



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO ESTATÍSTICA E CIÊNCIAS ATUARIAS
GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA

ABDIAS OLIVEIRA ROCHA

Avaliação espacial da Covid-19 em idosos em Sergipe

SÃO CRISTÓVÃO - SERGIPE
2025

ABDIAS OLIVEIRA ROCHA

Avaliação espacial da Covid-19 em idosos em Sergipe

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Estatística e Ciências Atuariais da
Universidade Federal de Sergipe, como
parte dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. José Rodrigo dos Santos Silva

**SÃO CRISTÓVÃO - SERGIPE
2025**

ABDIAS OLIVEIRA ROCHA

Avaliação espacial da Covid-19 em idosos em Sergipe

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Estatística e Ciências Atuariais da
Universidade Federal de Sergipe, como
parte dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Estatística.**

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Rodrigo Santos Silva
Orientador

Prof. Dr. Eucymara Santos França
1º Examinador

Prof. Dr. Carlos Raphael Araújo Daniel
2º Examinador

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, ao meu pai, Amirio da Rocha, à minha mãe, Maria Senhora de Oliveira, que deu o melhor de si, e ao meu irmão, Alexandre de Oliveira Rocha, por todo o apoio financeiro e emocional oferecido ao longo destes anos. Sem o amparo da minha família, este caminho teria sido ainda mais árduo.

À minha afilhada, Maria Clara, e à minha vó Dona Narcisa por me lembrar, com suas existências, da ternura e da beleza presentes na vida, mesmo nos momentos difíceis.

Ao meu padrinho Amilton, pela iniciativa de realizar minha matrícula na universidade, e à Daniela, Guilherme e Vinícius, por me acolherem com generosidade, receberem-me em seu lar e apresentarem-me à cidade de Aracaju e à Universidade Federal de Sergipe — foram fundamentais nos primeiros passos desta trajetória.

Àqueles que representaram figuras de cuidado e proteção ao longo da minha vida, por seus gestos de afeto e generosidade: Ana (in memoriam), Ana Lina, Claurice, Deodí, Genilson, Ivete, Jessica, João, José dos Reis, José Pereira, Lina, Lúcia, Elias, Manuel, Maria, Maria Senhora, Miriam, Ninha, Quitéria, Santiago, Tatiana, Vilma, Yraci, e Zéu meus sinceros agradecimentos.

Aos amigos Bianca, Felipe, Saulo, Victor e Paulo, pelo incentivo constante para que eu superasse os próprios limites. A Adrienisson, Bruna, Geise, Matheus Vinícius, Marcelo Tarso, Raquel e Sandra, pelas palavras de apoio que chegaram em momentos cruciais.

Às amigas Crislayne e Juliana, pela convivência respeitosa e parceira no lar que compartilhamos. À Camila, por dividir um espaço com carinho e afeto. Ao Heriberto, à Andrea, à Joana e à Joyce, pelo acolhimento durante a convivência. À senhora Vera, avó de Camila, pela simpatia e cuidado constantes.

Aos profissionais da Universidade Federal de Sergipe, que, com dedicação e discrição, zelam pelo espaço e contribuem diretamente para a formação de todos os estudantes, registro aqui minha profunda gratidão.

Ao supervisor Adriano, por sua generosidade em um momento determinante da minha jornada. À Sidney e à Christiane, pela oportunidade de aprendizado durante o estágio no Núcleo de Pesquisas em Segurança Pública de Sergipe (Napsec), assim como aos amigos Junior, Ana Júlia e Kallyne, pela parceria e troca de saberes.

Ao grupo de pesquisa do qual tive a honra de fazer parte — um sonho realizado. Meu sincero agradecimento ao professor Rodrigo e ao colega Gustavo, pelo acolhimento e pela inspiração acadêmica.

A todos os docentes que contribuíram com minha formação ao longo da graduação, em especial aos professores Rodrigo (mais uma vez), Herica, Daniel e Eucymara, que, nos momentos em que considerei desistir, me transmitiram a confiança necessária para seguir em frente.

Aos profissionais que cuidaram da minha saúde mental, contribuindo de forma significativa para minha permanência acadêmica: ao Dr. Lucas, por meio do projeto Telenordeste, por retomar meu acompanhamento com acolhimento, mesmo após interrupções; e aos psicólogos Mifla, Iasmin e Nathanael, por oferecerem ferramentas valiosas para lidar com os desafios da vida universitária.

Resumo

O estudo teve como objetivo verificar as características sociodemográficas, sinais e sintomas, comorbidades subjacentes e evolução clínica em idosos, residentes em Sergipe-Brasil com a doença do coronavírus (COVID-19), tal como, analisar a espacialização dos casos e óbitos por municípios. Para isso, foi realizado um estudo ecológico com 9.188 notificados no Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Gripe do Brasil (SIVESP-Gripe) de março de 2020 até janeiro de 2024. Os resultados do estudo identificaram que os indivíduos têm entre 60-69 anos, do sexo masculino, autodeclarado negro, com ensino fundamental, residentes da zona urbana, com sinais e sintomas de falta de ar e tosse, portadores de comorbidades como cardiopatia, diabetes, obesidade, tiveram maior frequência relativa. Os aspectos clínicos que se destacam são 8.981 foram internados (92%), sendo que 6.788 necessitaram ir para Unidade de Terapia Intensiva (71%) e 4.793 foram a óbito (letalidade = 66%). Ao que se refere à análise espacial constatou-se que a região da grande Aracaju possui as maiores taxas de incidência ($RR = 1,4$) e mortalidade ($RR = 1,33$), mas o sul do estado ($RR = 1,25$) foi a região com maior proporção de óbitos por casos. Conclui-se que, mesmo a COVID-19 causando danos a toda população, principalmente aos idosos, a doença atinge os mais vulneráveis de forma mais acentuada.

Palavras-chave: SRAG; COVID-19; Índice de Moran; análise espacial.

Abstract

The study aimed to verify the sociodemographic characteristics, signs and symptoms, underlying comorbidities and clinical evolution in elderly people living in Sergipe-Brazil with coronavirus disease (COVID-19), as well as to analyze the spatialization of cases and deaths by municipalities. For this, an ecological study was carried out with 9,188 notified in the Brazilian Influenza Epidemiological Surveillance Information System (SIVESP-Gripe) from March 2020 to January 2024. The results of the study identified that individuals are between 60-69 years old, male, self-declared black, with elementary education, living in urban areas, with signs and symptoms of shortness of breath and cough, with comorbidities such as heart disease, diabetes, obesity, had a higher relative frequency. The clinical aspects that stand out are: 8,981 were hospitalized (92%), of which 6,788 needed to go to the Intensive Care Unit (71%) and 4,793 died (lethality = 66%). Regarding the spatial analysis, it was found that the greater Aracaju region has the highest incidence ($RR = 1.4$) and mortality ($RR = 1.33$) rates, but the south of the state ($RR = 1.25$) was the region with the highest proportion of deaths per case. It is concluded that, even though COVID-19 causes harm to the entire population, especially the elderly, the disease affects the most vulnerable more acutely.

Keywords: SARS; COVID-19; Moran's Index; spatial analysis.

