



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE IMPERATRIZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E TECNOLOGIA

RAYANNE ALVES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE GEOEPIDEMIOLÓGICA DOS ÓBITOS POR COVID-19 NO ESTADO DO
MARANHÃO**

IMPERATRIZ-MA

2023

RAYANNE ALVES DE OLIVEIRA

ANÁLISE GEOEPIDEMIOLÓGICA DOS ÓBITOS POR COVID-19 NO ESTADO DO
MARANHÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Interdisciplinar.

Orientador: Prof. Dr. Marcelino Santos Neto.

IMPERATRIZ-MA

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Alves de Oliveira, Rayanne.

Análise geoeconômica dos óbitos por COVID-19 no Estado do Maranhão / Rayanne Alves de Oliveira. - 2023.
102 f.

Orientador(a): Marcelino Santos Neto.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia/ccim, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2023.

1. Análise Espacial. 2. COVID-19. 3. Epidemiologia.
4. Óbitos. 5. SARS-CoV-2. I. Santos Neto, Marcelino.
II. Título.

RAYANNE ALVES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE GEOEPIDEMIOLÓGICA DOS ÓBITOS POR COVID-19 NO ESTADO DO
MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Tecnologia.

Aprovada em: ____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelino Santos Neto

Orientador

Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Iolanda Graepp Fontoura - 1º Membro

Examinadora Externo

Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Floriacy Stabnow Santos - 2º Membro

Examinadora Interna

Universidade Federal do Maranhão

A minha mãe, Edith Alves de Oliveira, por todo amor, incentivo e confiança. Você foi a primeira a me mostrar que sempre somos capazes de fazer tudo o que não desistimos. Você é meu maior exemplo. As minhas irmãs Rayssa Alves de Oliveira Nunes Lima e Ranney Alves de Oliveira, vocês me encorajaram e apoiaram sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me mostrado que Ele nos torna capazes, por me fortalecer a perseverar nos dias difíceis da trajetória e por me mostrar que a sua graça é maior que minhas limitações. Gratidão a ti Senhor por toda força e amparo, sempre.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo incentivo e por fomentar o crescimento dos cursos de pós-graduação. E à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão, pelo apoio e financiamento da pesquisa.

À Universidade Federal do Maranhão, por me proporcionar a oportunidade de me capacitar em um mestrado de qualidade, me oportunizando nesse trajeto um rico crescimento acadêmico e pessoal.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia, por me proporcionar todo crescimento, bem como ter incentivado e aberto novos horizontes que enriqueceram minha formação profissional. Agradeço, sobretudo, a Coordenação do Programa e todos os docentes que sempre demonstraram muito comprometimento e sempre estiveram dispostos a partilhar seus saberes. Minha gratidão.

À minha família, por me apoiar e acreditar em mim, vocês me deram suporte para dar cada passo da minha caminhada. Em especial, agradeço a minha mãe Edith Alves de Oliveira por ser a grande incentivadora dos meus estudos e por sempre me encorajar nos desafios acadêmicos e profissionais. Ela, que sempre foi um exemplo de força e determinação, muito me ensinou sobre resiliência.

Ao meu esposo Vinícius Mendes Lima por ter me apoiado irrestritamente e ter compreendido meus momentos difíceis frente aos desafios que o mestrado propõe. Você, como sempre, foi muito companheiro no amplo sentido dessa palavra. Obrigada por toda compreensão, incentivo e por vibrar com cada avanço e com cada conquista.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr Marcelino Santos Neto, por toda maestria em ensinar e orientar, pela sua paciência, prestatividade e direcionamento com olhar crítico-científico para esse trabalho, sempre foi um grande incentivador e manteve uma relação orientador-orientanda muito próxima, atento para todas as necessidades desse percurso. Obrigada pelas sábias correções ao longo da caminhada e por todo conhecimento adquirido enquanto sua orientanda.

Ouso ainda a dizer que, para além de um orientador, Deus me proporcionou nele um amigo, pois quando houve interrupções no nosso ritmo de produção devido as pausas inesperadas da vida, quando passei por um acidente e uma internação hospitalar (nessa curta janela que é o Mestrado), ele estendeu um braço amigo, colaborando e se preocupando com minha recuperação. Meu muito obrigada, sempre terei gratidão.

