



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

JANIEL CONCEIÇÃO DA SILVA

**ASPECTOS CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-
TEMPORAL DA COVID-19 NO ESTADO DO MARANHÃO**

IMPERATRIZ - MA

2023

JANIEL CONCEIÇÃO DA SILVA

**ASPECTOS CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-
TEMPORAL DA 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 Título de mestre em Saúde e Tecnologia.

Área de concentração: Interdisciplinar.
Linha de pesquisa: Saúde e Sociedade

Orientador: Prof. Dr. Marcelino Santos Neto
Coorientadora: Profa. Dra. Janaina Miranda Bezerra

IMPERATRIZ-MA

2023

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

Conceição da Silva, Janiel.

Aspectos clínico-epidemiológicos, tendência e
distribuição temporal da COVID-19 no estado do Maranhão /
Janiel Conceição da Silva. - 2023.

95 f.

Coorientador(a): Dra. Janaina Miranda Bezerra.

Orientador(a): Dr. Marcelino Santos Neto.

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

1. Análise Espacial. 2. Análise Espaço-Temporal. 3.
COVID-19. 4. Incidência. 5. Sistemas de Informação
Geográfica. I. Miranda Bezerra, Dra. Janaina. II. Santos
Neto, Dr. Marcelino. III. Título.

JANIEL CONCEIÇÃO DA SILVA

**ASPECTOS CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-
TEMPORAL DA 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 Título de mestre em Saúde e Tecnologia.

Área de concentração: Interdisciplinar.
Linha de pesquisa: Saúde e Sociedade

Orientador: Prof. Dr. Marcelino Santos Neto
Coorientadora: Profa. Dra. Janaina Miranda Bezerra

Aprovado em: __/__/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Dr. Marcelino Santos Neto
(Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a. Janaína Miranda Bezerra
(Coorientadora)
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a. Isaura Letícia Tavares Palmeira Rolim
(Examinadora Externa)
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a. Lívia Maia Pascoal
(Examinadora Interna)
Universidade Federal do Maranhão

Dedico essa dissertação a todos que sempre acreditaram no meu crescimento pessoal e profissional, vocês me deram força e confiança para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio à ciência e fortalecimento dos cursos de pós-graduação.

À Universidade Federal do Maranhão, pelo oferecimento de uma formação de qualidade e incentivo a pesquisa e interdisciplinaridade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia, por viabilizar um conhecimento sólido e interdisciplinar. Em especial à coordenação do Programa e ao corpo docente, por estimular o raciocínio crítico e reflexões que contribuíram para a minha formação, vocês foram fundamentais no processo de construção da dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pela bolsa de estudo e pelo financiamento da pesquisa.

Ao Departamento de Monitoramento e Avaliação em Saúde da Superintendência de Epidemiologia e Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde do estado do Maranhão (SES/MA) pela liberação dos dados.

À Francisca Bruna Arruda Aragão por ter realizado a coleta junto a SES/MA.

Ao Prof. Dr. Leonardo Hualdo dos Santos, meu agradecimento pelas análises realizadas na fase descritiva. À Giana Gislane da Silva de Sousa, pela elaboração dos mapas e por toda paciência, disponibilidade e parceria ao longo do mestrado.

À minha Co-orientadoda Profa. Dra. Janaina Miranda Bezerra, por todas as considerações e contribuições nos trabalhos realizados, foram fundamentais para o engrandecimento dos trabalhos realizados e principalmente para a melhoria da minha dissertação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelino Santos Neto, por toda paciência, empenho e disponibilidade durante todo o mestrado. Muito obrigado por todas as correções, sugestões e conversas para a melhoria não somente dos trabalhos realizados, como também, para o meu crescimento como profissional e pesquisador.

Agradeço a todos os colegas da terceira turma do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia, por todos os momentos compartilhados durante o mestrado e pela colaboração nas atividades e trabalhos realizados.

À Rayanne Alves de Oliveira, pela parceria e apoio durante essa jornada, seu companheirismo foi fundamental para aliviar todos os momentos de ansiedade e inseguranças durante o mestrado.

À minha família, em especial a minha mãe Rosilda Conceição da Silva pelo apoio e incentivo. A confiança e o pensamento positivo de vocês foram fundamentais para que eu superasse as dificuldades vivenciadas ao longo dessa jornada de mestrado.

As minhas amigas Natália Silva, Brenda Campos Santos e Gisele Nascimento Souza Alves por todo incentivo e por sempre confiarem no meu potencial.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que esse momento se tornasse realidade.

*“Just like the seed
I don't know where to go
Through dirt and shadow, I Grow
I'm reaching light through the struggle”
(The Seed - AURORA)*

SILVA, J. C. **Aspectos clínico-epidemiológicos, tendência e distribuição-temporal da COVID-19 no estado do Maranhão.** 2023. 94f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Tecnologia) – Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2023.

