

# COINTER PDVS 2020

II CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS DA SAÚDE  
Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

## GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA DE ESTUDO EM SAÚDE PÚBLICA: UMA ANÁLISE ESPACIAL SOBRE A DISPERSÃO DA COVID-19 NO ESTADO DO MARANHÃO

## LAS GEOTECNOLOGÍAS COMO HERRAMIENTA DE ESTUDIO DE SALUD PÚBLICA: UN ANÁLISIS ESPACIAL DE LA DISPERSIÓN DE COVID-19 EN EL ESTADO DE MARANHÃO

## GEOTECHNOLOGIES AS A PUBLIC HEALTH STUDY TOOL: A SPATIAL ANALYSIS ON THE DISPERSION OF COVID-19 IN THE STATE OF MARANHÃO

Apresentação: Comunicação Oral

Gustavo Bezerra dos Santos Lira<sup>1</sup>; Gabriel Garreto dos Santos<sup>2</sup>; Mayara Emanuele Magalhães Alves<sup>3</sup> João Paulo Ferreira Neris<sup>4</sup>; Tatiana Pará Monteiro de Freitas<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/IICOINTERPDVS.0059>

### RESUMO

O presente trabalho objetivou mapear a disseminação dos casos confirmados da COVID-19 no estado do Maranhão, nos meses de março a julho de 2020. Para isso, foram coletados dados dos casos confirmados e óbitos na SES/MA (Secretária de Saúde do estado do Maranhão), e dados no formato vetoriais dos municípios de interesse da região de estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). Foram realizados mapeamentos da difusão espacial da doença no software QGIS 3.10, utilizando métodos de interpolação pelo Inverso da Distância Ponderada (IDW) e de categorização gradual-quantitativa, pautada nas normativas da cartografia temática. Os resultados alcançados pelo mapeamento da difusão espaço-temporal possibilitaram a identificação de aspectos coexistentes da difusão hierárquica no início da pandemia no estado e por contágio ao longo do tempo até quatro meses do primeiro caso no estado. Verificou-se um total de 106.906 (cento e seis mil e novecentos e seis) casos confirmados em 216 (duzentos e dezesseis) dos 217 (duzentos e dezessete) municípios do estado, com 2676 (dois mil seiscentos e setenta e seis) óbitos registrados. Conclui-se que a espacialização dos dados da COVID-19, possibilitou uma análise de como a doença difundiu-se por praticamente todo território do estado maranhense. Enfatiza-se que as geotecnologias e técnicas computacionais oriundas de geoprocessamento, trabalhadas em ambiente de sistema de informações geográficas (SIGs) apresentam-se como ferramentas primordiais e eficazes para análise geral do território. Uma vez que permitem a construção e atualização de banco de dados, para a elaboração de produtos cartográficos com o alcance de respostas de urgências, que podem contribuir com o planejamento e ações do poder público principalmente os setores de saúde pública.

**Palavras-Chave:** Novo coronavírus, Geografia da saúde, Geotecnologias.

<sup>1</sup> Odontologia, Universidade Federal do Pará – UFPA, [gustavoliranew@gmail.com](mailto:gustavoliranew@gmail.com)

<sup>2</sup> Agronomia, Instituto Federal do Pará – IFPA, [gabryelgarreto@gmail.com](mailto:gabryelgarreto@gmail.com)

<sup>3</sup> Odontologia, Universidade Federal do Pará – UFPA, [mayra.emanuele.ma@gmail.com](mailto:mayra.emanuele.ma@gmail.com)

<sup>4</sup> Agronomia, Instituto Federal do Pará – IFPA, [paulonerisferl@gmail.com](mailto:paulonerisferl@gmail.com)

<sup>5</sup> M.a em Gestão e Desenvolvimento Rural, Instituto Federal do Pará – IFPA, [tatiana.para@ifpa.edu.br](mailto:tatiana.para@ifpa.edu.br)

### RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo mapear la diseminación de casos confirmados de COVID-19 en el estado de Maranhão, de marzo a julio de 2020. Para ello, se recopilaron datos sobre casos confirmados y defunciones en SES / MA (Secretaría de Salud del estado de Maranhão). Maranhão), y datos en formato vectorial de los municipios de interés en la región de estudio del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2019). Los mapeos de la propagación espacial de la enfermedad se realizaron utilizando el software QGIS 3.10, utilizando métodos de interpolación utilizando la Distancia Ponderada Inversa (IDW) y categorización gradual-cuantitativa, basada en las normas de la cartografía temática. Los resultados logrados al mapear la difusión espacio-temporal permitieron identificar aspectos coexistentes de difusión jerárquica al inicio de la pandemia en el estado y por contagio en el tiempo hasta cuatro meses del primer caso en el estado. Hubo un total de 106,906 (ciento seis mil novecientos seis) casos confirmados en 216 (doscientos dieciséis) de los 217 (doscientos diecisiete) municipios del estado, con 2676 (dos mil seiscientos setenta y seis) defunciones registradas. Se concluye que la espacialización de los datos de COVID-19, posibilitó un análisis de cómo la enfermedad se extendió por prácticamente todo el territorio del estado de Maranhão. Se destaca que las geotecnologías y técnicas computacionales derivadas del geoprocésamiento, trabajadas en un entorno de sistema de información geográfica (SIG) se presentan como herramientas esenciales y efectivas para el análisis general del territorio. Ya que permiten la construcción y actualización de una base de datos, para la elaboración de productos cartográficos con alcance de respuestas de emergencia, que puedan contribuir a la planificación y acciones del gobierno, especialmente los sectores de salud pública.

**Palabras Clave:** Nuevo coronavirus, Geografía de la salud, Geotecnologías.

### ABSTRACT

This study aimed to map the dissemination of confirmed cases of COVID-19 in the state of Maranhão, from March to July 2020. For this purpose, data on confirmed cases and deaths were collected at SES / MA (Secretary of Health of the state of Maranhão). Maranhão), and data in vector format of the municipalities of interest in the study region of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2019). Mappings of the spatial spread of the disease were made using the QGIS 3.10 software, using interpolation methods using the Weighted Distance Inverse (IDW) and gradual-quantitative categorization, based on the norms of thematic cartography. The results achieved by mapping the spatio-temporal diffusion enabled the identification of coexisting aspects of hierarchical diffusion at the beginning of the pandemic in the state and by contagion over time up to four months of the first case in the state. There were a total of 106,906 (one hundred and six thousand, nine hundred and six) confirmed cases in 216 (two hundred and sixteen) of the 217 (two hundred and seventeen) municipalities in the state, with 2676 (two thousand six hundred and seventy-six) registered deaths. It is concluded that the spatialization of COVID-19 data, made possible an analysis of how the disease spread throughout practically all the territory of the state of Maranhão. It is emphasized that geotechnologies and computational techniques derived from geoprocessing, worked in a geographic information system (GIS) environment are presented as essential and effective tools for general analysis of the territory. Since they allow the construction and updating of a database, for the elaboration of cartographic products with the reach of emergency responses, which can contribute to the planning and actions of the government, especially the public health sectors.

**Keywords:** New coronavirus, Health geography, Geotechnologies

### INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, vem produzindo repercussões não apenas de ordem biomédica e epidemiológica, mas também impactos sociais, econômicos, políticos, culturais e históricos sem precedentes na história recente das epidemias. O referido fenômeno, primeiramente, passou a fazer parte da dinâmica social dos chineses em meados de dezembro de 2019. Ainda, em poucos meses, espalhou-se pelos cinco continentes,

levando a Organização Mundial da Saúde a declará-lo como uma emergência de saúde pública internacional, dado o seu estado pandêmico (WORLD HUMAN ORGANIZATION, 2020).

No Brasil, o primeiro caso de COVID-19 surgiu em fevereiro no estado de São Paulo e, poucos dias após, infiltrou-se por todo o país de forma rápida. A difusão da COVID-19 tem uma relação direta com infraestruturas técnicas para transportes, mobilidades e fluxos de pessoas e mercadorias, apresentando uma ligação direta com a rede da hierarquia urbana (FIOCRUZ, 2020; SPÓSITO e GUIMARÃES, 2020). O primeiro caso da COVID-19 no estado do Maranhão foi confirmado na cidade de São Luís no dia 20 de março, a capital do estado, oriundo de São Paulo e, dias após a difusão da doença, assumiu o estágio de transmissão local da COVID-19. Após a transmissão local, a incidência pelos municípios em todas as regiões do estado, ocorreu de modo acelerado e intenso, provocando durante a pandemia da COVID-19, o primeiro momento de colapso no sistema de saúde no estado do Maranhão; sendo deflagrado cerca de 40 dias após a notificação do primeiro caso (SES – MA, 2020).

