brazil: a comprehensive analysis. **The Lancet**, v. 9, n. 6, p. e782-e792, 2021. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(21)00081-4)
- ROS, F.; KUSH, R.; FRIEDMAN, C. et al. Addressing the COVID-19 pandemic and future public health challenges through global collaboration and a data-driven systems approach. **Learn Health Syst**, v. 5, n. 1, e10253, 2021. <https://doi.org/10.1002/lrh2.10253>
- RUSSO, L. X.; POWELL-JACKSON, T.; MAIA BARRETO, J. O. et al. Pay for performance in primary care: The contribution of the Programme for Improving Access and Quality of Primary Care (PMAQ) on avoidable hospitalisations in Brazil, 2009-2018. **BMJ Glob Health**, v. 6, n. 7, e005429, 2021. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-005429>
- SERGIPE. Secretaria de Estado da Saúde. **Governo de Sergipe confirma primeiro caso de coronavírus**. 2020. Disponível em: <https://www.saude.se.gov.br/governo-de-sergipe-confirma-primeiro-caso-de-coronavirus/>. Acesso em: 29 jul 2023.
- SERGIPE. Secretaria de Estado da Saúde. **342º Informe Epidemiológico 14 de março de 2021**. 2021. Disponível em: <https://todoscontraocorona.net.br/boletim-covid-19-14-03-2021/>. Acesso em: 5 ago. 2022.
- SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**. v.52, n. 3/4, p. 591-611, 1965. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- SKABA, D.A.; CARVALHO, M.S.; BARCELLOS, C. et al. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. **Cad Saúde Pública**. v. 20, n. 6, p. 1753–6, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000600037>
- SOUZA, C. D. F. de; GOIS-SANTOS, V.T; CORREIA, D.S de et al. The need to strengthen Primary Health Care in Brazil in the context of the COVID-19 pandemic. **Braz Oral Res**, v. 34, e047, 2020. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0047>
- SOUZA, C. D. F. de; MACHADO, M. F.; CARMO, R. F. do. Human development, social vulnerability and COVID-19 in Brazil: A study of the social determinants of health. **Infect Dis Poverty**, v. 9, n. 1, 124, 2020. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00743-x>
- STARFIELD, B. **Primary Care: Balancing Health Needs, Services, and Technology**. 2. Ed. New

York: Oxford University Press; 1992. 448p.

THE LANCET. COVID-19: a new lens for non-communicable diseases. **Lancet**, v. 396, n. 10252, p. 649, 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31856-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31856-0)

VIEIRA, S. (org.). **Bioestatística - Tópicos Avançados**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 278p.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Oxygen sources and distribution for COVID-19 treatment centres Interim guidance 4 April 2020 Background**. Genebra: WHO, 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331746>. Acesso em: 2 ago. 2022.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Weekly epidemiological update on COVID-19 - 3 August 2022**. Genebra: WHO, 2022a. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---3-august-2022>. Acesso em: 4 ago. 2022.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global excess deaths associated with COVID-19, January 2020 - December 2021**. Genebra: WHO, 2022b. Disponível em: <https://www.who.int/data/stories/global-excess-deaths-associated-with-covid-19-january-2020-december-2021>. Acesso em: 1º ago. 2022.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Coronavirus disease (COVID-19) Weekly Epidemiological Updates and Monthly Operational Updates**. Genebra: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>. Acesso em: 30 jul 2023

XIMENES, R. A. A.; ALBUQUERQUE, M. F. P. M.; MARTELLI, C. M. T. et al. COVID-19 in the Northeast of Brazil: From lockdown to the relaxation of social distancing measures. **Ciêñ Saúde Colet**, v. 26, n. 4, p. 1441-1456, 2021. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021264.39422020>

YOU, H.; WU, X.; GUO, X. Distribution of covid-19 morbidity rate in association with social and economic factors in Wuhan, China: Implications for urban development. **Internat J Environ Res Public Health**, v. 17, n. 10, 3417, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103417>

ZANGENEH, M.; MORADI, N.; ZAREI, L. et al. COVID-19: The challenge of disadvantaged groups and their access to care. **Archives of Iranian Medicine**, v. 23, n. 9, p. 647-648, 2020. <https://doi.org/10.34172/aim.2020.79>

APÊNDICE A: Artigos publicados e submetidos

Em conformidade com a INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 02/2018/PPGCS, seguem as *front pages* dos artigos oriundos da tese publicados, oriundos; e as normas de publicação e comprovante de submissão do artigo submetido.

- a) Cavalcante Filho, J.B., Meneses de Oliveira, R., Dasaev Oliveira Chagas, R., de Oliveira Góes, M. A., da Silva Peixoto, M. V., & Prado Nunes, M. A. (2022). A Pandemia de COVID-19 e Iniquidades em Saúde no Estado de Sergipe: 10.15343/0104-7809.202246301310. *O Mundo Da Saúde*, 46, 301–310.
- b) Cavalcante Filho, J. B., Góes, M. A. de O., Araújo, D. da C., Peixoto, M. V. da S., & Nunes, M. A. P. (2023). Association of socioeconomic indicators with COVID-19 mortality in Brazil: a population-based ecological study. *Geospatial Health*, 18(2). <https://doi.org/10.4081/gh.2023.1206>
- c) Cavalcante Filho, Joao Batista and Góes, Marco Aurélio Oliveira and Peixoto, Marcus Valerius da Silva and Nunes, Marco Antônio Prado, Social Inequality and Mortality From COVID-19 in Brazil: An Ecological Study. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4462389> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4462389>

The COVID-19 Pandemic and Health Inequities in the State of Sergipe

João Batista Cavalcante Filho¹



Roberto Meneses de Oliveira²



Rynat Dasaev Oliveira Chagas²



Marco Aurélio de Oliveira Góes²



Marcus Valerius da Silva Peixoto²



Marco Antônio Prado Nunes¹



301

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Universidade Federal de Sergipe - UFS. Aracaju/SE, Brasil.

²Universidade Federal de Sergipe - UFS. Aracaju/SE, Brasil.

E-mail: joao.cavalcante@academico.ufs.br

Abstract

This study analyzes the association of incidence and mortality rates by COVID-19 in the municipalities of the state of Sergipe, Brazil with indicators of social vulnerability and human development used in the country, as well as with the rate of RT-PCR exams for the diagnosis of the disease performed by each municipality. This is an ecological study of COVID-19 cases and deaths accumulated from March 2020 to March 2021, which occurred in the State of Sergipe by municipality; and its correlation with the Social Vulnerability Index (SVI), Municipal Human Development Index (MHDI), and number of RT-PCR tests performed to diagnose the disease, using Spearman's correlation (ρ). Contrary to our hypotheses and the scientific literature, municipalities with higher rates of social vulnerability and lower human development had fewer cases of the disease and deaths per inhabitant, while testing less for the diagnosis of COVID-19. The study points to inequity as a factor to be overcome in the face of the pandemic, as it impairs a proper diagnosis of the scenario closer to reality, compromising the planning and implementation of collective health measures.

Keywords: COVID-19. Health Inequity. RT-PCR test for COVID-19.

INTRODUCTION

Since the characterization of COVID-19 as a pandemic on March 11, 2020 by the World Health Organization, health systems around the world have been facing the greatest challenge of our generation, which will unprecedentedly affect the quality of life of people of all nations¹.