RESUMO

Em vista a rápida disseminação da COVID-19 no contexto mundial e a contribuição histórica das análises espaciais e espaço-temporais para a compreensão da dinâmica de doenças infecciosas, este trabalho teve como objetivo analisar os aspectos clínico-epidemiológicos e a distribuição espaço-temporal dos casos do vírus no estado do Maranhão. Trata-se de um estudo ecológico e de séries temporais, que apresenta como unidades ecológicas as unidades regionais de saúde do estado. Foram considerados para o estudo todos os casos novos de COVID-19 registrados entre março de 2020 a janeiro de 2022, obtidos a partir do Sistema de Notificação da COVID-19 do Maranhão (SNC-19 MA), coletados em fevereiro de 2022. Variáveis clínico-epidemiológicas dos casos sob investigação foram expressas por meio da estatística descritiva. A incidência foi calculada a cada mês, por regional de saúde, para estimar a tendência da incidência de COVID-19, utilizando-se regressões de Prais-Winsten, processadas por meio do *software* SPSS 24.0. As taxas de incidência foram distribuídas espacialmente por meio da análise de área e divididas em primeira onda (março/2020 a outubro/2020), segunda onda (novembro/2020 a agosto/2021) e pós-segunda onda (setembro/2020 a janeiro/2022). A técnica de análise de varredura foi empregada com vistas à detecção dos aglomerados no espaço-tempo utilizando o *software* SaTScan® 9.2, considerando o modelo discreto de Poisson. Mapas temáticos das análises espaço-temporais realizadas foram elaborados com o *software* ArcGIS® 10.8. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão, sob parecer n.º 4.227.396. Foram registrados 386.567 casos, dentre os quais a maioria era do sexo feminino (56,30%), raça/cor parda (46,60%), idade de 30 a 39 anos (21,30%), com critério de diagnóstico laboratorial (99,00%), realizado em laboratório público (89,90%), sem comorbidade (75,60%) e sem evolução para óbito (96,90%). Evidenciou-se a distribuição heterogênea das taxas de incidência durante a primeira onda, na qual houve um pico no mês de junho de 2020, com taxa média para o estado de 695,00/100 mil habitantes, destacando-se a regional de Santa Inês com a maior incidência (1.314,70/ 100 mil habitantes). Na segunda onda, houve uma maior incidência na regional de Balsas no mês de agosto de 2021 (858,96/100 mil habitantes). No período pós-segunda onda, a regional de Barra do Corda foi destaque no mês de setembro de 2021 com taxa de 582,90/100 mil habitantes. A tendência da incidência da COVID-19 apresentou comportamento estável em todas as regionais de saúde do estado ao longo do período analisado. A estatística de varredura espaço-temporal revelou quatro aglomerados de alto risco relativo no espaço-tempo distribuídos entre as regionais de Timon e Caxias, São Luís e Pinheiro, Imperatriz e Açailândia e Santa Inês. Os aspectos clínico-epidemiológicos, as áreas de risco espaço-temporal distribuídas heterogeneamente e a tendência estável da COVID-19 evidenciados nesta investigação podem auxiliar a gestão dos sistemas e serviços de saúde no planejamento e implementação de medidas direcionadas à mitigação, vigilância e ao controle da doença no estado do Maranhão.

Descritores: COVID-19. Incidência. Análise Espacial. Análise Espaço-Temporal. Sistemas de Informação Geográfica.

SILVA, J. C. **Clinical-epidemiological aspects, trend and temporal-distribution of COVID-19 in the state of Maranhão.** 2023. 94f. Dissertation (Master in Health and Technology) – Postgraduate Program in Health and Technology, Federal University of Maranhão, Imperatriz, 2021.

ABSTRACT

In view of the rapid human dissemination in the global context of COVID-19 and the historical contribution of spatial and space-time analyzes to the understanding of the dynamics of infectious diseases, this work aimed to analyze the clinical-epidemiological aspects and the space-time distribution of cases of COVID-19 in the state of Maranhão. This is an ecological and time-series study, using the state's regional health units as ecological units. All new cases of COVID-19 registered between March 2020 and January 2022, obtained from the Maranhão COVID-19 Notification System (SNC-19 MA), collected in February 2022, were considered for the study. clinical-epidemiological characteristics of the cases under investigation were expressed using descriptive statistics. The incidence was calculated each month, by health region, and the trend in the incidence of COVID-19 was estimated using Prais-Winsten regressions, processed using SPSS 24.0 software. Incidence rates were spatially distributed through area analysis and were divided into first wave (March/2020 to October/2020), second wave (November/2020 to August/2021) and post second wave (September/2020 to January /2022). The scanning analysis technique was employed with a view to detecting clusters in space-time using the SaTScan® software version 9.2, considering the discrete Poisson model. Thematic maps of the space-time analyzes carried out were prepared using the ArcGIS® 10.8 software. The research was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Maranhão under opinion No. 4,227,396. A total of 386,567 cases were registered, of which the majority were female (56.30%), mixed race/color (46.60%), aged between 30 and 39 years (21.30%), with laboratory diagnosis criteria (99.00%) carried out in a public laboratory (89.90%), without comorbidity (75.60%) and without evolution to death (96.90%). A heterogeneous distribution of incidence rates was evident, in which during the first wave there was a peak in June 2020, with an average rate for the state of 695.00/100,000 inhabitants, with emphasis on the Santa Inês region with the largest (1,314.70/100,000 inhabitants). In the second wave, there was a higher incidence in the Balsas region in August 2021 (858.96/100,000 inhabitants). In the period after the second wave, the regional Barra do Corda was highlighted in September 2021 with a rate of 582.90/100 thousand inhabitants. The trend in the incidence of COVID-19 showed a stable behavior in all health regions in the state over the period analyzed. The space-time sweep statistics revealed four clusters in space-time of relative high risk distributed among the regions of Timon and Caxias, São Luís and Pinheiro, Imperatriz and Açailândia and Santa Inês. The clinical-epidemiological aspects and heterogeneously distributed space-time risk areas and the stable trend of COVID-19 evidenced in this investigation can help the management of health systems and services in the planning and implementation of measures aimed at mitigation, surveillance and control of the disease in the state of Maranhão.