Sumário

1. Introdução	1
2. Objetivos	2
2.1. Geral	2
2.2. Específicos.....	2
3. Referencial Teórico	3
3.1. Impactos da COVID-19	3
3.2. COVID-19 no Brasil	4
3.3. Fatores de risco	5
4. Metodologia.....	8
4.1. Design do Estudo.....	8
4.2. Dados	8
4.3. Análise Descritiva	8
4.4. Análise de Agrupamento	9
4.5. Técnicas Hierárquicas Aglomerativas	10
4.6. Método de Ward.....	10
4.7. Autocorrelação Espacial	11
4.8. Considerações Éticas	13
5. Resultados	14
6. Discussões.....	19
7. Conclusões	20
8. Referências Bibliográficas	21

Lista de Figuras

Figura 1 - Análise Espacial da COVID-19 na População Idosa, de Sergipe, até janeiro de 2024. A) Moran Map das Taxas de Incidência; B) LISA Map das Taxas de Incidência; C) Moran Map das taxas de Mortalidade; D) LISA Map das taxas de Mortalidade; E) Moran Map das taxas de Letalidade; F) LISA Map das taxas de Letalidade.	17
Figura 2 – Clusters espaciais do Risco Relativo da COVID-19 na População Idosa, de Sergipe, até janeiro de 2024 A) Casos de COVID-19 por 100.000 população idosa; B) Mortes por COVID-19 por 100.000 população idosa; e D) Mortes por número de casos da população idosa.....	18

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Variáveis sociodemográficas de 9788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024. ..	14
Tabela 2 – Sinais e Sintomas de 9788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024.....	15
Tabela 3 – Fator de risco de 9788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024.....	15
Tabela 4 – Fatores clínicos de 9788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024.	16

1. Introdução

A metodologia da análise espacial busca encontrar aglomerados com maior risco de um determinado evento, e fazer associações com outras variáveis, para entender a heterogeneidade da distribuição de algum fato (Luc Anselin, 2006).

Os dados de saúde pública quando analisados espacialmente, são levados em consideração tanto o aspecto de mapas e inferência geográfica, quanto o conhecimento advindo das ciências médicas. Com as técnicas estatísticas é possível avaliar diferenças nas taxas observadas, diferenciar padrões de ruídos, encontrar agrupamento de doenças, estimar a significância do potencial de transmissão e letalidade da doença. Por outro lado, a fundamentação teórica da medicina compreende a distribuição, efeitos, e características da doença nos enfermos (Waller e Gotway, 2004).

Quando os dados são heterogêneos, com valores que flutuam muito, ou apresentam outliers, torna-se necessário realizar uma suavização dos dados, assim, eliminando algumas amostras e valores discrepantes, possibilitando estimativa de taxas estáveis nas pesquisas (Wang e Gao, 2020).

O índice de Moran avalia o grau de relacionamento de uma variável em uma região (município por exemplo) com a mesma variável em uma região vizinha. Este coeficiente de autocorrelação varia de -1 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior é a similaridade entre regiões vizinhas. Ao que se refere o Índice de Moran Local, também avalia a dependência de uma variável em uma região com a mesma variável em uma região vizinha, porém, cria-se bolsões (clusters) classificados com quatro quadrantes (Alto-Alto, Alto-Baixo, Baixo-Alto e Baixo-Baixo) (Almeida et al., 2014).

A doença do coronavírus (COVID-19) é uma doença infecciosa causada pelo vírus da síndrome respiratória aguda. Idosos são mais propensos aos casos mais graves da doença (OMS, 2023). E no Brasil, notou-se pontos críticos de mortalidade no Norte e Nordeste do país, ao dar uma atenção especial aos municípios de Sergipe, tendo em vista que foi um estado que apresentou cluster de alta mortalidade, no primeiro ano de pandemia, segundo o estudo de Pereira et al. (2021).

2. Objetivos

2.1. Geral

Este estudo teve como objetivo analisar a espacialização dos casos e óbitos causadas pela infecção por COVID-19 em pessoas idosas, nos municípios de Sergipe, de 2020 a 2023.

2.2. Específicos

- Caracterizar os idosos acometidos com COVID-19 no estado de Sergipe;
- Verificar a existência de padrões na distribuição espacial da incidência, mortalidade e letalidade por COVID-19;
- Encontrar o Risco Relativo de infecção e óbito por COVID-19;

3. Referencial Teórico

Este trabalho utiliza conceitos de referências para a revisão de literatura tendo em vista que ainda estamos tratando da COVID-19. Esse trabalho dá continuidade a um estudo anterior no qual exploramos Fatores de Risco associados a COVID-19 em pessoas com Doença Cardiovascular Crônica (2023), onde exploramos os fatores de risco da em pessoas com comorbidades.

No final de 2019, foi anunciado o primeiro caso da COVID-19, identificado uma associação dentre os doentes com um mercado de animais silvestres, em Wuhan, Província de Hubey, na China. Há suspeitas de que a transmissão tenha acontecido de modo zoonótico, em que o animal hospedeiro seria o morcego ou um sagolin, pois, o coronavírus originários desses animais possuem sequência de genomas semelhantes com o Coronavírus 2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave (Sars- CoV-2) (Mazinani e Rute, 2020; Hao et al., 2022).

O vírus apresenta semelhanças com as infecções respiratórias causadas por SARS em 2002 e com o MERS-CoV em 2012 (Nogueira J. V. D e Silva C. M., 2020). A doença se transmite através do indivíduo infectado que ao falar, tossir, ou espirrar contamina a superfície e o ar do ambiente, e caso uma pessoa saudável estiver próxima ou tocar a superfície contaminada e em seguida passar a mão na boca, olhos, ou nariz pode ser infectada (UFJF, 2020).

A maioria das pessoas infectadas pelo vírus possui sintomas leves à moderados da doença respiratória e se recuperarão sem a necessidade de um tratamento especial. Entretanto, alguns irão adoecer gravemente e devem procurar atendimento médico (OMS). Os sintomas mais comuns são: febre, fadiga, tosse, mialgia e dispneia (Wang D. et al., 2020). Idosos e aqueles com comorbidade como doença cardiovascular, diabetes, doença respiratória ou câncer são mais propensos ao estado mais severo da doença (OMS).

3.1. Impactos da COVID-19

Em 30 de janeiro de 2020, a OMS declarou Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) devido ao surto do novo coronavírus. Essa decisão foi tomada para melhorar a coordenação, cooperação e solidariedade

global na interrupção da propagação do vírus, dois meses depois a OMS declarou uma Pandemia (OPAS, 2023).

A COVID-19 é uma doença que tem a possibilidade de matar não somente idosos com comorbidade, mas também adultos saudáveis, acompanhada de sua alta transmissibilidade, se tornando uma ameaça. Dessa forma, muitos países concentraram esforços em evitar a sobrecarga dos leitos hospitalares. Para isso, o isolamento social foi amplamente adotado, porém, esta medida não foi viável para diversos países que precisavam manter as atividades econômicas em funcionamento ou enfrentavam falta de infraestrutura. Diferentemente do SARS e da MERS-CoV que só era transmitido por pessoas com sinais e sintomas da doença, as pessoas infectadas assintomáticas continuaram a ir trabalhar, e viajar, espalhando o vírus para seus contatos locais e internacionais.