The first diagnosed case of COVID-19 in South America was registered in Brazil on February 26, 2020, in the city of São Paulo². In Sergipe, the smallest state in the Brazilian federation, the first case was diagnosed on March 14, 2020³.

According to the Epidemiological Report published on March 31, 2021 ([https://todoscontra-](https://todoscontra-ocorona.net.br/boletim-covid-19-31-03-2021/)

[ocorona.net.br/boletim-covid-19-31-03-2021/](https://todoscontra-ocorona.net.br/boletim-covid-19-31-03-2021/)), the panorama of the disease in Sergipe had 174,600 cases of the disease and 3,501 subsequent deaths.

Studies show that the COVID-19 pandemic, like other pandemics, disproportionately affected the most vulnerable population in different parts of the world, whether due to economic, geographic, and cultural difficulties in accessing health services, or even issues related to prejudice⁴⁻⁶.

Brazil is a country with high regional inequalities. The 134 municipalities with the lowest Human Development Indexes (HDI) are located in

DOI: 10.15343/0104-7809.202246301310

Association of socioeconomic indicators with COVID-19 mortality in Brazil: a population-based ecological study

João Batista Cavalcante Filho,¹ Marco Aurélio de Oliveira Góes,² Damião da Conceição Araújo,² Marcus Valerius da Silva Peixoto,³ Marco Antônio Prado Nunes¹

¹Health Sciences Graduate Program, Federal University of Sergipe; ²Graduate Nursing Program, Federal University of Sergipe; ³Speech Therapy and Audiology Department, Federal University of Sergipe, Brazil

Abstract

The article presents an analysis of the spatial distribution of mortality from COVID-19 and its association with socioeconomic indicators in the north-eastern region of Brazil - an area particularly vulnerable with regard to these indicators. This population-based ecology study was carried out at the municipal level in the years 2020 and 2021, with analyses performed by spatial autocorrelation, multiple linear regression and spatial autoregressive models. The results showed that mortality from COVID-19 in this part of Brazil was higher in the most populous cities with better socioeconomic indicators. Factors such as the onset of the COVID-19 pandemic in large cities, the agglomerations existing within them, the pressure to maintain economic activities and mistakes in the management of the pandemic by the Brazilian federal

Government were part of the complex scenario related to the spread of COVID-19 in the country and this study was undertaken in an attempt to understand this situation. Analysing the different scenarios is essential to face the challenges posed by the pandemic to the world's health systems.

Introduction

On March 11, 2020, the World Health Organization (WHO) characterized the disease coronavirus 19 (COVID-19), caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), as a pandemic (WHO, 2022a). This declaration marked the beginning of the world's largest public health crisis of modern times (Hawkins *et al.*, 2020), with significant social and economic impacts that require ongoing monitoring and study (Andrade *et al.*, 2020). Social inequalities related to access to housing, employment, education, basic sanitation and health care continue to play a role in mortality and disease burdens, especially in regions with significant economic disparities (Bambra *et al.*, 2020; Castro *et al.*, 2021; Hawkins *et al.*, 2020; Kim & Bostwick, 2020). As of March 21, 2023, there were approximately 761 million confirmed cases of COVID-19 in the world, which resulted in approximately 6.9 million deaths (WHO, 2022b). The disease had already killed more than 700,000 people in Brazil by the end of March, with around 37,000 ongoing cases (Brazil Ministry of Health, 2022).

Several studies have sought to spatially relate COVID-19 and its effects with socioeconomic indicators, aiming at a better understanding of the behavior of the pandemic in different territories and scenarios, associating these indicators with the increase or decrease in morbidity due to the disease (Kathe & Wani, 2021; Manda *et al.*, 2021; You *et al.*, 2020). Spatial analysis has become an important tool to analyze disease dissemination patterns, magnitude, and space-time clusters (Cavalcante & Abreu, 2020; Hallal *et al.*, 2020), contributing with predictions, response strategies and assessments of the control measures implemented by public policies.

A spatial regression analysis conducted in China revealed the impacts of socioeconomic factors related to urban development on the spread of COVID-19. Demographic density and a high proportion of elderly people were associated with increased morbidity from COVID-19, while gross domestic product (GDP) and hospital density were associated with lower morbidity (You *et al.*, 2020). In the United States, socioeconomic, epidemiological, and political factors have been identified as driving geographic differences in the impact of COVID-19. Higher proportions of Hispanics and African Americans, greater income inequality and a higher incidence and prevalence of chronic diseases were associated with

Correspondence: João Batista Cavalcante Filho, Health Science Postgraduation Program, Federal University of Sergipe, Rua Claudio Batista s/n, Hospital Universitário, Bairro Sanatório, 49060-100 Aracaju, Sergipe, Brazil
Tel.: +55.799.98020505 - Fax: +55.7931947203
E-mail: joao.cavalcante@academico.ufs.br

Key words: COVID-19; mortality; social vulnerability; spatial analysis; Brazil.

Conflict of interest: the authors declare no potential conflict of interest, and all authors confirm accuracy.

Availability of data and materials: all data generated or analyzed during this study are included in this published article.

Received: 18 April 2023.

Accepted: 1 July 2023.

©Copyright: the Author(s), 2023
Licensee PAGEPress, Italy
Geospatial Health 2023; 18:1206
doi:10.4081/gh.2023.1206

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

Publisher's note: all claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article or claim that may be made by its manufacturer is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Social inequality and mortality from COVID-19 in Brazil: an ecological study

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	HELIYON-D-23-24621
Article Type:	Original Research Article
Section/Category:	Social Sciences
Keywords:	covid-19; mortality; social vulnerability; Regression Analysis
Manuscript Classifications:	10.130: Statistics; 130.100: Public Health; 130.100.130: Epidemiology; 140.160.160: Poverty; 130.100.180: Community Health; 130.100.230: Healthcare System
Corresponding Author:	Joao Batista Cavalcante Filho, MD Postgraduate Program in Health Science, Federal Univesity of Sergipe Aracaju, Sergipe BRAZIL
First Author:	Joao Batista Cavalcante Filho, MD
Order of Authors:	Joao Batista Cavalcante Filho, MD Marco Aurélio Oliveira Góes, PhD Marcus Valerius da Silva Peixoto, PhD Marco Antonio Prado Nunes, PhD
Abstract:	Background: Research on the COVID-19 pandemic has shown that poor socioeconomic conditions are linked to higher mortality rates from the disease. However, some studies have identified factors such as population density and the absence of policies restricting movement as important to mortality rates. Objective: The aim of this study is to analyze the relationship between COVID-19 mortality rates and demographic indicators, disease incidence, and social determinants of health in Brazil, comparing the years 2020 and 2021. Method: We conducted a population-based ecological study using cities in Brazil as units of analysis. We employed multiple linear regression and evaluated our results based on the theoretical model built for this purpose. Results: Our regression identified changes in the association between variables and COVID-19 mortality rates in the first two years of the pandemic in Brazil. Some socioeconomic indicators lost statistical significance in the second year of the pandemic. Conclusion: The disease initially spread in Brazil's most populous cities, with the highest population density, economic activity, and strongest socioeconomic indicators. Despite the disease's spread across the country, mortality rates from COVID-19 have not decreased in large cities, complicating the pandemic situation in Brazil.
Suggested Reviewers:	Ricardo Sousa Soares, PhD Professor, Paraiba Federal University Health Sciences Center ricardosousasoares@gmail.com Production in epidemiology, statistics and primary health care. Luciano Bezerra Gomes, PhD Professor, Paraiba Federal University Health Sciences Center lucianobgomes@gmail.com Production in epidemiology, statistics and primary health care. Adriano Massuda, PhD Professor, Getulio Vargas Foundation adriano.massuda@fgv.br Production on the Brazilian Health System João Andre Santos Oliveira, PhD Professor, Federal University of Bahia joaoasoliveira1980@gmail.com Production on the Brazilian Health System and Primary Health Care.