Outra análise relevante foi sobre os fluxos aéreos, rodoviários, ferroviários e aquaviários, para a compreensão da relação espaço e tempo da dispersão COVID-19 no estado maranhense, compreendendo as redes de conexão entre a capital e as demais cidades do continente; a rede de conexão existente entre as cidades circunvizinhas e também a rede de conexão entre os municípios do estado do Maranhão com os municípios de outros estados como Pará, Piauí e Tocantins (SANTOS, 2001). A desigualdade dos serviços de saúde no estado, exigem um olhar diferenciado para o rápido colapso do sistema de saúde, uma vez que a centralidade dos serviços de alta complexidade aumenta a demanda para além da população da capital, englobando praticamente todo o estado, bem como a rede de serviços no território em outros níveis é insuficiente para dar garantia a equidade em saúde. Dessa forma, as geotecnologias representam uma importante ferramenta de análise, compreensão e distribuição do espaço no estado do Maranhão por possibilitar o manejo das informações em saúde e fomentar a ação da Atenção Primária, Média e Alta em saúde. Por meio disso, é possível fornecer um banco de dados com informações pertinentes acerca da difusão da doença para orientar a atuação dos responsáveis pela linha de frente no enfrentamento à COVID-19.

Estes dados irão auxiliar na tomada de decisão sobre quais as medidas fundamentais e que são necessárias, a serem buscadas para melhor gerir as ações desenvolvidas dentro dos hospitais, tais como dando suporte sob a capacidade hospitalar nos serviços de referência das redes de saúde. Dessa maneira, a integração entre sistemas de informação é fundamental para a boa gestão de sistemas e serviços de saúde (Moreira, 2020). Mediante isso, o objetivo deste artigo foi compreender a evolução da COVID-19 no espaço e no tempo dos casos confirmados

## **GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA DE ESTUDO EM SAÚDE PÚBLICA:**

no estado do Maranhão no período de 20/03/2020 à 18/07/2020 e, adicionalmente, formular um banco de dados que possibilite obter informações e análises quanto às estruturas espaciais maranhenses que vieram a influenciar o crescimento dos índices de morbimortalidade sob o estado.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A pandemia provocada pela a COVID-19 no Brasil, tem se disseminado de forma acelerada e com quadro epidemiológico apresentando ainda diferentes arranjos sob a geografia da saúde por todo país (RIBEIRO, 2020). Segundo Senhoras et al. (2020) a difusão acarretou padrões multilaterais ocasionados pelo surto da COVID-19 ocasionando repercussões multidimensionais ao mundo inteiro em termos de securitização da saúde pública, além de trazer mudanças bruscas sobre o comportamento da população, tendo que adaptar-se sob as transformações nas ações do dia a dia e, por conseguinte, nas rotinas determinadas pelos estados, cidades e organizações de um modo geral, práticas estas antes nunca registrado na história da humanidade. Nesse sentido, é interessante estudos que visam o entendimento acerca do agravo de determinada doença sob o espaço. Segundo Hino (2006), elaborar análises de distribuições das doenças e seus determinantes nas populações, no espaço e no tempo é uma ferramenta muito importante e essencial no aspecto da epidemiologia pois permite identificar quem está doente, onde a doença se alastra de forma mais intensa e quando a mesma se porta nos locais em que ocorreram.