Ao Prof. Dr. Leonardo Hunaldo dos Santos por sua colaboração relativa às análises da fase exploratória da pesquisa e a Enf. Msc. Giana G. Silva Sousa por sua colaboração na fase de análise espacial da pesquisa.

Aos meus colegas de turma do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia, pelo crescimento compartilhado, pela partilha dos saberes e por todo apoio mútuo, em especial agradeço ao Janiel Conceição da Silva e Rodolfo José de Oliveira Moreira, grandes parceiros nos aprendizados e caminhada.

À banca examinadora pela sua colaboração para enriquecimento desse trabalho. As correções e apontamentos sempre são necessários ao aprimoramento de trabalhos científicos, e ter pessoas com notório saber científico dispostas a colaborar nesse processo é primoroso.

E a todos aqueles que contribuíram para essa formação de forma direta ou indireta. Ao longo desse percurso, uma das coisas que aprendi foi que crescer em conhecimentos e galgar novos degraus não são tarefas individuais e isoladas, trata-se, antes de tudo de uma conquista coletiva, pois muitos contribuem durante a jornada.

OLIVEIRA,R.A.. **Análise geoepidemiológica dos óbitos por COVID-19 no Estado do Maranhão**. 102 fls. Dissertação (Mestrado em Saúde e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia, Universidade Federal de Imperatriz, 2023.

RESUMO

A mortalidade por COVID-19 continua a ser um grave problema em saúde pública, que envolve desde fatores biopsicossociais até disponibilidade e acesso aos recursos em saúde. Esforços contínuos têm sido empregados no desenvolvimento e aperfeiçoamento de vacinas, objetivando controlar a pandemia. Apesar disso, a doença continua causando acentuado número de óbitos. Considerando a necessidade de conhecer a realidade epidemiológica e dinâmica espacial dos óbitos pela doença, objetivou-se analisar os aspectos geoepidemiológicos dos óbitos por COVID-19 notificados no estado do Maranhão. Trata-se de estudo ecológico com medidas distintas de análises. Foram incluídos os óbitos notificados por COVID-19, a partir do Sistema de Notificação da COVID-19 do Maranhão, entre março de 2020 a janeiro de 2022. Realizou-se a estatística descritiva das variáveis epidemiológicas e para avaliar a associação entre características epidemiológicas dos casos de COVID-19 e o desfecho óbito foram utilizados modelos de regressão logística simples e múltiplos, sendo expressas as razões de chances. Foram calculadas, por unidades regionais de saúde, as taxas de mortalidade mensais e a média para o período. A análise de tendência da mortalidade foi processada utilizando-se regressões de *Prais-Winsten*. Essas análises foram realizadas no *software SPSS 24.0*. Para distribuir espacialmente as taxas de mortalidade, efetuou-se a análise espacial de área e na análise de autocorrelação espacial empregou-se o Índice de Moran Global e Local (LISA) via *software GeoDa* versão 3.16.2. Destaca-se ainda que, para as análises espaciais, o período foi decomposto em primeira, segunda e pós segunda onda da COVID-19. Os mapas temáticos foram elaborados no QGIS 3.22.7. Pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão, sob parecer nº 4.227.396. Foram identificados 10.986 óbitos, dentre os quais a maior frequência ocorreu em pessoas com idade a partir de 60 anos, homens, raça/cor parda, com critério diagnóstico laboratorial, que fizeram exame de teste rápido, atendidas em unidade pública de saúde, e que possuíam comorbidades, destacando-se a hipertensão arterial sistêmica e *diabetes mellitus*. Os fatores de risco para mortalidade foram sexo masculino, idade a partir de 30 anos, ter realizado exame de RT-PCR, critério diagnóstico por exame de imagem (tomografia), ter uma ou mais comorbidades associadas. As três com maior associação foram respectivamente a *diabetes mellitus*, doenças neurológicas e obesidade, também se associaram aos óbitos as doenças respiratórias, renais e hipertensão arterial sistêmica. As taxas de mortalidade variaram de 0,0 a 44,60 óbitos/100.000 habitantes, destacando-se as regionais de São Luís e Imperatriz. Considerando a média, as taxas foram maiores no período da segunda onda, e a distribuição espacial mostrou-se heterogênea em todas as ondas. A tendência da mortalidade manteve-se estacionária nas 19 regionais de saúde no período investigado. O índice de Moran global indicou correlação espacial positiva das taxas de mortalidade nos três períodos. A análise de Moran local demonstrou *clusters* de óbitos estatisticamente significantes, principalmente na região Oeste. Tais achados suscitam a necessidade de ampliar ações de vigilância e implementar medidas de controle, visando mitigar a mortalidade por COVID-19. Ademais, considera-se que a região Oeste do estado constitui área prioritária para essas intervenções.