	Marco Tulio Aguiar Mourão Ribeiro, PhD Professor, Federal University of Ceara marcotulioimfc@gmail.com Production on the Brazilian Health System and Primary Health Care.
	Felipe Proença Oliveira, PhD Professor, Ministry of Health felipe.proenco@saude.gov.br Production on the Brazilian Health System and Primary Health Care
	Heider Aurélio Pinto, PhD Professor, Federal University of Bahia heiderpinto.saude@gmail.com Production on the Brazilian Health System and Primary Health Care
	Tulio Batista Franco, PhD Professor, Federal Fluminense University tuliofranco@gmail.com Production on Brazilian Public Health
Opposed Reviewers:	



Guide for authors

Flexibility

We provide our authors flexibility in formatting their manuscripts. Your article doesn't have to conform to a strict structure. While all manuscripts require essential elements, we do not impose any limit on article length or the number of tables and figures. *Heliyon* is a daily publication and publishes 1 volume and 12 issues each year.

Submission checklist

- All manuscript and supplementary material files have been uploaded.
- Author names and their affiliations have been provided.
- One author has been designated as corresponding author.
- The manuscript title is short and informative.
- The abstract can be read as stand-alone text and does not exceed 300 words.
- The manuscript file contains all essential sections (the order can vary): Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References, Figure Captions, Tables.
- For Case Reports / Case Series, please see our guidance [here](#).
- For systematic reviews and meta-analyses, please see our guidance [here](#)
- Manuscript has been checked for spelling and grammar.
- All references mentioned in the References list are cited in the text, and vice versa.
- Artwork source files have been provided at the appropriate size and resolution.
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources including the Web. You can refer to [Elsevier's Permissions Guidelines](#) for more information. Relevant subject areas have been selected and keywords describing the article have been provided.
- All necessary declarations have been made.

Open access and publication fees

Heliyon is a fully [open access](#) journal. Once published, your article will be immediately and permanently available for readers to read, download, and share. Readers will be able to access your article freely on both Heliyon.com and ScienceDirect.

For more information on the available publishing licenses, copyright and article publishing charges (\$2,100 USD plus VAT and local taxes where applicable), please consult our dedicated [open access](#) page.

General notes

Article types

Our scope is inclusive; *Heliyon* publishes articles covering any research discipline. We welcome the submission of manuscripts that report original results of primary research (positive or negative), describe new methods or other research tools, describe new datasets, report new cases, or analyze existing data and report novel insights in form of a systematic or scoping review. In addition, we publish a selected number of literature reviews. We do not accept pre-submission enquiries, or any type of opinion style piece. For a brief description of our article types, please review [this page](#).

Language

Please note that manuscripts with inadequate language quality will not be accepted in the journal. Your submission must be free of language phrasing, syntax, grammatical and typographical errors. Authors who require assistance in writing manuscripts in proficient English language are strongly encouraged to avail professional editing services,

Table of contents

[Flexibility](#)[Submission checklist](#)[Open access and publication fees](#)[General notes](#)[Cover letter](#)[Manuscript organization](#)[Artwork](#)[Supplementary material](#)[Data accessibility](#)[Reporting sex- and gender-based analyses \(SGBA\)](#)[Data in Brief](#)[Editorial procedures](#)[Double anonymized review](#)[Ethics and editorial Policies](#)[Content innovation](#)[Heliyon First Look](#)

such as Elsevier's English language editing services ([Language Editing Services - Manuscript Editing - Webshop | Elsevier](#)). All manuscripts edited with Elsevier's Language Editing services are accompanied by a certificate that may be submitted to the journal as proof for language editing. Poor language may lead to rejection of your manuscript during initial editorial evaluation or at the review/revision stages. To ensure smooth processing of your manuscript from submission through publication, authors must ensure that their submission meets the required language standards for scientific reporting.

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid.

When describing relevant and valid racial and ethnic identities, please capitalize those identities (e.g. African-American, Asian, Black, Caucasian, Latin, White etc.) and use these as adjectives (i.e. Black scientists, Latin clinicians) and not as nouns (i.e. Asians).

These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Webshop author services

If you are in need of professional language editing, translation and/ or scientific illustration services we recommend the Elsevier [Webshop Author Services](#).

Cover letter

A covering letter is not mandatory, as we request all essential information at submission. However, you are welcome to provide a cover letter containing any additional information that you would like us to be aware of, such as information on suggested or excluded editors and referees.

Manuscript organization

Except for protocols, we do not have strict formatting requirements, but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey the content in clearly defined sections: Title, Abstract, Introduction, Materials and methods, Results, Discussion and/or Conclusions, Figures and Tables with captions, and any Supplementary material required. For article templates for certain article types please see the format provided on our [article type page](#).

If your article includes any video, audio or other metadata files, you should include these in your initial submission for peer review purposes. The text should be in single-column format and the layout of the text should be as simple as possible. Please note that the size of each individual submission file must not exceed 150MB; and the collective size of all submitted files must not exceed 700 MB.

Text

Please provide your manuscript in an editable format; any common word processing software is acceptable. If you use LaTeX, we recommend the [Elsevier article class](#) to prepare your manuscript, and [BibTeX](#) to generate your bibliography. For detailed submission instructions, templates and other information on LaTeX, please refer to [Elsevier's LaTeX instructions](#). If you use LaTeX, please supply a PDF version of your manuscript in addition.

Title

Please provide a title that is concise and informative; ideally it should contain no more than 20 words. Titles are often used in information-retrieval systems so please keep in mind that your choice of title may impact how easily readers can discover your article.

Authors

For information on authorship and responsibilities please refer to [Elsevier's ethics factsheet 'authorship'](#).

Abbreviations

Please define all abbreviations at first use.

Highlights (optional)

Highlights are bullet points that convey the core findings of your paper and help to increase the discoverability of your article via search engines. You may include up to five highlights, which should individually not be longer than 85 characters including spaces. Please provide your Highlights between the title and abstract sections of your manuscript file.

Abstract

The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. Abstracts are often presented and read as stand-alone text, so please keep this in mind when writing, and avoid the use of

references and abbreviations.

Graphical abstract (optional)

Please refer to the [Cell Press graphical abstracts guidelines page](#) for examples of and comprehensive instructions for graphical abstracts.

The graphical abstract is one single-panel image that is designed to give readers an immediate understanding of the take-home message of the paper. Its intent is to encourage browsing, promote interdisciplinary scholarship, and help readers quickly identify which papers are most relevant to their research interests. Please ensure it is clearly named Graphical Abstract when submitting.

Introduction

Please provide adequate background information, while avoiding a detailed literature review, and state the objectives of your work in light of previous findings.