Através destas análises utilizando o espaço como princípio da informação, é possível saber e compreender a origem da epidemia mesmo sem conhecer o agente infeccioso, além de possibilitar observar a difusão epidêmica sobre o objeto em análise. Esse é um cenário em que a relação espacial entre os dados coopera substancialmente para a compreensão de tal fenômeno, sendo considerado um dos exemplos iniciais de uma análise espacial (HINO, 2006). Mediante isso, tem crescido o uso de tecnologias digitais que tem cada vez mais se tornado presente e eficiente nos serviços básicos de saúde, bem como no atendimento ao paciente, nos processos de gestão dos sistemas e serviços de saúde. No qual, as tecnologias digitais que tem ganhado cada vez mais notoriedade no processamento e análise dos mais diferentes dados é o geoprocessamento.

Partimos do pressuposto de Bonifácio e Lopes (2019), assumindo que o geoprocessamento tem importante notabilidade de recurso de gestão capaz de proporcionar verificações mais eficientes de análises espaciais e de distribuição sob determinado agravo de saúde nos mais diferentes locais de um território garantindo, assim, ações que podem ser

direcionadas e executadas com maior efetividade e com maiores chances de acerto da mesma. Desse modo, o geoprocessamento pode ser definido como um apanhado de tecnologias e de coleta de dados, que é capaz de produzir informações da demografia de distintos espaços geográficos o que tem proporcionado contribuições para o reconhecimento das condições de riscos no ambiente.

Segundo Nardi (2013), as funções desempenhadas pelas ferramentas de geoprocessamento, consiste em um instrumento viável e eficaz para auxiliar na construção de mapas trazendo com esses produtos grandes contribuições ao planejamento, monitoramento e na avaliação das ações que venha a ser desempenhadas dentro da saúde pública. O estudo da variação espacial dos eventos de uma doença é capaz de produzir um diagnóstico que serve para ser usado a níveis de comparação auxiliando na tomada de decisão, podendo ser utilizado das seguintes formas: indicar os riscos a que a população está exposta, acompanhar a disseminação dos agravos à saúde, fornecer subsídios para explicações causais dos diferentes eventos ocorridos no mundo (NARDI, 2013). Assim, o geoprocessamento tem se tornado uma área robusta de conhecimento multidisciplinar, englobando desde os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ao sensoriamento remoto, métodos de análise espacial, com interfaces em Cartografia, Geografia, Estatística, Matemática e demais ciências (CHIARAVALLOTI-NETO, 2016).

Um exemplo dessas aplicações utilizando de técnicas de geoprocessamento na atuação dentro da área da saúde é explicado pelo estudo desenvolvido por Lai et al (2004), o qual estudou a geografia do Sars-Cov no surto que ocorreu no ano de 2003 em Hong Kong no Japão, utilizando o uso de SIG os pesquisadores elaboram o mapeamento através de endereços residenciais em 1.709 casos confirmados de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS). Assim, analisam e acompanham a evolução da difusão no decorrer de 16 semanas, com isso, foi possível caracterizar os locais e a duração do pródrômo da epidemia, tais como, a evolução regional. Concluíram que os métodos SIG são úteis e viáveis durante um surto de doença de alto contágio, pois possibilitam o acréscimo das informações geoespaciais, avançando nas análises epidemiológicas padrão (LAI et al., 2004).