Keywords: COVID-19. Incidence. Spatial Analysis. Space-Time Analysis. Geographic Information Systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa do Brasil por Regiões Geográficas com destaque para o estado do Maranhão e as suas respectivas Unidades Regionais de Saúde.....	38
Figura 2. Diagrama dos passos metodológicos para a análise dos dados da pesquisa.....	40
Figura 3. Distribuição espacial da incidência da COVID-19 na população em geral no Maranhão, primeira onda (março a outubro de 2020). Imperatriz - MA, Brasil. 2022.....	46
Figura 4. Distribuição espacial da incidência da COVID-19 na população em geral no Maranhão, segunda onda (novembro de 2020 a agosto de 2021). Imperatriz - MA, Brasil. 2022.....	47
Figura 5. Distribuição espacial da incidência da COVID-19 na população em geral no Maranhão, pós segunda onda (setembro/2021 a janeiro/2022). Imperatriz - MA, Brasil. 2022.....	48
Figura 6. Aglomerados espaço-temporais dos casos de COVID-19, controlados pela população e por sua distribuição segundo sexo e idade, Maranhão, Brasil (março/2020 a janeiro/2022)	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição das variáveis clínico-epidemiológicas dos casos de COVID-19 registrados no estado do Maranhão (março/2020 a janeiro/2022) Imperatriz, Maranhão, Brasil 2022.....	44
Tabela 2. Tendência da incidência da COVID-19 na população em geral das regionais de saúde do Maranhão no período de março de 2020 a janeiro de 2022.....	46
Tabela 3. Caracterização dos aglomerados espaço-temporais dos casos de COVID-19, controlados pela população e por sua distribuição segundo sexo e idade, Maranhão, Brasil, (março/2020 a fevereiro/2022)	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APC	Células Apresentadoras de Antígeno
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
COVID-19	<i>Corona Virus Disease 2019</i>
DCNT	Doença Crônica Não Transmissível
DM	Diabetes <i>mellitus</i>
ECA-2	Enzima conversora da angiotensina 2
EUA	Estados Unidos
H ₀	Hipótese Nula
H ₁	Hipótese Alternativa
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
IC	Intervalo de Confiança
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	International Business Machines Corporation
ICTV	Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus
IDH	Índice de desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de desenvolvimento Humano Municipal
MERS-CoV	<i>Middle East respiratory syndrome coronavirus</i>
NETs	Armadilha extracelulares de neutrófilos
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAMPs	Padrões moleculares associados a patógenos
RNA	Ácido Ribonucleico
RR	Risco Relativo

RT-PCR polimerase	Transcrição reversa seguida de reação em cadeia da
SARS-CoV	Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus
SARS-CoV-2	Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2
SES/MA	Secretaria de Estado da Saúde do Maranhão
SG	Síndrome Gripal
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS Sul	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do
SNC-19 MA	Sistema de Notificação da COVID-19 do Maranhão
SRAG	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
TAC	Tomografia Computadorizada
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
URS	Unidade Regional de Saúde
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1. Origem, Evolução e Histórico da COVID-19	22
2.2. Aspectos epidemiológicos, imunológicos e fisiopatológicos da COVID-19	23
2.2.1. Aspectos Epidemiológicos da COVID-19.....	23
2.2.2. Aspectos imunológicos e fisiopatológicos da infecção por COVID-19.....	26
2.3. Tecnologia em Saúde e Geoprocessamento	27
2.3.1. Aplicação da geotecnologia em estudos epidemiológicos sobre COVID-19.....	29
2.3.2. Gestão da Informação e limitação de estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários.....	33
3. OBJETIVOS	37
3.1. Objetivo geral	37
3.2. Objetivos específicos	37
4. METODOLOGIA	38
4.1. Tipo de estudo e cenário de pesquisa	38
4.2. População, Fontes de dados e critérios de seleção	38
4.3. Variáveis de estudo	39
4.4. Plano de análises	39
4.4.1. <i>Fase exploratória dos casos</i>	40
4.4.2. <i>Análise espacial e espaço-temporal dos casos</i>	41
4.5. Aspectos Éticos	42
5. RESULTADOS	43
6. DISCUSSÃO	53
7. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	66
ANEXO	92
Anexo A. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa	92