Theory/ calculation (if applicable)

A theory section should extend, not repeat, the background information provided in the introduction, and lay the foundation for further work. In contrast, a calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be presented in a clear and concise manner, with a complete and insightful analysis and well-chosen graphical presentation of results.

Discussion

A Discussion should explore the significance and implications of the findings and their limitations, with reference to all other relevant studies and possibilities these suggest for future research. A discussion should not be a repetition of the results section and often a combined results and discussion section is appropriate.

Conclusions (optional)

The main conclusion(s) of the study may be presented in a short conclusions section, as a stand-alone section or in form of a subsection of the discussion or results and discussion section.

Materials and methods

Please provide careful and clear reasoning for the selection of methodology as well as clear and precise description of procedure and materials. The level of detail should be sufficient to allow for the work to be reproduced. Previously published methods should be shown in a reference; you only need to describe relevant modifications.

Acknowledgements

Please collate all acknowledgements in a separate section at the end of the article, before the references.

References

Please ensure that the references in your manuscript are comprehensive, accurate, relevant, and up-to-date.

Formatting

References should be in a numbered style. We highly encourage the inclusion of DOIs to ensure references are citable and discoverable. Where applicable, author name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter, pagination and the DOI should be included. Journal names should be abbreviated according to the [List of title word abbreviations](#). *Heliyon's* reference style will be applied to the accepted article at the proof stage. Any missing data will be highlighted at this stage for you to correct.

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Unpublished results and personal communications should not be included in the reference list, but may be mentioned in the text. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication; in this case, a copy of the title page of the relevant article must be submitted.

Preprint references

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, the formal publication should be used as the reference. If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but are not yet formally published, these may be referenced. Preprints should be clearly marked as such, for example by including [preprint] before the reference, both in the reference list and in the reference callout in the text.

Citing websites

As a minimum, the full URL should be provided, along with the date on which the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.) should also be given.

Citing datasets

Heliyon encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your reference list. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset]

immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. This identifier will not appear in your published article.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Figure captions

Please provide figure captions at the end of your manuscript. A caption should be self-contained and consist of a brief title and a concise description of the illustration. All symbols and abbreviations used should be explained.

Tables

We recommend providing tables within your manuscript file where possible, ideally using a single table grid for each individual table, otherwise using tabs to separate columns. Please submit tables as editable text and not as images. You should number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body.

Mathematical equations

Please ensure that mathematical equations are submitted in an editable format and not as images. You should present simple formulae in the line of normal text where possible, and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y . In principle, variables should be presented in italics. It is often more convenient to denote powers of e by using exp. You should number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text). If you are submitting an article prepared with Microsoft Word containing embedded mathematical equations, please read this [related support information](#).

Artwork

Figures

Please note that we require the source files of figures and text graphics at submission. Please review the file type section below for the correct resolution (dpi) of each type of graphic submitted, as resolution requirements vary depending on the graphic type and content within the graphic. Number the illustrations according to their sequence in the text and provide captions to illustrations separately. A detailed guide on electronic artwork is available in [Elsevier's artwork instructions](#).

Figure size

Please size your illustrations as close as possible to the desired dimensions of the final pdf version at the resolution described in the 'file type' section below. Graphics in *Heliyon* will be viewed online and in PDF in a single column format, and should not exceed a maximum width of 8 inches (20cm) or 2400 pixels @300 DPI (4000 pixels @ 500 DPI for line art and bitmap art). During the submission process, a merged PDF file containing all parts of the manuscript including figures is generated by the system. We strongly encourage authors to check that the figures in the merged PDF are of adequate quality to ensure that your manuscript undergoes a smooth review process. Reviewers frequently rely on the figures within the merged PDF for assessment and may not download the individual high-resolution figure files. If the quality of figures in the merged file appears low, it is advisable to try building the pdf again with new high-resolution figures.

Figure labels

Please use uniform lettering and sizing in your original artwork and embed the used fonts if the application you are using provides that option. To ensure labels are legible, we suggest using the following fonts in your illustrations: Arial, Helvetica, Courier, Times, Times New Roman, and/or Symbol, sizing them according to the final figure size.

File type

Please make sure that artwork files are in an acceptable format and with the correct resolution, size and the illustrations as close as possible to the desired dimensions of the printed pdf version. We are not able to accept file formats that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG) as these typically have a low number of pixels and limited set of colors.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure 100% black & 0% white pixels) line drawings, keep to a minimum of 500 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

EPS (or PDF): For vector-based images. Please embed the font or save the text as 'graphics'.

Videos

Heliyon accepts video material and animation sequences to support and enhance your research. In order to ensure that we can use your video or animation material directly, please provide the files in one of our recommended file

formats. Number videos according to their sequence in the text and provide captions separately. More information on video material is available in [Elsevier's artwork instructions](#).

Our preferred video file format is MP4 (.mp4). We also accept MPG (.mpg), Apple Quick time (.mov); Microsoft Audio/Video Interlaced (.avi), or Compuserve GIF (.gif) for animations.

Audio

Audio files must be submitted as MP3 files in either MPEG-1 or MPEG-2 format. Please use the highest possible quality and ensure that the audio bit rate is at least 128 kbps. Please number audio files according to their sequence in the text, and provide captions separately.

All audio files must be submitted as MP3 (.mp3) files.

Supplementary material

Heliyon does not impose a limit on either the length of your article or on the number of figures and tables included. We strongly encourage you to present all information within the main article and eliminate supplementary content whenever possible. *Heliyon* accepts electronic supplementary content when appropriate, such as large dataset files, video and audio files, archives, and any other file containing information that cannot easily be incorporated into the main manuscript. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article. In order to ensure that we can use the material you submit directly, please provide the data in one of our recommended file formats (see file types). You should submit the material in electronic format together with the article, and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please see [Elsevier's artwork instructions](#).

Any Microsoft Office file type is acceptable.

Data Accessibility

Heliyon encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [Elsevier research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on [ScienceDirect](#) with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports [Mendeley Data](#) enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online on ScienceDirect.

Data Statements

Scientific results are only as strong as they are reproducible, so being able to identify and use research data is vital to building knowledge. To help make all scientific data more transparent, we encourage our authors to state the availability of their data. With the data statement, authors can be transparent about the data they used in an article, make a statement about its availability and provide a reason if data is not available to access.

Reporting sex- and gender-based analyses (SGBA)

Reporting guidance

For research involving or pertaining to humans, animals or eukaryotic cells, investigators should integrate sex and gender-based analyses (SGBA) into their research design according to funder/sponsor requirements and best

practices within a field. Authors should address the sex and/or gender dimensions of their research in their article. In cases where they cannot, they should discuss this as a limitation to their research's generalizability. Importantly, authors should explicitly state what definitions of sex and/or gender they are applying to enhance the precision, rigor and reproducibility of their research and to avoid ambiguity or conflation of terms and the constructs to which they refer (see Definitions section below). Authors can refer to the [Sex and Gender Equity in Research \(SAGER\) guidelines](#) and the [SAGER guidelines checklist](#). These offer systematic approaches to the use and editorial review of sex and gender information in study design, data analysis, outcome reporting and research interpretation – however, please note there is no single, universally agreed-upon set of guidelines for defining sex and gender.