Para mitigar a doença diversos países como: China, Estados Unidos, e Itália adotaram como medida testagem em massa e isolamento dos casos positivos, houve também uma ampliação dos números de leitos, com a criação de unidades de tratamento somente para enfermos com COVID-19, e compra de equipamentos respiratórios. Na União Europeia os estudantes da área da saúde tiveram conclusão antecipada, para que pudessem trabalhar na linha de frente contra o coronavírus, profissionais da saúde tiveram treinamento rápidos para atuarem em áreas que não eram suas especialidades. Foram diversos os esforços para que pudesse haver um funcionamento do sistema de saúde durante o momento crítico da pandemia, e é essencial que estas medidas priorizem os locais mais vulneráveis, otimizem os serviços dos hospitais já existente, fazendo acontecer políticas de saúde pública eficiente (Lima C. et al., 2020).

3.2. COVID-19 no Brasil

De acordo com os dados coletados até o final de 2021, o Brasil registrou 619.109 óbitos e 22.285.373 casos de coronavírus desde o início da pandemia. Sendo este um país altamente desigual, há suspeitas de que as pessoas da base da pirâmide foram as maiores afetadas pela doença (Pires L. N.; Carvalho L.; Xavier L. L., 2020).

O Brasil enfrenta escassez de recursos na maioria das regiões do país, incluindo a falta de leitos de UTI e ventiladores, com uma enorme heterogeneidade regional. Em 72% das regiões de saúde do país, o número de leitos de UTI pelo SUS é inferior ao considerado adequado, o que corresponde a 56% da população brasileira total, e 61% da população sem cobertura de planos privados de saúde. A situação é mais crítica nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde 142 regiões não possuem leitos de UTI (Lima C. et al., 2020).

Levando em conta a estratificação social por variáveis como idade, classe, raça e gênero, há suspeitas de que essas características influenciam na letalidade do vírus. No que diz respeito a raça/cor sabe-se que o racismo estrutural expõe os negros, pardos e indígenas a maior proporção de agravamento da doença e sua letalidade quando comparados com brancos (Muniz T. P., 2020).

3.3. Fatores de risco

Fatores de risco associados às maiores chances de contraírem a doença são a idade entre 50-59 anos, do gênero masculino, não brancos, com condições médicas de obesidade, diabetes, doença renal, demência e HIV/Aids, que vivem em residências com baixa qualidade do ar, com vulnerabilidade financeira, domiciliar e de transporte (Rosenfeld et al., 2020).

Os fatores de risco são características que aumentam as chances de agravamento ou a morte por determinada doença, no que diz respeito à COVID-19 estes fatores são: idade avançada, gênero, cor de pele não branca, e pré-existência de comorbidades.

Ao envelhecer, a função do sistema imunológico é alterada, deixando os idosos com baixa resposta imunológica para enfrentar agentes infecciosos. Assim, ocorre replicação e disseminação viral mais facilmente dentre eles. Há também um aumento das inflamações, presença de doenças crônicas subjacente, acarretando uma maior vulnerabilidade a novas doenças. Todas as pessoas estão suscetíveis a pegarem COVID-19, porém, idosos por estarem com o sistema imunológico debilitado, o Sars-CoV-2 está mais propenso em se

proliferar, com a possibilidade de causar infecções no pulmão e em múltiplos órgãos levando o enfermo a óbito (Tavares, et al. 2020).

No estudo de Rozenfeld et al. (2020) com dados do sistema de saúde Providence dos EUA foi demonstrado que a razão de chance dos mais velhos adquirirem a doença é 1.69 (IC 95%: 1,41–2,02, $p < 0,0001$) comparados aos não idosos, estando também associado a piores desfechos de casos (Wu et al., 2020).

Os homens e mulheres possuem a mesma suscetibilidade ao Sars-CoV-2, porém, os homens são mais propensos a evoluírem para casos mais severos da doença e acabarem em morte por COVID-19 quando comparado com as mulheres (Jin et al., 2020).

O motivo exato para essa diferença não é totalmente compreendido, mas existem suposições de que os homens têm comportamentos não saudáveis como tabagismo, e que mulheres fazem mais exames de rotina e se preocupam mais com a saúde. Além disso, outra justificativa seria maior percentual de comorbidades nos homens, e que os seus hormônios não contribuem para o combate da doença igual os estrógenos femininos.

A organização CDC (Center for Disease Control and Prevention – Centro de Controle e Prevenção de Doença) que protege o sistema de saúde público dos EUA, aponta raça e etnia como fatores de risco para casos mais graves e óbitos por COVID-19 por outras causas subjacentes, tendo em vista que negros, indígenas, hispânicos e latinos estão associadas às classes sociais mais baixas, condições de empregos precários, impossibilidade do distanciamento social e falta à serviços de saúde. Além do mais, comorbidade são mais prevalentes em indivíduos negros do que em brancos, disparidade que só aumenta conforme a idade.

A doença hematológica afeta negativamente a produção de determinados componentes do sangue, que pode deixar o sistema imune debilitado, assim o indivíduo fica mais suscetível a infecções. Em um estudo observacional de Keat et al. (2022), com dados coletados de 6 centros hematológicos da Malásia, foi analisado os tratamentos e resultados dos pacientes que testaram positivo para COVID-19, e concluíram que 45% dos pacientes com doença hematológica

tiveram caso graves ou severos de infecção, com uma taxa de mortalidade de 31,7%.

O ministério da saúde do Brasil define a diabetes mellitus como uma condição caracterizada pela produção insuficiente ou má absorção de insulina no corpo, resultando em desregulação dos níveis de glicemia nos vasos sanguíneos. Essa desregulação compromete a capacidade do sistema imunológico de defender o organismo contra o vírus de forma simultânea, tornando o corpo mais sensível a infecções. Diversos estudos têm apontado a diabetes como uma das principais comorbidades associadas ao agravamento e aumento de risco de mortalidade pela COVID-19 (Brito V. P., Carrijo A. M. M. e Oliveira S. V., 2020).

A Organização Mundial da Saúde declara que estar acima do peso ou obeso por altos níveis de gordura no corpo indica um risco a saúde. As pessoas são enquadradas nesses grupos através do Índice de Massa Corporal, caso a massa do indivíduo for maior que 25 é considerado sobrepeso, caso esteja acima de 30 é considerada obesa. A obesidade está altamente associada a má nutrição e a outras doenças crônicas como a doença cardiovascular e diabetes. Assim, é um fator de risco associado ao agravamento e óbito por COVID-19.

Considerando fatores de risco ter acima de 60 anos, ter sido diagnosticado com diabetes, hipertensão arterial, asma, doença pulmonar, doença cardíaca ou insuficiência renal, um estudo de Pesquisa Nacional de Saúde com base em estimações utilizando os dados de 2013, foi relatado que 43% da população brasileira, está em pelo menos um grupo de risco, porém, esse número tem uma distribuição estratificada, a maior porcentagem são de pessoas que só estudaram até o ensino fundamental, e quando comparados as pessoas que têm dois ou mais fatores de risco a proporção é três vezes maior para aqueles que só estudaram até o ensino fundamental comparados com aqueles que estudaram até o ensino médio (Pires L. N.; Carvalho L.; Xavier L. L., 2020).

4. Metodologia

4.1. Design do Estudo

Este estudo ecológico visa entender a distribuição espacial dos casos e óbitos por COVID-19 na população idosa do estado de Sergipe. Utilizamos a análise espacial de dados aplicada a grupos de municípios sergipanos, empregando técnicas estatísticas adaptadas ao território. A escolha deste formato de estudo epidemiológico é crucial, pois permite a formulação de políticas de saúde pública direcionadas a locais estratégicos com base em evidências empíricas (ROMANOWSKI, CASTRO E NERI, 2019).