Palavras Chaves: COVID-19. SARS-CoV-2. Óbitos. Análise Espacial. Epidemiologia.

OLIVEIRA, R. A. O. **Geoepidemiological analysis of deaths by COVID-19 in the State of Maranhão**. 102 f. Dissertation (Master in Health and Technology) – Postgraduate Program in Health and Technology, Federal University of Imperatriz, 2023.

ABSTRACT

Mortality from COVID-19 continues to be a serious public health problem, which involves everything from biopsychosocial factors to availability and access to health resources. Continuous efforts have been employed in the development and improvement of vaccines, aiming to control the pandemic. Despite this, the disease continues to cause a high number of deaths. Considering the need to know the epidemiological reality and spatial dynamics of deaths from the disease, the objective was to analyze the geoepidemiological aspects of deaths from COVID-19 reported in the state of Maranhão. This is an ecological study with different analysis measures. Deaths notified by COVID-19, from the Maranhão COVID-19 Notification System, between March 2020 and January 2022 were included. Descriptive statistics of epidemiological variables were performed and to evaluate the association between epidemiological characteristics of cases of COVID-19 and the outcome death, simple and multiple logistic regression models were used, expressing the odds ratios. Monthly mortality rates and the average for the period were calculated by regional health units. Mortality trend analysis was performed using Prais-Winsten regressions. These analyzes were performed using SPSS 24.0 software. In order to spatially distribute the mortality rates, a spatial analysis of the area was carried out and in the spatial autocorrelation analysis, the Global and Local Moran Index (LISA) was used via GeoDa software version 3.16.2. It is also noteworthy that, for spatial analyses, the period was decomposed into first, second and post second wave of COVID-19. Thematic maps were created in QGIS 3.22.7. Research approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Maranhão, under opinion nº 4,227,396. A total of 10,986 deaths were identified, among which the highest frequency occurred in people aged 60 years and over, men, brown race/skin color, with laboratory diagnostic criteria, who underwent a rapid test, attended at a public health unit, and who they had comorbidities, with emphasis on systemic arterial hypertension and diabetes mellitus. The risk factors for mortality were male gender, age from 30 years old, having performed an RT-PCR exam, diagnostic criteria by imaging exam (tomography), having one or more associated comorbidities. The three with the greatest association were respectively diabetes mellitus, neurological diseases and obesity, respiratory and renal diseases and systemic arterial hypertension were also associated with deaths. Mortality rates ranged from 0.0 to 44.60 deaths/100,000 inhabitants, especially in the regions of São Luís and Imperatriz. Considering the average, the rates were higher in the period of the second wave, and the spatial distribution was heterogeneous in all waves. The mortality trend remained stationary in the 19 health regions in the investigated period. The global Moran index indicated a positive spatial correlation of mortality rates in the three periods. The local Moran analysis showed statistically significant clusters of deaths, mainly in the West region. Such findings raise the need to expand surveillance actions and implement control measures, aiming to mitigate mortality from COVID-19. Furthermore, it is considered that the western region of the state is a priority area for these interventions.