Definitions

Sex generally refers to a set of biological attributes that are associated with physical and physiological features (e.g., chromosomal genotype, hormonal levels, internal and external anatomy). A binary sex categorization (male/female) is usually designated at birth ("sex assigned at birth"), most often based solely on the visible external anatomy of a newborn. Gender generally refers to socially constructed roles, behaviors, and identities of women, men and gender-diverse people that occur in a historical and cultural context and may vary across societies and over time. Gender influences how people view themselves and each other, how they behave and interact and how power is distributed in society. Sex and gender are often incorrectly portrayed as binary (female/male or woman/man) and unchanging whereas these constructs actually exist along a spectrum and include additional sex categorizations and gender identities such as people who are intersex/have differences of sex development (DSD) or identify as non-binary. Moreover, the terms "sex" and "gender" can be ambiguous – thus it is important for authors to define the manner in which they are used. In addition to this definition guidance and the SAGER guidelines, [the resources on this page](#) offer further insight around sex and gender in research studies.

Data in Brief

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for *Data in Brief* as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to *Data in Brief* where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, *Data in Brief*. Please use [this template](#) to write your *Data in Brief*. Please note: an open access Article Publication Charge (APC) is payable by the author or research funder to cover the costs associated with publication in *Data in Brief* and ensure your data article is immediately and permanently free to access by all. For the current APC see: www.elsevier.com/journals/data-in-brief/2352-3409/open-access-journal

Editorial Procedures

Our editorial procedures take you step-by-step through the various paths a paper can take once it has been submitted.

Submission

Submission to *Heliyon* is online-only using our editorial system [Editorial Manager®](#). You will be guided through the process step by step, and you will be able to track the progress of your manuscript through the system. Editorial Manager® automatically converts the article's source files into a single PDF, which is used in the peer review process. Please note that we will still need the source files for further processing after acceptance.

Article Transfer Service

Can I transfer my paper from another Cell Press or Elsevier journal?

Heliyon is part of the Cell Press and Elsevier journal family and we receive resubmitted articles from these titles without asking you to reformat your manuscript. Additionally, we provide authors the option for a transfer of their manuscript files. This transfer option allows authors to move their manuscript to *Heliyon* in a seamless manner using the partner journal [Article Transfer Service](#). If you receive a decision that includes an invitation to move your submission to *Heliyon*, the email will contain links allowing you to accept or decline the invitation.

What Happens to my Transferred Manuscript?

Manuscripts transferred from another journal will be evaluated in the same way as original submissions. If your manuscript was reviewed at the previous journal, reviewer reports may be transferred alongside. The editors may take a decision without further reviewer consultation if the assessments and identities of at least two independent expert reviewers are available, thereby greatly reducing the time from submission to decision.

Reviewers

Suggestions

Please suggest potential reviewers for this submission and provide specific reasons for your suggestion in the comments box for each person. Please note that the editorial office may not use your suggestions, but your help is appreciated and may speed up the selection of appropriate reviewers. Fill in as much contact information, ideally including a link to their Google Scholar, Scopus or institutional webpage, to allow us identify the person correctly. Please avoid suggestions who have a conflict of interest, such as colleagues, collaborators, co-authors (shared publications in the last three years), or people with whom you share funding.

Exclusions

Please identify anyone you would prefer not to review this submission. Fill in as much contact information to allow us identify the person in our records, and provide specific reasons why each person should not review your

submission in their comments box. Please note that we may need to use a reviewer you identify here, but will try to accommodate author's wishes when we can. If you have additional concerns about this issue, please indicate them in your cover letter.

Peer Review

Manuscript Checks

Our in-house editorial team will ensure that you have uploaded all necessary files in usable format and that you have provided all the information we require. If your manuscript does not meet one or more of these requirements, we will return it for further revisions.

Publishing Ethics

All manuscripts submitted to *Heliyon* are screened using [CrossCheck](#) powered by [iThenticate](#) to identify any plagiarized content. Your study must also meet all ethical requirements as outlined in our [Editorial Policies](#). If the manuscript does not pass either of these checks we may return it to you for further revisions, or decline consideration of your study for publication.

Editorial Assessment

Once it has passed the initial checks, our editorial team will assign your manuscript to the section that fits your manuscript best taking into account the suggestion you made during the submission. A [Section Editor or Associate Editor](#) or [Scientific Managing Editor](#) with relevant expertise will then be responsible for managing the peer review process. Editors may reject manuscripts that they deem highly unlikely to pass peer review without further consultation.

Process

Authors may choose whether the peer review for their submission is single or double anonymized. The technical quality of the research described in the manuscript is assessed by editors and two additional independent expert reviewer. Manuscripts transferred from another journal will be evaluated in the same way as original submissions, but the editors may take a decision without further consultation, if the assessments of at least two independent expert reviewers are available. The editor are responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles.

Confidentiality

All information contained in your manuscript and acquired during the review process will be held in the strictest confidence.

Decisions

Your research will be judged on technical soundness only, not on its perceived impact as judged by editors or referees. There are three possible decisions: Accept (your study satisfies all publication criteria), Invitation to Revise (more work is required to satisfy all criteria), and Reject (your study fails to satisfy key criteria and it is highly unlikely that further work can address its shortcomings). All of the following publication criteria must be fulfilled in order to be accepted for publication:

Originality

The study reports original research and conclusions.

Data Availability

All data to support the conclusions have been either provided or are otherwise publicly available.

Statistics

All data has been analyzed with the appropriate statistical tests and these are clearly defined.

Methods

The methods are described in sufficient detail to be replicated.

Citations

Previous work has been appropriately acknowledged.

Interpretation

The conclusions are a reasonable extension of the results.

Ethics

The study design, data presentation and writing style comply with our [Editorial Policies](#).

Revisions

If your manuscript has been reviewed and the editor invites you to submit a revised version of your manuscript, please carefully consider all editor and reviewer comments. If you are able to suitably address these comments, we ask that you submit a response to each comment alongside your revised manuscript. Your manuscript and the response to the comments and criticisms will be assessed by the original editor whenever possible and, if required, by the original reviewers. Please either outline how the criticism was addressed in the revised manuscript or provide a rebuttal to the criticism. This makes it easier for reviewers and editors to evaluate your revised manuscript, and may look like the example below. Please also consult the [top 3 tips on how to respond to reviewer comments](#) in a [calm way](#).

Example responses to reviewer's comments are shown below:

Reviewer point #1: Survival Curves themselves of these mouse experiments would be indispensable in evaluating these results. A survival table itself is useful, but without a curve, interpretation of the data as presented is difficult.

Author response #1: We agreed with the reviewer, and survival curve data of the animal experiments shown in Table 1 were added as Supplementary Fig. S1.

Reviewer point #2: The abstract focus mainly on the mutation E123 but not on the regions as the title indicates. Which domains of E and especially how is prM involved? Please comment on this in the abstract.

Author response #2: We modified Abstract section in the manuscript. Although our results suggest that the E and prM of GV JEV are associated with the highly virulent characteristics of GV JEV, it remains unknown which regions/sites in E and prM and how the proteins are involved in the virulence.

Please also track any changes made to your manuscript, highlighting new content and striking through deleted passages. Many word processors allow you to automatically track changes. Turn this on in Microsoft Word by going to Review > Track Changes. For LaTeX documents you may wish to use a free script such as [latexdiff](#).