4.2. Dados

Os dados referem-se a microdados de pacientes notificados com Síndrome Respiratória Aguda Grave no Brasil, da rede de vigilância da Influenza e outros vírus respiratórios, com a incorporação da vigilância da COVID-19. As bases de dados são disponibilizadas no site <https://opendatasus.saude.gov.br>, e passam por tratamento que envolve a anonimização, em cumprimento a legislação.

Os dados disponíveis trazem todos os casos notificados desde 1º de janeiro de 2020, e são atualizados semanalmente com novas notificações. Vale ressaltar que a atualização desta base de dados não acompanha o mesmo ritmo das notificações realizadas acerca da COVID-19. Será utilizada na pesquisa todos os registros dos anos de 2020 até 20 de janeiro de 2024 no estado de Sergipe.

A base cartográfica para a realização dos mapas será obtida no IBGE, no <https://portaldemapas.ibge.gov.br/>, que dispõe a malha municipal do estado de Sergipe em formato shapefile, com atualização mais recente datada de 2022.

4.3. Análise Descritiva

A análise descritiva foi empregada para oferecer uma visão inicial detalhada da distribuição das variáveis relevantes ao estudo. Este método

permitiu compreender as características básicas e a frequência das variáveis analisadas, fornecendo um panorama preliminar sobre o fenômeno investigado (BUSSAB E MORETTIN, 2006).

4.4. Análise de Agrupamento

É uma das técnicas de análise multivariada que tem como primeiro objetivo reunir objetos baseando-se em suas características. Nessa classificação, o grupo formado deve ter um alto grau de homogeneidade interna e alta heterogeneidade externa, chamadas de *within-cluster* e *between-cluster*, respectivamente. Essa formação de grupos é feita utilizando-se as medidas de similaridade e as medidas de distâncias (dissimilaridades). Genericamente, a análise de agrupamento compreende cinco etapas (ANDERSON, 1984; CORRAR; PAULO; FILHO, 2009; ORLÓCI, 1978):

- 1- A seleção de indivíduos ou de uma amostra de indivíduos a serem agrupados;
- 2- A definição de um conjunto de variáveis a partir das quais serão obtidas informações necessárias ao agrupamento dos indivíduos;
- 3- A definição de uma medida de semelhança ou distância entre os indivíduos;
- 4- A escolha de um algoritmo de partição ou classificação;
- 5- A validação dos resultados encontrados. A medida de similaridade mais utilizada é a Distância de Mahalanobis (1936), distinguida da distância euclidiana pelo fato de considerar as correlações do conjunto de dados e não depender da escala das medições. A distância de Mahalanobis é encontrada através da fórmula:

$$D_{ij}^2 = (X_i - X_j)' \cdot \Sigma^{-1} \cdot (X_i - X_j)$$

em que: X_i é o vetor de média do i-ésimo grupo; X_j é o vetor de média do j-ésimo grupo; Σ é a estimativa combinada da matriz da covariância / variância dentro dos grupos.

A distância de Mahalanobis também pode ser definida como uma medida de dissimilaridade entre dois vetores aleatórios y e x de mesma distribuição com matriz de covariância Σ :

$$d(x, y) = \sqrt{(y - x)' \cdot \Sigma^{-1} \cdot (y - x)}$$

Considerando $\Sigma = I$, onde I é igual a matriz identidade, a distância de Mahalanobis se reduz a distância Euclidiana.

4.5. Técnicas Hierárquicas Aglomerativas

Essas técnicas consistem em considerar n conglomerados no início da análise, ou seja, cada elemento do conjunto de dados observado forma um conglomerado e então, através de medidas de similaridade (ou dissimilaridade) os novos grupos vão sendo formados, podendo acontecer que um grupo já formado, possa formar um diferente grupo com outro elemento desse conjunto e repete-se esse processo até formar um único grupo com todos esses elementos considerados (ANDERSON, 1984; CORRAR; PAULO; FILHO, 2009; ORLÓCI, 1978).

Devido a essa propriedade é possível construir um gráfico chamado de dendrograma ou dendrograma que representa a história do agrupamento. O dendrograma é um gráfico que tem a forma de uma árvore onde na escala horizontal são marcados os elementos amostrais numa ordem conveniente e na escala vertical são colocados os níveis de similaridade (ou dissimilaridade) (ANDERSON, 1984; CORRAR; PAULO; FILHO, 2009; ORLÓCI, 1978).

4.6. Método de Ward

Ward (1963) propõe um processo geral de classificação em que n elementos são progressivamente reunidos dentro de grupos através da minimização de uma função objetivo para cada $(n - 2)$ passos de fusão. Segundo Orloci (1978), o algoritmo de Ward pode ser resumido nas seguintes etapas:

1 - Determina-se a matriz de distâncias. Localizam-se os dois agrupamentos para os quais d_{ij} é mínimo;

2 - Reúnem-se estes agrupamentos, formando um novo agrupamento, e verifica-se se o número de agrupamentos (g), já foi alcançado, se não, segue à etapa 3, caso contrário, termina-se a análise;

3 - Calcula-se o valor do aumento a ser obtido na soma de quadrados pela reunião de qualquer dos agrupamentos: $I = \left(\frac{2}{2}\right) d_{pq}$

4 - Determina-se os dois agrupamentos que apresentam um menor incremento na matriz D , isto é, $Min(I_{ij})$ e volta-se à etapa 2.

4.7. Autocorrelação Espacial

Para a análise espacial conceitos como dependência espacial e autocorrelação espacial são fundamentais. A autocorrelação espacial é a expressão computacional da dependência espacial, sendo o mais conhecido e comum dentre os efeitos espaciais. A ideia é verificar como o padrão espacial varia, a partir da comparação entre os valores de uma amostra e de seus vizinhos (ZIMBACK, 2003).

Seu algoritmo resume-se primeiramente em calcular as distâncias entre todos os pontos e depois se criam classes de distância para pares de pontos que têm mais ou menos a mesma distância entre si. Essas classes geralmente têm como base um lag (distância entre dois pontos) de espaçamento especificado pelo pesquisador. O último passo é calcular a autocorrelação para todos os pares de pontos dentro de um grupo de distância. (ANDRIOTTI, 2003; YAMAMOTO; LANDIM, 2013; ZIMBACK, 2003)

A autocorrelação espacial pode ser estimada por meio de diversos indicadores, os quais permitem estimar o quanto o valor observado de um atributo em uma determinada região é dependente dos valores dessa mesma variável nas localizações vizinhas. Os indicadores de autocorrelação espacial são casos particulares de uma estatística de produtos cruzados segundo a expressão (CÂMARA; MEDEIROS, 1998)

$$\Gamma(d) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) \xi_{ij}$$

em que, dada uma distância d , w_{ij} é uma matriz que fornece uma medida de

contiguidade espacial entre as variáveis aleatórias Z_i e Z_j , por exemplo, informando que são separadas por uma distância menor que d ; e ξ_{ij} é uma matriz que fornece uma média de correlação entre variáveis aleatórias.