## **METODOLOGIA**

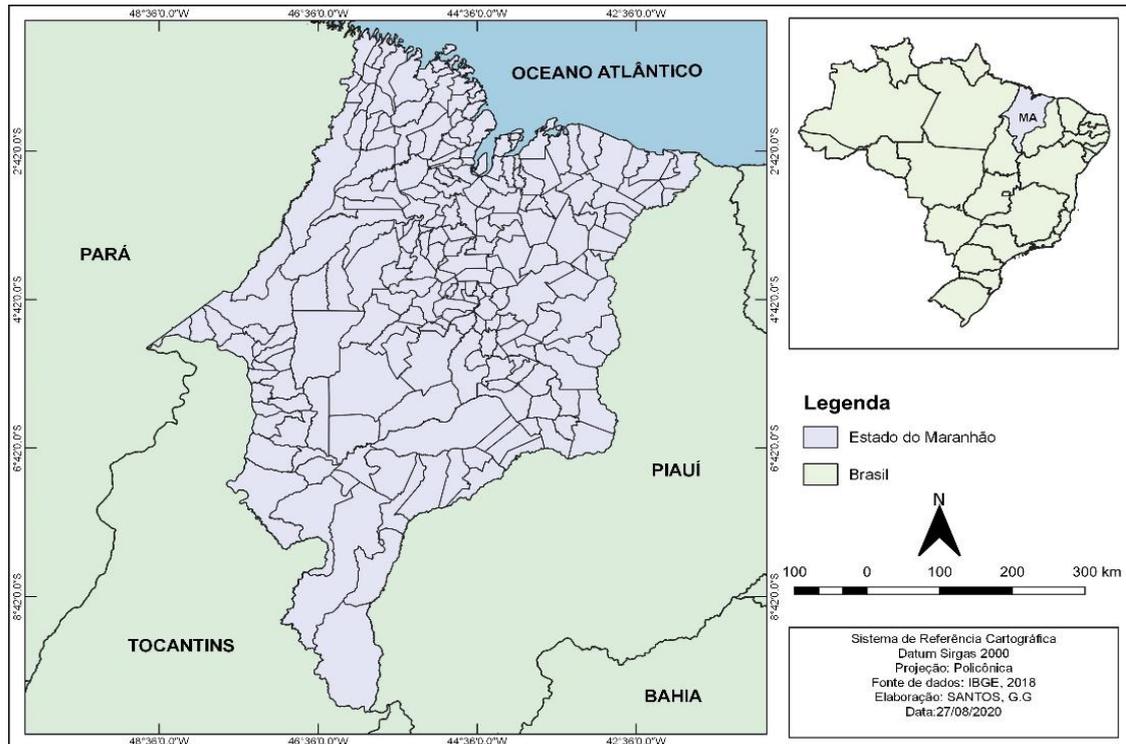
Realizou-se um estudo observacional exploratório sobre os números de casos notificados e de óbito por COVID-19 ocorridos no estado do Maranhão no período entre os meses de março a julho de 2020.

O Maranhão está localizado no Oeste da região Nordeste (figura 01), ocupando uma

## GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA DE ESTUDO EM SAÚDE PÚBLICA:

área de cerca de 331.933,3 km<sup>2</sup> e tem como limites o oceano Atlântico (ao Norte), o Piauí (ao Leste), o Tocantins (ao Sul e Sudeste) e o Pará (ao Oeste). O Estado possui 217 municípios, 5 mesorregiões, 21 microrregiões e 18 Unidades Regionais de Saúde (URS). Sua população estimada em 2020 é de 7.114.598 habitantes (IBGE, 2020).

**Figura 01:** Mapa de Localização dos municípios do Maranhão.



Fonte: Santos (2020).

### Fonte dos dados

Os dados sobre os casos confirmados e de óbitos ocasionados pela doença do SARS-CoV-2 foram coletados por meio do banco de dados do Sistema de Informação contidas no Painel da COVID-19, os quais são disponibilizados através Secretaria Estadual de Saúde do Maranhão (SES, do Governo do Estado no endereço: <https://www.saude.ma.gov.br/boletins-covid-19/>), e tabulados por dia de notificação para cada cidade (SES – MA, 2020).

As bases cartográficas referentes a divisão política do estado do Maranhão, contendo todos os municípios e os principais eixos rodoviários, portos e aeroportos e dos principais polos industriais do estado foram adquiridas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e ao Núcleo Geoambiental (NUGEO), vinculado a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

### Análise da difusão espacial

Para a representação da distribuição espaço-temporal da COVID-19 foi utilizado o centróide do município como amostra para interpolação. Este centróide continha um atributo

com o número de dias decorridos desde o primeiro caso de COVID-19 até a data mapeada.