Appeals

If you believe that the editorial decision about your manuscript was based on factual errors, you can contact us through the [Journal Article Publishing Support Center](#). Please state the manuscript number and describe in detail why you believe the decision was erroneous. Your appeal will be seen again by the handling editor, who will revisit the previous decision in light of your comments. Please note that we do not allow multiple appeals: a second decision will be final.

After Acceptance

Online Proof Correction

The corresponding author will receive an e-mail with a link to our online proofing system, which lets you annotate and correct proofs online. The environment is similar to MS Word or LaTeX depending on the file format you choose at submission. You can edit text, comment on figures/tables and answer questions that arose during the processing of your article. All instructions for proofing are provided on the online proofing site help pages. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately, so please submit all of your corrections within 24 hours. Please check carefully before replying, as we cannot guarantee the inclusion of any subsequent corrections. Please note that we can only publish your article once we have received your proofs or notification that you are happy for us to proceed with publication as is.

Availability of the Accepted Article

Heliyon articles available online as soon as possible after acceptance. This concerns the Journal Pre-proofs (both in HTML and PDF format), which have undergone enhancements after acceptance, such as the addition of a cover page and metadata, and formatting for readability, but are not yet the definitive versions of record. A Digital Object Identifier (DOI) is allocated, thereby making it fully citable and searchable by title, author name(s) and the full text. The article's PDF also carries a disclaimer stating that it is an unedited article. Subsequent production stages will simply replace this version.

Embargo

Embargos are not automatically set for papers published in *Heliyon*. Papers appear online a few days after acceptance. To request a media embargo and/or publication on a specific date, please reach out to the *Heliyon* team through the [Journal Article Publishing Support Center](#) as soon as possible and we will do our best to accommodate your request.

Errata and Corrigenda

We will publish a correction of your article if a significant error is discovered after publication. An Erratum will be published if we introduced the error; a Corrigendum if the author introduced the error.

Other post-publication changes

Upon request from authors who have changed their name, we will update author names on published papers and publish a Correction. In cases of authors with a strong need for privacy, the change will be made invisibly, without publishing a Correction. We will also arrange to update the article metadata in secondary indexation databases, specifically Clarivate/Web of Science, PubMed, and Scopus. Authors can submit a request for a change of name by emailing namechange@elsevier.com. For more information, see <https://www.elsevier.com/about/policies/inclusive-author-name-changes>. (Authors requesting corrections of typographic errors in their published name should contact the journal directly.)

This policy aims to help researchers receive proper credit for their full body of published work after they have changed their name, and to help make those name changes as comprehensive as possible. We realize that names and identities are not fixed, and our policy represents our ongoing efforts to help authors align their identities with their published work at Cell Press, Elsevier, and across the broader publishing ecosystem.

Retractions

Articles may be withdrawn, retracted, removed or replaced after publication if they contain substantial errors that cannot be corrected by publishing an Erratum or a Corrigendum, or if ethical violations come to light after publication. You can find more information in [Elsevier's article withdrawal policies](#).

Double anonymized review

Heliyon uses single anonymized peer review by default. Authors have the opportunity to opt in to double anonymized peer review during the submission process. This means that you and your co-authors' identities are kept concealed from the reviewers, just as theirs is to you. Authors are responsible for anonymizing their manuscript. Further guidance is provided below for authors that wish to opt in.

- Ensure that author names and affiliations do not appear anywhere in the manuscript files (including figures) or supplemental information.
- Use neutral terms when referring to previous publications by the author group, i.e., use "as shown previously [ref]" instead of "as shown in our earlier work [ref]".
- Remove the author list, affiliations, and acknowledgments from the main text and provide these in the cover letter instead.
- Ensure that the experimental procedures section does not contain any identifying information.
- Ensure that author information is not embedded in any of the manuscript files' metadata. Such information can be found in the "properties" menu in PDF readers and word processor software.
- If your submission includes datasets hosted on a separate repository, ensure that these are also anonymized for the duration of the review period. This includes the uploading of manuscripts to preprint servers.

Ethics and Editorial Policies

All research published in *Heliyon* must meet our rigorous technical and ethical standards. To find out more about this please visit our [Ethics and Editorial Policies](#) page

Content innovation

You are invited to include the following article enrichments to enhance the reading experience of your published article. Please visit [Elsevier's Content Innovation portal](#) for an overview of the program. *Heliyon* supports the Content Innovations for [GeoSpatial Data](#) and [Large 2D Images, Image Stacks & Image Series](#).

Heliyon First Look

Heliyon has partnered with SSRN to provide rapid and early access to research submitted to *Heliyon*, by uploading manuscripts under review as preprints on *Heliyon*'s First Look page on SSRN. More information on this partnership is available on our [FAQ page](#).

ADVERTISEMENT



The content on this site is intended for healthcare professionals and researchers across all fields of science.

RESEARCH JOURNALS

Cell

Cancer Cell

Cell Chemical Biology

Cell Genomics

Cell Host & Microbe

Cell Metabolism

Cell Reports

Cell Reports Medicine

Cell Reports Methods

Cell Reports Physical Science

Cell Reports Sustainability

Cell Stem Cell

Cell Systems

Chem

Chem Catalysis

Current Biology

Developmental Cell

Device

Heliyon

Immunity

iScience

Joule

Matter

Med

Molecular Cell

Neuron

One Earth

Patterns

STAR Protocols

Structure

TRENDS REVIEWS JOURNALS

Biochemical Sciences

Biotechnology

Cancer

Cell Biology

Chemistry

Cognitive Sciences

Ecology & Evolution

Endocrinology & Metabolism

Genetics

Immunology

Microbiology

Molecular Medicine

Neurosciences

Parasitology

Pharmacological Sciences

Plant Science

PARTNER JOURNALS

AJHG

Biophysical Journal

Biophysical Reports

HGG Advances

Molecular Plant

Molecular Therapy Family

Nexus

Plant Communications

Stem Cell Reports

The Innovation

COLLECTIONS

Best of Cell Press

Cell Press Reviews

Cell Press Selections

Consortia Hub

Nucleus Collections

SnapShot Archive

BEYOND THE JOURNAL

Cell Career Network

Cell Mentor

Cell Symposia

LabLinks

Webinars

EVOLVING THE ARTICLE

Community Review

Figure360

Sneak Peek

STAR Methods

SCIENCE IN SOCIETY

Cell Picture Show

[Cell Press Podcast](#)

[Cell Press Videos](#)

[Coloring and Comics](#)

[Research Arc](#)

CONNECT

[About Cell Press](#)

[Careers](#)

[Contact](#)

[Help & Support](#)

[Newsroom](#)

[Publication Alerts](#)

ACCESS

[Subscribe](#)

[Read-It-Now](#)

[Recommend to Librarian](#)

INFORMATION

[For Advertisers](#)

[For Recruiters](#)

[For Librarians](#)

[Terms & Conditions](#)

[Privacy Policy](#)

[Accessibility](#)

We use cookies to help provide and enhance our service and tailor content. To update your cookie settings, please visit the [Configurações de cookie](#) for this site.

Copyright © 2023 Elsevier Inc. except certain content provided by third parties.