4.7.1. Índice de Moran Global

O Índice I global de Moran (MORAN, 1948) é a estatística mais difundida, e mede a correlação a partir do produto dos desvios em relação à média. Assim como um coeficiente de correlação linear, o Índice I global de Moran varia de -1 a 1. Valores próximos a zero correspondem a autocorrelação espacial não significativa, valores positivos indicam correlação direta e valores negativos apontam para uma correlação inversa. O Índice I global de Moran é definido por:

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

em que: n é o total de municípios avaliados, $z_i = (x_i - \bar{x})$ e $z_j = (x_j - \bar{x})$ são as informações centradas na média da variável x , para os municípios i e j , respectivamente; w_{ij} é o elemento da matriz quadrada simétrica $W_{(n \times n)}$, que expressa a relação espacial entre observações; e $S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2$ é a matriz simétrica de pesos espaciais W .

4.7.2. Índice de Moran Local

A métrica de autocorrelação espacial global fornece um valor único para todo o conjunto de dados como medida de associação espacial, o que é útil para caracterizar toda a área de estudo. No entanto, ao lidar com muitos locais em uma região, é provável que diferentes mecanismos de correlação espacial surjam, e máximos locais de autocorrelação apareçam onde as dependências espaciais são mais pronunciadas. Portanto, os esquemas geralmente precisam ser examinados com mais detalhes. Para isso, é necessário utilizar métricas de associação espacial que possam ser correlacionadas a diferentes localizações de variáveis espacialmente distribuídas. (ANSELIN, 1995)

Os indicadores locais produzem um valor específico para cada região,

permitindo identificar outliers e indicar a extensão da significância de um grupo de valores iguais. Anselin (1995) expressa o índice de Moran local (I) como:

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

A interpretação mais direta do índice local I de Moran é que valores significativamente altos e positivos indicam a presença de clusters de valores altos e baixos, enquanto valores significativamente baixos indicam regiões de transição entre um determinado estado espacial e outro. (ANSELIN, 1995)

4.7.3. Lisa Map e Moran Map

A autocorrelação local gera o diagrama de dispersão de Moran para a identificação de áreas críticas ou de transição, em que o valor de cada município é comparado com os valores dos municípios vizinhos. A representação desses resultados gera o LISA Map. Os quadrantes gerados são interpretados da seguinte forma: Q1 - alto/alto (valores positivos e médias positivas); Q2 - baixo/baixo (valores negativos e médias negativas); Q3 - alto/baixo (valores positivos e médias negativas); Q4 - baixo/alto (valores negativos e médias positivas). O Mapa LISA parte do Índice de Moran Local para a identificação de diferentes padrões de significância estatística. O Moran Map considera apenas as áreas cujos índices de Moran foram significativos (P-valor < 0,05) (SIQUEIRA *et al.*, 2021).

4.8. Considerações Éticas

Este projeto não precisou ser aprovado junto à Comissão de Ética em Pesquisa Institucional, pois trata-se de uma pesquisa em que os dados estão disponíveis para todos e quaisquer indivíduos, respaldada pela Lei no 12.527, de 18 de novembro de 2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação e Lei da Transparência, que dispõe sobre o direito fundamental de acesso à informação a fim de garantir o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do §3º do art. 37 e no §2º do art. 216 da Constituição Federal.

5. Resultados

O primeiro caso de COVID-19 em idosos no estado de Sergipe, foi no dia 21 de março de 2020. O estudo analisou 9.788 dados de idosos com Síndrome Respiratória Aguda Grave por COVID-19 até o dia 26 de janeiro de 2024.

A idade dos enfermos em análise varia entre 60 e 116 anos. A Tabela 1 retrata as características sociais dos idosos infectados pelo vírus Sars-Cov-2, notificados no estado de Sergipe. Desse modo, foi possível observar que 37,9% tem idade entre 60 e 69 anos, sendo a maioria do sexo masculino (52,7%), autodeclarados negros (81,7%), estudaram só até o ensino fundamental (74%), residentes da zona urbana (85,7%).

Tabela 1 - Variáveis sociodemográficas de 9788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024.

Variáveis	Frequência Percentual	
Faixa etária		
60-69	3.710	37,9%
70-79	3.491	35,7%
80 ou mais	2.587	26,4%
Sexo		
Masculino	5.153	52,7%
Feminino	4.633	47,3%
Raça		
Pretos/Pardos	5.722	81,7%
Indígenas	5	0,1%
Brancos	1.206	17,2%
Amarelos	69	1%
Escolaridade		
Fundamental	2.087	74%
Médio	488	17,3%
Superior	245	8,7%
Zona de residência		
Rural e Periurbana	1.153	14,3%
Urbana	6.895	85,7%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Já no que diz respeito, aos sinais e sintomas na Tabela 2, os mais comuns foram o de dispneia (63,2%), tosse (52,3%), e saturação de O₂ < 95% (52,1%).

Tabela 2 – Sinais e Sintomas de 9.788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024.

Sinais e Sintomas	Frequência	Percentual
Dispneia	6.186	63,2%
Tosse	5.119	52,3%
Saturação de Oxigênio < 95%	5.099	52,1%
Desconforto respiratório	4.677	47,8%
Febre	4.046	41,3%
Dor de garganta	800	8,2%
Fadiga	714	7,3%
Diarreia	591	6,0%
Vômito	478	4,9%
Dor abdominal	285	2,9%
Perda do paladar	172	1,8%
Perda do olfato	170	1,7%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Ao observar a Tabela 3, nota-se que 73,9% dos Idosos relataram algum fator de risco, sendo Cardiopatia (46,3%), Diabetes (34,3%) e Obesidade (4,9%) as doenças subjacentes com maiores proporções.

Tabela 3 – Fator de risco de 9.788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024.

Variáveis	Frequência	Percentual
Fator de risco	7.229	73,9%
Cardiopatia	4.535	46,3%
Diabetes	3.353	34,3%
Obesidade	475	4,9%
Hematológica	62	0,6%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A tabela 4 demonstra que dos notificados, 8981 foram hospitalizados (91,8%), 2833 necessitaram ir para Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (28,9%), dos 6788 pacientes que necessitaram de suporte ventilatório (83,1%) a maioria foi não invasivo (46,1%). A letalidade foi de 66,5%.

Tabela 4 – Fatores clínicos de 9788 casos de idosos acometidos com COVID-19, em Sergipe, Brasil, de março de 2020 até janeiro de 2024.

Fatores clínicos	Frequência	Percentual
Hospitalizado	8981	91,8%
UTI	2833	28,9%
Suporte Ventilatório		
Sim, invasivo	3024	37%
Sim, não invasivo	3764	46,1%
Evolução do caso		
Óbito	4793	66,5%
Cura	2411	33,5%

Fonte: Elaborado pelos Autores (2024)

Utilizando a incidência por 100 mil da população idosa, revelou-se uma autocorrelação positiva significativa ($p < 0,001$; Moran I = 0,67), ou seja, determinados municípios apresentam dependências nos valores de incidência com valores de seus municípios vizinhos. Destacou-se a região metropolitana de Aracaju e o baixo São Francisco Sergipano como do tipo alto-alto, representada como correlação local significativa ($p < 0,05$).

Os municípios com maiores taxas de incidência foram Aracaju (5198), Barra dos Coqueiros (5083), Nossa Senhora do Socorro (4538), São Cristóvão (4523), General Maynard (4090), e Pirambu (3726) (Figura 1A e 1B).