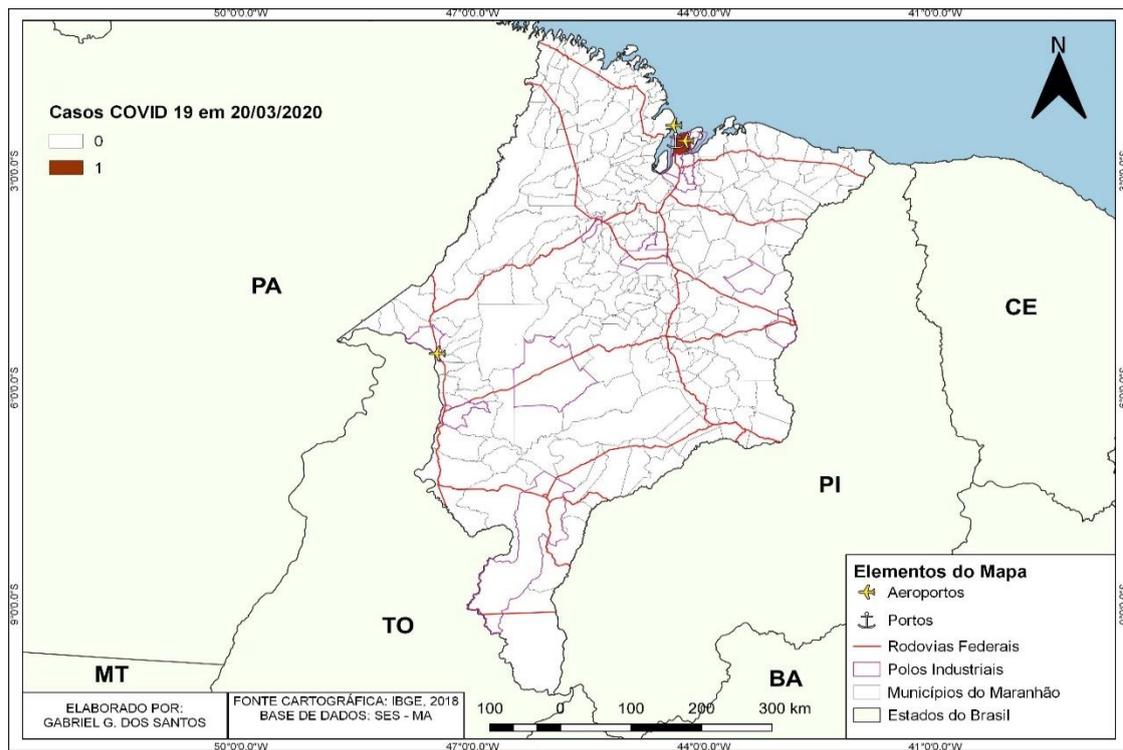
Para a realização da análise de difusão foi necessário primeiramente que a base cartográfica de unidade espacial, no caso os municípios, seja transformada do formato poligonal para o pontual, através dos centroides. Desta maneira, para a realização deste processo utilizou-se o software QGIS, na ferramenta de Geometria presente na aba vetor, onde foram extraídos esses centroides. Em seguida, realizou-se a interpolação dos dados utilizando-se o método geoestatístico do Inverso da Distância Ponderada (Inverse Distance Weighting - IDW), que estima medidas desconhecidas de um campo contínuo para locais onde não há medidas disponíveis (LONGLEY, et al. 2013). Este interpolador é determinístico e local, não extrapolando os valores amostrados e não tomando em consideração a relação regional, muito centralizada por São Luís. Foram utilizados todos os 217 municípios na amostragem.

Neste método de interpolação, as amostras de pontos são pesadas durante a interpolação de acordo com a influência de um ponto relativo a outro baseada no inverso da distância. A metodologia IDW e todas as técnicas de geoprocessamento e mapeamentos foram realizadas no programa QGIS versão 3.10, de licença livre e código aberto.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No estado do Maranhão, desde o surgimento do primeiro registro de caso confirmado no dia 20/03/2020 até o dia 18/07/2020, a difusão da COVID-19 ocorreu em tempos e espaços distintos, conforme apresenta a (Figura 02), em que a grande São Luís apresentou o primeiro caso da doença, referente a um caso importado da doença procedente da maior metrópole brasileira São Paulo em que um morador retornou de viagem e trouxe o patógeno.

Figura 02: Casos confirmados do COVID-19 em 20 de março de 2020.



Fonte: (SES – MA, 2020).

No dia 19 de abril de 2020, trinta dias seguidos da confirmação do primeiro caso registrado da COVID - 19 no estado do Maranhão, alguns fatos são relevantes e essenciais para o entendimento de como se porta a difusão da doença. No dia 19 de março o governo do estado do Maranhão através da publicação do Decreto nº 35.672 de 19/03/2020, declara a situação de calamidade no Estado do Maranhão em virtude do aumento do número de infecções pelo vírus H1N1, da existência de casos suspeitos de contaminação pela COVID-19.