APÊNDICE B – Produtos no percurso da construção da tese

O primeiro título desta tese de doutorado era “Internações por condições sensíveis à atenção primária na avaliação de qualidade do cuidado”. Com a eclosão da pandemia de COVID 19, em conjunto com meus orientadores, optamos por mudar nosso objeto de pesquisa para este tema, por entender que teria implicações importantes para o setor saúde e para a sociedade, devendo ser foco de estudos por longos períodos.

Neste apêndice seguem alguns produtos do percurso do doutorado, após a mudança de tese. São artigos publicados tendo por base experiência vivenciadas no decorrer da pandemia.

- a) Borges, K. D. S., de Oliveira, V. O. B., Filho, J. B. C., Simões, S. D. M., de Oliveira, A. A., & Lima, C. A. (2021). Telemedicine applied to plastic surgery: An integrative review. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, 36(2), 188–195.
<https://doi.org/10.5935/2177-1235.2021RBCP0066>

Artigo produto da disciplina E-Health (optativa).

- b) Cavalcante Filho, B. J., Triarca, P. J. L., de Paula, L. G. N., de Godoy, F. G., & dos Santos, M. H. (2021). Mobile Application for Teleguidance and Telemonitoring in the care of COVID 19 : User Evaluation. *Revista de Atenção á Saúde*, 19(70), 37–45.
<https://doi.org/10.13037/2359-4330.8026>

Artigo produzido no contexto do Projeto de Extensão Monitora COVID 19, que mobilizou professores e estudantes para realização de teleorientação sobre a doença em Sergipe.

- c) Cavalcante Filho, J. B., Chagas, R. D. O., Goes, M. A. de O., Peixoto, M. V. da S., & Nunes, M. A. P. (2022). COVID-19 and social vulnerability in the state of Sergipe , Brazil : an ecological study. *Research, Society and Development*, 11(2), e6611225438, 2022. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25438>

Artigo produto dos primeiros resultados da aproximação com o objeto da tese.

- d) Santos, J. M. de J., Góes, F. R. de S., Mendonça, M. de O., Souza, D. C. A., Silva, B. C. da, Mendes, M. L. T., Santos, I. T., Cavalcante Filho, J. B., Santana, M. A. de A., & Martins-Filho, P. R. (2022). Perfil de casos confirmados e sintomáticos da COVID-19 que evoluíram para recuperação sem internação hospitalar num município do Nordeste brasileiro. *Research, Society and Development*, 11(7), e40811730127.
<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30127>

Artigo produto da participação do doutorando no Comitê de Crise – COVID 19 no Município de São Cristóvão – Sergipe.



Telemedicine applied to plastic surgery: an integrative review

A telemedicina aplicada à cirurgia plástica: uma revisão integrativa

KÊNYA DE SOUZA BORGES^{1*} 

VALTER OBERDAN BORGES DE OLIVEIRA¹ 

JOÃO BATISTA CAVALCANTE FILHO² 

SÍLVIA DE MAGALHÃES SIMÕES¹ 

ADICINÉIA APARECIDA DE OLIVEIRA¹ 

CARLOS ANSELMO LIMA² 

■ ABSTRACT

Introduction: Telemedicine refers to providing medical services through information technology and communication between patients and service providers. Plastic surgery is a field especially favorable to the application of telemedicine since visual inspection of the patient guides both diagnosis and clinical follow-up. **Methods:** An integrative review was performed in the articles published in telemedicine in plastic surgery in the PubMed database, using the terms MeSH: “telemedicine” AND “plastic surgery.” After tracking and applying eligibility criteria, the remaining articles’ full text were digitized, with their data extracted for detailed analysis. **Results:** A total of 134 articles were identified, all in English, in the initial search for PubMed. After screening and application of the exclusion criteria, 12 studies were included for the integrative review. The articles found in this review demonstrated benefits in the use of telemedicine applied to plastic surgery. Especially in the postoperative follow-up of patients, in the reduction or extinction of the need for face-to-face visits, in the satisfaction of patients in the consultations carried out by telemedicine, in the reduction of financial costs and response time for referrals, in the diagnostic accuracy similar to the face-to-face assessment and in improving access to specialized care in remote places, both geographically and socially unfavorable. Four articles discussed barriers and limitations, observed or potential, to the use of telemedicine in plastic surgery, such as data security, legislation, costs and perception of negative influence on doctor-patient communication. **Conclusion:** The analyzed studies show an expressive gain in knowledge about telemedicine applied to plastic surgery in recent years. **Keywords:** Telemedicine; Plastic surgery; Telesurgery; Patient care; Review.

Institution: Universidade Federal de Sergipe,
Aracaju, SE, Brazil.

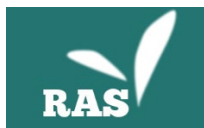
Article received: August 25, 2020.
Article accepted: November 10, 2021.

Conflicts of interest: none

DOI: 10.5935/2177-1235.2021RBCP0066

¹ Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação de Gestão e Inovação em Saúde, Aracaju, SE, Brazil.

² Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação de Ciências da Saúde, Aracaju, SE, Brazil.



Mobile Application for Teleguidance and Telemonitoring in the care of COVID 19: User Evaluation

Aplicativo Móvel de Teleorientação e Telemonitoramento no cuidado da COVID 19: Avaliação dos Usuários

Joao Batista Cavalcante Filho¹

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8642-9868>

Patrick Joaner Lobo Triarca²

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6599-9404>

Luciana Guimaraes Nunes De Paula³

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4739-6842>

Flavia Giovannone de Godoy⁴

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1699-667X>

Maria Heliziane dos Santos⁵

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9831-892X>

Abstract

Introduction: This study is the result of the Extension Project Monitora COVID 19 - developed by the Federal University of Sergipe - which aims to include, under the guidance of professors at the institution, graduate students in teleguidance and telemonitoring carried out through an application created for this purpose – Application Monitora COVID 19. **Objective:** To assess the satisfaction of users of Application Monitora COVID 19 residing in the state of Sergipe - Brazil. **Materials and Methods:** This is a descriptive, cross-sectional study, through closed questions in a questionnaire produced by the researchers and sent to users of the application electronically. **Results:** it was observed that 57.32% of users said they were very satisfied with the use of the application, while 9 users (5.73%) said they were very dissatisfied with its use. When analyzing the question that used the Net Promoter Score (NPS) methodology, a total of 75.80% of users were classified as promoters and 9.55% as detractors, resulting in an NPS of 66.25, considered very good. **Conclusion:** The COVID 19 pandemic increased the possibilities of using Information and Communication Technologies to expand access to health care. In this experience, the use of an application for teleguidance and telemonitoring was well evaluated by users and may be a legacy of the strategies for coping with the pandemic

Keywords: covid-19 pandemic; telemedicine; telemonitoring; teleorientation; information technology; consumer behavior.