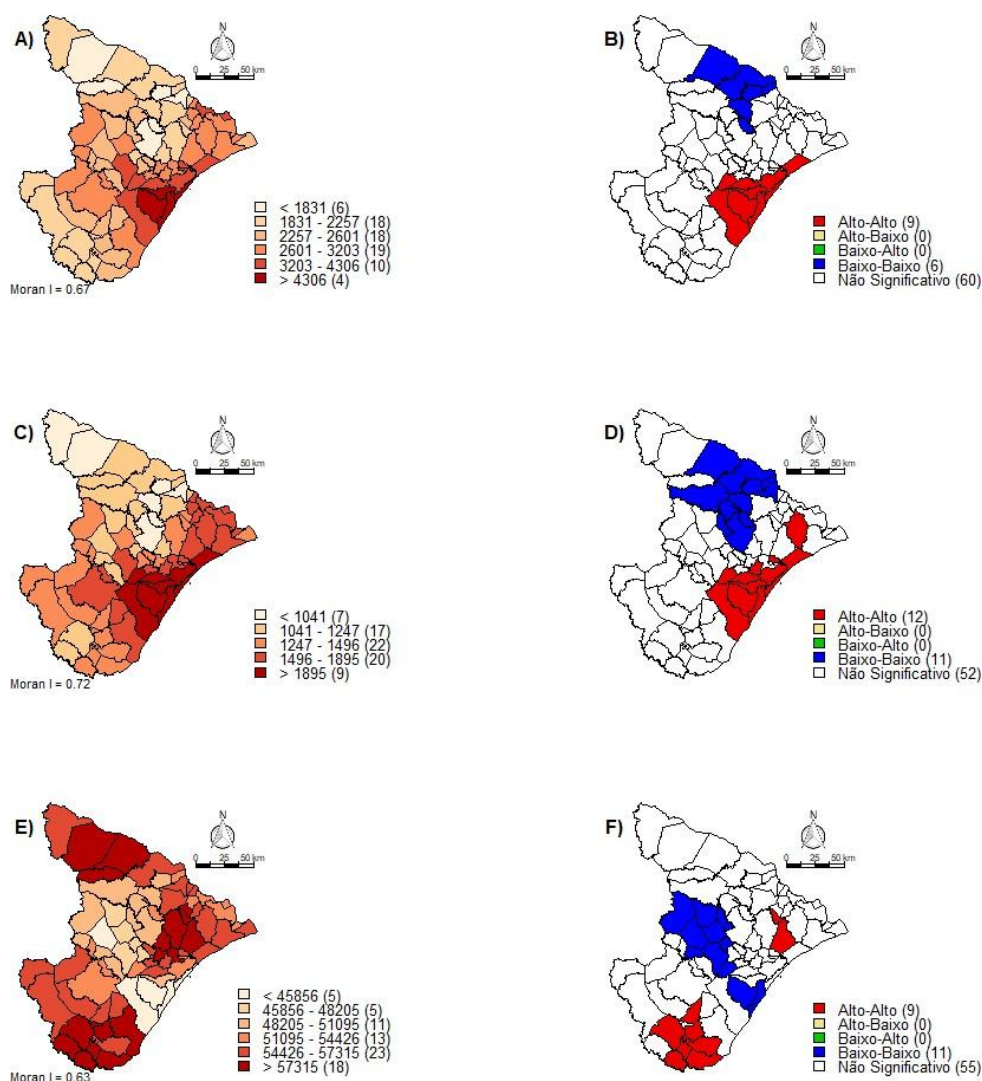
A Figura 1C enfatiza a taxa de mortalidade dos idosos por 100 mil, com autocorrelação positiva significativa ($p < 0,001$; Moran I = 0,72), sendo a mortalidade mais elevada em Nossa Senhora do Socorro (2337), Barra dos Coqueiros (2320), Aracaju (2284), Pirambu (2157), São Cristóvão (2133) e Santo Amaro das Brotas (2082).

Ao observar a Figura 1D é possível notar que o índice de Moran local identifica dois bolsões, um alto-alto e outro baixo-baixo com significância estatística ($p < 0,05$). O leste Sergipano (divisão das regiões intermediárias) está com altas taxas de mortalidade, com enfoque na região da grande Aracaju.

A Letalidade da COVID-19 na população mais longeva de Sergipe, possui maior porcentagem nas regiões sul, baixo São Francisco, alto sertão e leste do estado. Com autocorrelação positiva significativa ($p < 0,001$; Moran I = 0,63) (Figura 1E). A Figura 1F revela três bolsões com significância estatística ($p <$

0,05). Dois do tipo alto-alto, um localizado no sul do estado, e outro na parte superior compostos por Japaratuba e Muribeca.

Figura 1 - Análise Espacial da COVID-19 na População Idosa, de Sergipe, até janeiro de 2024. A) Moran Map das Taxas de Incidência; B) LISA Map das Taxas de Incidência; C) Moran Map das taxas de Mortalidade; D) LISA Map das taxas de Mortalidade; E) Moran Map das taxas de Letalidade; F) LISA Map das taxas de Letalidade.

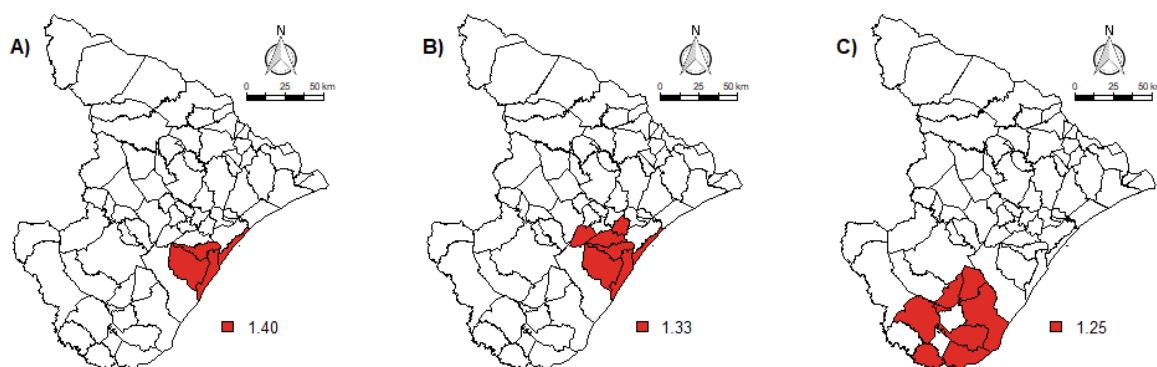


Os idosos que estão nos municípios de Aracaju, Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro, e São Cristóvão tem 1,39 vezes mais chances de contraírem a COVID-19 comparado aos idosos que habitam outros municípios do estado (Figura 2A).

Os idosos que estão nos municípios de Aracaju, Areia Branca, Barra dos Coqueiros, Laranjeiras, Maruim, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão tem 1,33 vezes mais chances de morrerem por COVID-19 comparado aos idosos que habitam outros municípios do estado (Figura 2B).

Os idosos que contraíram a COVID-19 nos municípios de Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Itabaianinha, Pedrinhas, Salgado, Santa Luzia do Itanhy possuem 1,27 vezes mais chances de morrerem por COVID-19 comparado aos idosos que tiveram o contágio em outros municípios do estado (Figura 2C)

Figura 2 – Clusters espaciais do Risco Relativo da COVID-19 na População Idosa, de Sergipe, até janeiro de 2024 A) Casos de COVID-19 por 100.000 população idosa; B) Mortes por COVID-19 por 100.000 população idosa; e D) Mortes por número de casos da população idosa.