Nota-se, que até essa data ainda não havia nenhum caso confirmado da doença provocada pelo vírus do SARS-CoV-2. Com a confirmação do primeiro caso no dia seguinte, 20 de março de 2020, o número de casos foram subindo de maneira exponencial, o que levou ao Estado a tomar novas medidas de restrição consideradas as mais severas em todo o país, instituindo o primeiro lockdown com bloqueio total na ilha de Upaon-Açu, que compreende os município de São Luís, São José do Ribamar e Raposa.

Com a inserção desse novo decreto de nº 35.784 de 03/04/2020 pautou uma série de medidas a serem cumpridas, com situação de emergência na saúde pública do Maranhão, onde foram estabelecidas medidas restritivas quanto à circulação de pessoas e funcionamento de estabelecimentos comerciais, proibição de circulação de pessoas em locais públicos ou privado, para a realização de eventos com shows, congressos, torneios, jogos, festas entre outras medidas, para se evitar a aglomeração de pessoas e propagação do vírus.

A capital maranhense é considerada o epicentro epidêmico no estado do Maranhão (Figura 03). Isso ocorre devido a função primordial da cidade de São Luís, na rede urbana, com intenso fluxo de pessoas e mercadorias que circulam por aeroportos, rodovias e rios; contribuindo para expansão hierárquica da doença e para municípios importantes no estado. (SCHOR e OLIVEIRA, 2011).

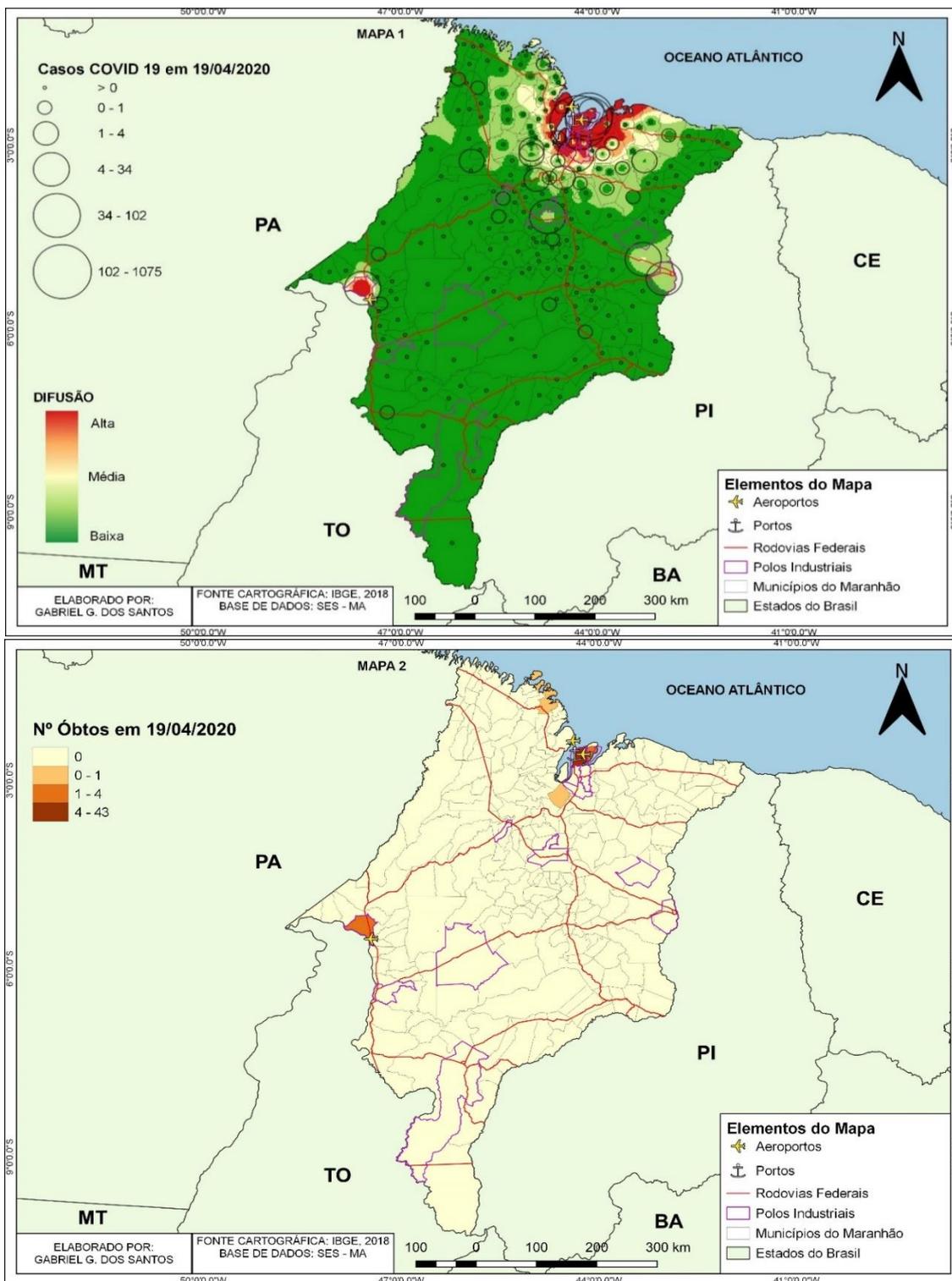
Cabe destacar que São Luís possui alta densidade demográfica segundo base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, tendo como referência a população estimada para o ano de 2020: de 7.114 mil habitantes. Contudo, é preciso destacar também que em São Luís há um grande nível de concentração de pessoas devido as atividades comerciais e aos fluxos financeiros, além de ser um centro administrativo das regiões metropolitanas.