Resumo

Introdução: O presente estudo é fruto do Projeto de Extensão Universitária Monitora COVID-19 - desenvolvido pela Universidade Federal de Sergipe - que tem por objetivo inserir, sob a orientação de professores da instituição, estudantes de graduação na teleorientação e telemonitoramento realizados através de um aplicativo criado para este fim – Aplicativo Monitora COVID 19. **Objetivo:** avaliar a satisfação dos usuários do Aplicativo Monitora COVID 19 residentes no estado de Sergipe - Brasil. **Materiais e Métodos:** Trata-se de estudo descritivo, de corte transversal, através de questões fechadas em questionário produzido pelos pesquisadores e enviado aos usuários do aplicativo por via eletrônica. **Resultados:** observou-se

¹ Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Brasil. E-mail: joaofesfsus@gmail.com

² Departamento de Medicina - Universidade Federal de Sergipe, Brasil. E-mail: patricktriarca@hotmail.com

³ Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Brasil. E-mail: lucymed59@gmail.com

⁴ Departamento de Medicina - Universidade Federal de Sergipe, Brasil. E-mail: flaviabim@gmail.com

⁵ Departamento de Medicina - Universidade Federal de Sergipe, Brasil. E-mail: mariaheliziane@hotmail.com

COVID-19 and social vulnerability in the state of Sergipe, Brazil: an ecological study

COVID-19 e vulnerabilidade social no estado de Sergipe, Brasil: um estudo ecológico

COVID-19 y la vulnerabilidad social en el estado de Sergipe, Brasil: un estudio ecológico

Received: 01/06/2022 | Reviewed: 01/12/2022 | Accept: 01/16/2022 | Published: 01/18/2022

João Batista Cavalcante Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8642-9868>

Universidade Federal de Sergipe, Brazil

E-mail: joao.cavalcante@academico.ufs.br

Rynat Dasaev Oliveira Chagas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4509-0623>

Universidade Federal de Sergipe, Brazil

E-mail: rynat.chagas@gmail.com

Marco Aurélio de Oliveira Goes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0953-9320>

Universidade Federal de Sergipe, Brazil

E-mail: maogoes@gmail.com

Marcus Valérius da Silva Peixoto¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9047-5875>

Universidade Federal de Sergipe, Brazil

E-mail: peixotovalerius@gmail.com

Marco Antonio Prado Nunes¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5244-5843>

Universidade Federal de Sergipe, Brazil

E-mail: nunes.ma@outlook.com

Abstract

COVID-19 was characterized by the WHO as a pandemic on March 11, 2020. In Sergipe, northeastern Brazil, the first case was diagnosed on March 14, 2020. This study is part of analyzes on the first year of the pandemic of COVID-19 in Sergipe and aims to analyze, through an ecological study, deaths from the disease in its 75 municipalities, statistically correlating the crude and age-standardized mortality rates with indicators of social vulnerability and human development used in the country; and with the demographic density of the municipalities in the state. Mortality data were obtained by dividing the absolute number of deaths by the number of inhabitants in each municipality. Direct standardization of mortality rates and Spearman correlation (ρ) were performed to test the described correlation. The study demonstrated a different correlation from that found in the literature between the Municipal Human Development Index and deaths by COVID-19: the greater the development, the more deaths by COVID-19 were identified. The effects of these indicators may be being offset by factors such as the greater demographic density of the cities with greater development, which could favor the transmission of the disease.

Keywords: COVID-19; Health Status Disparities; Social Vulnerability; Human Development.

Resumo

A COVID-19 foi caracterizada pela OMS como pandemia em 11 de março de 2020. Em Sergipe, estado do nordeste do Brasil, o primeiro caso foi diagnosticado em 14 de março de 2020. Este estudo faz parte de análises sobre o primeiro ano da pandemia de COVID-19 em Sergipe e tem por objetivo analisar, através de estudo ecológico, os óbitos pela doença em seus 75 municípios, correlacionando estatisticamente as taxas de mortalidade brutas e padronizadas por idade com indicadores de vulnerabilidade social e desenvolvimento humano utilizados no país; e com a densidade demográfica dos municípios do estado. Os dados de mortalidade foram obtidos dividindo o número absoluto de óbitos pela quantidade de habitantes de cada município. Realizou-se a padronização direta das taxas de mortalidade e a correlação de Spearman (ρ), para testar a correlação descrita. O estudo demonstrou uma correlação diferente do encontrado na literatura entre o Índices de Desenvolvimento Humano Municipal com os óbitos pela COVID-19: quanto maior o desenvolvimento, mais óbitos por COVID-19 foram identificados. Os efeitos destes indicadores podem estar sendo compensados por fatores como a maior densidade demográfica dos municípios com maior desenvolvimento, o que poderia favorecer a transmissão da doença.

Palavras-chave: COVID-19; Iniquidade em Saúde; Vulnerabilidade Social; Desenvolvimento Humano.

Perfil de casos confirmados e sintomáticos da COVID-19 que evoluíram para recuperação sem internação hospitalar num município do Nordeste brasileiro

Profile of confirmed and symptomatic cases of COVID-19 that progressed to recovery without hospitalization in a Northeastern Brazilian municipality

Perfil de casos confirmados y sintomáticos de COVID-19 que progresaron a recuperación sin hospitalización en un municipio del Nordeste de Brasil

Recebido: 09/05/2022 | Revisado: 21/05/2022 | Aceito: 24/05/2022 | Publicado: 29/05/2022

José Marcos de Jesus Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5122-1469>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: jsmarcos@usp.br

Fernanda Rodrigues de Santana Góes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3611-9201>

Secretaria Municipal de Saúde de São Cristóvão, Brasil

E-mail: fernanda.santana@saocristovao.se.gov.br

Mayra de Oliveira Mendonça

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4952-9314>

Secretaria Municipal de Saúde de São Cristóvão, Brasil

E-mail: mayra.oliveira@saocristovao.se.gov.br

Deise Carolina Anunciação Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9209-6182>

Secretaria Municipal de Saúde de São Cristóvão, Brasil

E-mail: deisecarolinaas@gmail.com

Beatriz Costa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5907-1688>

Secretaria Municipal de Saúde de São Cristóvão, Brasil

E-mail: enfbeatrizcosta@gmail.com

Mário Luiz Tavares Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4504-3533>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: marioluismendes@hotmail.com

Ingrid Tatiane Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8975-0953>

Secretaria Municipal de Saúde de São Cristóvão, Brasil

E-mail: atencaoespecializada.saude@gmail.com

João Batista Cavalcante Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8642-9868>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: joaoaracaju27@hotmail.com

Marcos Antônio de Azevedo Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1929-1816>

Prefeitura Municipal de São Cristóvão, Brasil

E-mail: marcosaasantana@gmail.com

Paulo Ricardo Martins-Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8779-0727>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: prmartinsfh@gmail.com

Resumo

Objetivo: descrever o perfil clínico-epidemiológico de casos confirmados e sintomáticos da COVID-19 que evoluíram para recuperação sem internação hospitalar num município do Nordeste brasileiro. **Método:** estudo ecológico realizado a partir de dados secundários do eSUS-VE do Ministério da Saúde e FormSUS da Secretaria Municipal de Saúde de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Foram avaliadas 1.098 pessoas sintomáticas com laudo positivo para COVID-19 entre abril e agosto de 2020, que por sua vez evoluíram para recuperação sem internação hospitalar, seja em leitos de enfermagem e/ou UTI. **Resultados:** a média de idade dos casos recuperados sem internação hospitalar foi de 38,6 anos e a maioria era do sexo feminino (59,1%). Os sintomas mais prevalentes foram cefaleia (62,7%; n= 688), tosse (60,7%; n= 666) e febre (53,4%; n= 586). Mais da metade apresentou até três sintomas simultâneos (65,3%). A dispneia foi o sintoma menos referido (19,9%). Somente 22,6% possuíam comorbidades, sendo as mais comuns a