6. Discussões

Este estudo teve como objetivos caracterizar os idosos acometidos por COVID-19 no estado de Sergipe, identificar padrões na distribuição espacial da incidência, mortalidade e letalidade da doença, e calcular o risco relativo de infecção e óbito entre os enfermos. Dessa forma possível obter informações sobre a situação epidemiológica entre os idosos em Sergipe tornando-se possível traçar políticas públicas baseado em dados.

Nossa análise identificou que a maioria dos idosos acometidos por COVID-19 em Sergipe estava na faixa etária dos 60 aos 69 anos, homens, negros, com baixa escolaridade, da zona urbana. Também, foi possível observar que os sinais e sintomas mais comuns foram o de dispneia, tosse, e saturação de O₂ < 95%. Mais da metade apresentaram alguma comorbidade, com destaque para cardiopatia, diabetes e obesidade. No que diz respeito aos fatores clínicos a maioria necessitou ser hospitalizada, tiveram que usar suporte ventilatório, e culminaram em óbito. Estes achados corroboram com a literatura existente (Rosenfeld et al., 2020; Tavares, et al. 2020; Jin et al., 2020; Brito V. P., Carrijo A. M. M. e Oliveira S. V., 2020; Pires L. N.; Carvalho L.; Xavier L. L., 2020). Essa caracterização é de suma importância para orientar estratégias de prevenção e tratamento.

Em relação à distribuição espacial, identificamos padrões significativos na incidência, mortalidade e letalidade da COVID-19. A análise espacial indicou que as áreas urbanas de Sergipe, especialmente a grande Aracaju, apresentaram maiores taxas de incidência e mortalidade em comparação com outras regiões do estado. Coincidindo com a distribuição dos casos e óbitos nos estados do nordeste, que mostraram seu enfoque nas capitais litorâneas e seus municípios vizinhos (Boschiera et al., 2021; Pereira et al., 2021). Além disso, observamos uma taxa de letalidade mais alta na região sul, onde os municípios têm baixos indicadores socioeconômicos. Indicando uma possível associação entre desigualdade e letalidade (Siqueira et al., 2021, Santos et al. 2022).

7. Conclusões

Este trabalho analisou a espacialização dos casos e óbitos causadas pela infecção por COVID-19 em pessoas idosas, nos municípios de Sergipe.

Na primeira parte foi realizada análise descritivas dos dados, e observou as características sociodemográficas com maior prevalência nos pacientes idosos do sexo masculino autodeclarados negros que estudaram só até o ensino fundamental e residentes na zona urbana. Quanto aos sintomas com maior frequência, teve-se a dispneia, tosse, e saturação de O₂ < 95%. Em relação aos fatores clínicos, constatou-se que os acometidos pela doença a maioria tiveram que ser internados, 2.833 deram entrada na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (29%), 6.788 recorreram ao suporte ventilatório (83,1%), e 4.793 findaram em óbito (66%).

Na segunda parte, a análise espacial demonstrou que a região da grande Aracaju tem as maiores taxas de incidência e mortalidade, por outro lado, as maiores taxas de letalidade estão no sul do estado.

Portanto, conclui-se que todos os objetivos específicos foram alcançados, e entrega uma base sólida para entender a espacialização da doença em idosos no território sergipano.

8. Referências Bibliográficas

- Almeida, M. C. da S., Gomes, C. de M. S., & Nascimento, L. F. C. (2014). **Distribuição espacial de óbitos por doença de Alzheimer no estado de São Paulo.** Sao Paulo Medical Journal, 132(4), 199–204. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2014.1324610>
- ANDERSON, T. W. **An introduction to multivariate statistical analysis.** New York: John Wiley & Sons, 1984. 675 p.
- ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. **Fundamentos de estatística e geoestatística.** São Leopoldo: Unisinos, 2003. 165 p.
- ANSELIN, Luc. **Local Indicators of Spatial Association-LISA.** *Geographical Analysis* v. 27, n. 2, p. 93–115, 3 set. 1995.
- Brito, V. P.; Carrijo, A. M. M.; e Oliveira, S. V. de. (2020). **Associação da Diabetes Mellitus com a gravidade da COVID-19 e seus potenciais fatores mediadores:** uma revisão sistemática. *Revista Thema*, 18, 204–217. <https://doi.org/10.15536/thema.v18.especial.2020.204-217.1820>.
- BROOKS, S. K.; Webster, R. K.; Smith, L. E.; Woodland, L.; Wessely, S.; Greenberg, N.; Rubin, G. J. (2020). **The psychological impact of quarantine and how to reduce it:** rapid review of the evidence. In *The Lancet* (Vol. 395, Issue 10227, pp. 912–920). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Princípios básicos em geoprocessamento. Sistemas de informações geográficas:** aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília- DF: Embrapa-SPI / Embrapa-CPAC, 1998. p. 3–11.
- CAMPOS, A. C. V., Shigaef, N., & Souza, M. V. M. (2022). **Diferenças de sexo na letalidade da covid-19 entre idosos no Pará, BRASIL, 2020.** *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e Da Saúde*, 18, 102–113. <https://doi.org/10.14393/hygeia1859715>.
- CARVALHO, A. R., de Souza, L. R., Gonçalves, S. L., & de Almeida, E. R. F. (2021). **Social vulnerability and health crisis in Brazil.** *Cadernos de Saúde Publica*, 37(9). <https://doi.org/10.1590/0102-311X00071721>.
- CHEN, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., Qiu, Y., Wang, J., Liu, Y., Wei, Y., Xia, J., Yu, T., Zhang, X., e Zhang, L. (2020). **Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China:** a descriptive study. *The Lancet*, 395(10223), 507–513. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7).
- CORRAR, Luiz J.; PAULO, Edilson; FILHO, José Maria Dias. **Análise Multivariada:** para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 541 p.
- Fleury, M. K. (2020). **A COVID-19 e o laboratório de hematologia:** uma revisão da literatura recente. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, 52(2). <https://doi.org/10.21877/2448-3877.20200003>.
- LIMA KUBO, H. K., Campiolo, E. L., OCHIKUBO, G. T., & Batista, G. (2020). **Impacto da pandemia do covid-19 no serviço de saúde:** uma revisão DE

LITERATURA. InterAmerican Journal of Medicine and Health, 3. <https://doi.org/10.31005/iajmh.v3i0.140>

MAHALANOBIS, Prasanta Chandra. On **the generalised distance in statistics**. Proceedings of the National Institute of Sciences of India v. 2, n. 1, p. 49–55, 1936.

Mazinani, M., & Rude, B. J. (2021). **The novel zoonotic Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic**: Health perspective on the outbreak. In *Journal of Healthcare Quality Research* (Vol. 36, Issue 1, pp. 47–51). Elsevier Espana S.L.U. <https://doi.org/10.1016/j.jhqr.2020.09.004>

MORAN, P. **The Interpretation of Statistical Maps**. Journal of the Royal Statistical Society v. 40, p. 283–294, 1948.

MUNIZ, T. P. COVID-19 E OS NÚMEROS: **O QUESITO RAÇA/COR E AS CONTROVÉRSIAS DAS NOTIFICAÇÕES**. Disponível em <https://coronavirus.saude.gov.br/definicao-de-caso-e-notificacao>.