Keywords: COVID-19. SARS-CoV-2. Deaths. Spatial Analysis. Epidemiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa do Brasil com destaque para o Maranhão com destaque para as 19 regionais de saúde do estado.....	26
Figura 2 – Fluxograma dos passos metodológicos para análise dos dados.....	29
Figura 3 – Fórmula utilizada no cálculo das taxas de mortalidade.....	30
Figura 4 - Distribuição espacial da mortalidade por COVID-19 na primeira onda da COVID-19 no Maranhão.....	39
Figura 5 – Distribuição espacial da mortalidade por COVID-19 na segunda onda da COVID-19 no Maranhão.....	40
Figura 6 – Distribuição espacial da mortalidade por COVID-19 no pós segunda COVID-19 no Maranhão.....	41
Figura 7 – Diagrama de Moran das taxas de mortalidade por COVID-19 na Primeira onda.....	42
Figura 8 – Diagrama de Moran das taxas de mortalidade por COVID-19 na segunda onda.....	42
Figura 9 – Diagrama de Moran das taxas de mortalidade por COVID-19 no pós segunda onda.....	43
Figura 10 – <i>LISA Map</i> da análise das taxas do coeficiente da mortalidade por COVID-19 na primeira onda da COVID-19 no Maranhão	45
Figura 11 – <i>LISA Map</i> da análise das taxas do coeficiente da mortalidade por COVID-19 na segunda onda da COVID-19 no Maranhão.....	46
Figura 12 – <i>LISA Map</i> da análise das taxas do coeficiente da mortalidade por COVID-19 no pós segunda onda da COVID-19 no Maranhão	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos municípios por regionais de saúde, Maranhão, Brasil.....	27
Tabela 2 - Caracterização epidemiológica dos óbitos por COVID-19 no estado do Maranhão, no período de março de 2020 a janeiro de 2022.....	33
Tabela 3 - Análise bruta e ajustada das variáveis epidemiológica associadas ao desfecho óbito por COVID-19 no estado do Maranhão no período de março de 2020 a janeiro de 2022.....	35
Tabela 4 - Tendência da mortalidade por COVID-19 nas regionais de saúde do Maranhão no período de março de 2020 a janeiro de 2022.....	38

LISTA DE SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CDC	Centrol Diseases Control
COVID-19	Doença do Coronavírus 2019
DM	<i>Diabetes Mellitus</i>
EBE	Estimador Empírico Bayesiano
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ESPII	Emergência em Saúde Pública de Importância Internacional
ESPIN	Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional
FAPEMA	Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC 95%	Intervalo de Confiança de 95%
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IPD	Índice de Permanência Domiciliar
MERS-CoV	Vírus Causador da Síndrome Respiratória Aguda Grave Oriente Médio
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
OR	<i>Odds Ratio</i>
PM ₂	Partículas de Material Fino
RT- PCR	Reação em Cadeia da Polimerase com Transcrição Reversa.
SARS-CoV	Vírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave
SARS-CoV-2	Vírus Causador da COVID-19
SES -MA	Secretaria Estadual de Saúde do Maranhão
SIG	Sistema de Informações Geográfica
SNC-19 MA	Sistema de Notificação da COVID-19 do Maranhão
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
SRAG	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SUS	Sistema Único de Saúde

TMV	Taxa de Variação Mensal
TS	Tecnologia em Saúde
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VOI	Variantes de Importância do SARS-CoV-2
VOC	Variantes de Preocupação do SARS-CoV-2
WHO	<i>Organization Health World</i>

SUMÁRIO

	AGRADECIMENTOS.....	V
	RESUMO	VII
	ABSTRACT.....	VIII
	LISTA DE FIGURAS	IX
	LISTA DE TABELAS	X
	LISTA DE SIGLAS	XI
1	INTRODUÇÃO	01
2	REFERENCIAL TEÓRICO	06
2.1	Surgimento da COVID-19.....	06
2.2	Aspectos clínicos e epidemiológicos dos óbitos por COVID-19	08
2.3	Medidas de contingenciamento da COVID-19	12
2.4	Mutações do SARS-CoV-2 e impacto sobre os óbitos.....	15
2.5	Tecnologias em saúde e o geoprocessamento.....	17
2.6	Distribuição espaço-temporal dos óbitos por COVID-19 no mundo	20
3	OBJETIVOS	25
3.1	Objetivo geral	25
3.2	Objetivos específicos	25
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1	Tipo de estudo e cenário da pesquisa.....	26
4.2	População, fontes de dados e critérios de seleção	28
4.3	Variáveis selecionadas	29
4.4	Análises dos dados	29
4.4.1	Fase exploratória dos óbitos	30
4.4.2	Fase de análise espacial dos casos	30
4.5	Aspectos éticos	32
5.	RESULTADOS	33
5.1	Características epidemiológicas dos óbitos por COVID-19 no Maranhão	33
5.2	Fatores associados aos óbitos por COVID-19 no Maranhão	34
5.3	Tendência da mortalidade por COVID-19 no Maranhão	37
5.4	Distribuição espacial da mortalidade por COVID-19 no Maranhão	39

5.5	Análise de correlação espacial da mortalidade por COVID-19 no Maranhão	42
6	DISCUSSÃO	48
7	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXOS.....	84
	Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	84