Na Zhu, Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., & Tan, W. (2020). **A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019**. New England Journal of Medicine, 382(8), 727–733. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2001017>.

Nishiga, M., Wang, D. W., Han, Y., Lewis, D. B., & Wu, J. C. (2020). **COVID-19 and cardiovascular disease**: from basic mechanisms to clinical perspectives. In Nature Reviews Cardiology (Vol. 17, Issue 9, pp. 543–558). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0413-9>.

Nogueira, J. V. D., e Silva, C. M. S. **CONHECENDO A ORIGEM DO SARS-COV-2 (COVID 19)**. Revista Saúde e Meio Ambiente-RESMA, 11, 115–124.

HAO, Y. J., Wang, Y. L., Wang, M. Y., Zhou, L., Shi, J. Y., Cao, J. M., & Wang, D. P. (2022). **The origins of COVID-19 pandemic**: A brief overview. In Transboundary and Emerging Diseases (Vol. 69, Issue 6, pp. 3181–3197). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/tbed.14732>

OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE. **Histórico da pandemia de COVID-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-dapandemia-covid-19>. Acesso em: 01 de maio de 2023.

ORLÓCI, L. **Multivariate Analysis in Vegetation** Research. 2. ed. New York: Springer, 1978. 452 p.

PAIVA, K. M., Hillesheim, D., Rech, C. R., Delevatti, R. S., Brown, R. V. S.,

Gonzáles, A. I., & Haas, P. (2021). **Prevalência e Fatores Associados à SRAG por COVID-19 em Adultos e Idosos com Doença Cardiovascular Crônica**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. <https://doi.org/10.36660/abc.20200955>.

PENG, C K et al. **Mosaic organization of DNA nucleotides**. Physical review. E v. 49, n. 2, p. 1685–9, fev. 1994.

Pereira, V. H. C., Rocha, G. C., Diniz, M. T. M., & Júnior, M. A. C. de. (2021). **Análise de dependência espacial da taxa de mortalidade por Covid-19 nos municípios brasileiros**. Confins, 52. <https://doi.org/10.4000/confins.40509>

PIRES, Luiza; CARVALHO, Laura; XAVIER, Laura L. (2020). **COVID-19 e Desigualdade no Brasil**. DOI:10.13140/RG.2.2.27014.73282.

PODOBNIK, Boris; STANLEY, H. Eugene. Detrended Cross-Correlation Analysis: **A New Method for Analyzing Two Nonstationary Time Series**. Physical Review Letters v. 100, n. 8, p. 084102, 27 fev. 2008.

Rozenfeld, Y., Beam, J., Maier, H., Haggerson, W., Boudreau, K., Carlson, J., e Medows, R. (2020). **A model of disparities: Risk factors associated with COVID-19 infection**. International Journal for Equity in Health, 19 (1). <https://doi.org/10.1186/s12939-020-01242-z>.

Rocha, A., e Souza, G. (2023). **Fatores de Risco Associados a COVID-19 em Pessoas com Doença Cardiovascular Crônica**. Universidade Federal de Sergipe; Departamento de Estatística e Ciências Atuarias e Bolsa CNPq.

ROCHA, R., Atun, R., Massuda, A., Rache, B., Spinola, P., Nunes, L., Lago, M., & Castro, M. C. (2021). **Effect of socioeconomic inequalities and vulnerabilities on health-system preparedness and response to COVID-19 in Brazil: a comprehensive analysis**. The Lancet Global Health, 9(6), e782–e792. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(21)00081-4)

Sabatino, J., de Rosa, S., di Salvo, G., e Indolfi, C. (2020). **Impact of cardiovascular risk profile on COVID-19 outcome. A meta-analysis**. PLoS ONE, 15(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237131>.

SANTANA SANTOS, V., Santos Siqueira, T., Cubas Atienzar, A. I., Augusta Ricardo da Rocha Santos, M., Cristina Fontes Vieira, S., de Siqueira Alves Lopes, A., Rodrigo Santos Silva, J., Ricardo Martins-Filho, P., Eduardo Cuevas, L., & Queiroz Gurgel, R. (n.d.). **Spatial clusters, social determinants of health and risk of COVID-19 mortality in Brazilian children and adolescents: A nationwide population-based ecological study**. <https://doi.org/10.1016/j>

Santos Siqueira, T., Rodrigo Santos Silva, J., do Rosário Souza, M., Cristina Fontes Leite, D., Edwards, T., Ricardo Martins-Filho, P., Queiroz Gurgel, R., & Santana Santos, V. (2021). **Spatial clusters, social determinants of health and risk of maternal mortality by COVID-19 in Brazil: a national population-based ecological study**-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) Corresponding author:-Victor S. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.10>

Sentongo, P., Sentongo, A. E., Heilbrunn, E. S., Ba, D. M.; Chinchilli, V. M. (2020). **Association of cardiovascular disease and 10 other pre-existing comorbidities with COVID-19 mortality: A systematic review and meta-analysis**. In PLoS ONE (Vol. 15, Issue 8 August). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238215>.

SIQUEIRA, Thayane Santos et al. **Spatial clusters, social determinants of health and risk of maternal mortality by COVID-19 in Brazil: a national population-based ecological study**. The Lancet Regional Health - Americas v. 3, p. 100076, nov. 2021.

WALLER, L. A., & Gotway, C. A. (n.d.). **Applied Spatial Statistics for Public Health Data**.

WANG, Y., & Gao, W. (2020). **The application of spatial empirical Bayesian**

smoothing method in spatial analysis of bacillary dysentery: A case study in Yudu County, Jiangxi Province. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 568(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/568/1/012009>

WANG, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., Wang, B., Xiang, H., Cheng, Z., Xiong, Y., Zhao, Y., Li, Y., Wang, X., e Peng, Z. (2020). **Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China.** JAMA - Journal of the American Medical Association, 323 (11), 1061–1069. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>.

WARD, J. H. **Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function.** Journal of the American Statistical Association v. 58, p. 236–244, 1963.

WATANABE, Aripuanã. **Como o coronavírus age no organismo humano UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora.** Como o coronavírus age no organismo humano, 4 de maio de 2020. Disponível em: <https://www2.ufff.br/noticias/2020/05/04/como-o-coronavirus-age-no-organismohumano/>. Acesso em: 26 de abril de 2023.

WHO - World Health Organization. **Coronavirus diseases (COVID-19).** Disponível em: https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1. Acesso em: 20 de abril de 2023.

YAMAMOTO, Jorge Kazuo; LANDIM, Paulo Milton Barbosa. **Geoestatística: conceitos e aplicações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215 p. .9788579750779.

ZEBENDE, G.F.; DA SILVA, M.F.; MACHADO FILHO, A. DCCA cross-correlation coefficient differentiation: Theoretical and practical approaches. Physica **A: Statistical Mechanics and its Applications** v. 392, n. 8, p. 1756–1761, abr. 2013.

ZIMBACK, C. R. L. Geoestatística. Botucatu - SP: UNESP, 2003.

Zunyou Wu, e McGoogan, J. M. (2020). **Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China:** Summary of a Report of 72314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. In JAMA - Journal of the American Medical Association (Vol. 323, Issue 13, pp. 1239–1242). American Medical Association. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>