As áreas aeroportuárias representaram foco da identificação de casos, fato justificado pelo constante fluxo de indivíduos infectados oriundos de outros estados do Brasil e do exterior. Regiões às margens de rodovias federais também são um importante índice, uma vez que o fluxo de transporte, traslado e logístico do país perpassa por muitas regiões.

No dia 20 de março é confirmado o primeiro caso da COVID-19 com primeira morte notificada nove dias após confirmação da doença em São Luís. Após dez dias o número de casos confirmados ultrapassam os 52 (cinquenta e dois) e a doença assume o estágio de transmissão comunitária se espalhando rapidamente pelos municípios do interior. Ou seja, transmissão comunitária é quando não é mais possível localizar e nem identificar a origem da infecção, logo indicando que o vírus está circulando entre pessoas que não tiveram histórico de viagens ou tiveram contato com quem esteve no exterior. Nesse sentido, até o dia 18 de abril, o Maranhão ultrapassou a marca dos 1000 (mil) casos confirmados figura 03 - mapa 01, apresentando até a data de 19 de abril um aumento de casos com concomitante número de óbitos.

Segundo o boletim diário da SES-MA (2020), até 19 de abril foram confirmados 54 (cinquenta e quatro) óbitos no Maranhão com 52% das vítimas do sexo masculino e 48% feminino, sendo dessas 54 mortes 43 (quarenta e três) na capital em São Luís, conforme pode-se observar na figura 03-mapa 2.

Figura 03: Difusão e número de casos e óbitos da COVID-19 em 19 de abril de 2020.



Fonte: (SES – MA, 2020).

Até o dia 19 de abril de 2020, foram confirmados, segundo a SES-MA (Secretária de Saúde do Maranhão) (2020), 1320 (mil trezentos e vinte) casos da doença no estado do Maranhão, sendo 1075 (mil e setenta e cinco), em São Luís a capital do estado, os outros 157 (cento e cinquenta e sete) casos, foram verificados nos municípios da Região Metropolitana de

São Luís como São José do Ribamar com 102 (cento e dois) casos, Paço do Lumiar com 43 (quarenta e três) casos, Santa Rita com 5 (cinco) casos, Raposa com 4 (quatro) casos, Alcântara, Bacabeira e Rosário com 1 (um) caso cada um, e até a data de 19 de abril a cidade de Icatu foi o único município, pertencente a região metropolitana que não apresentava nenhum caso confirmado.

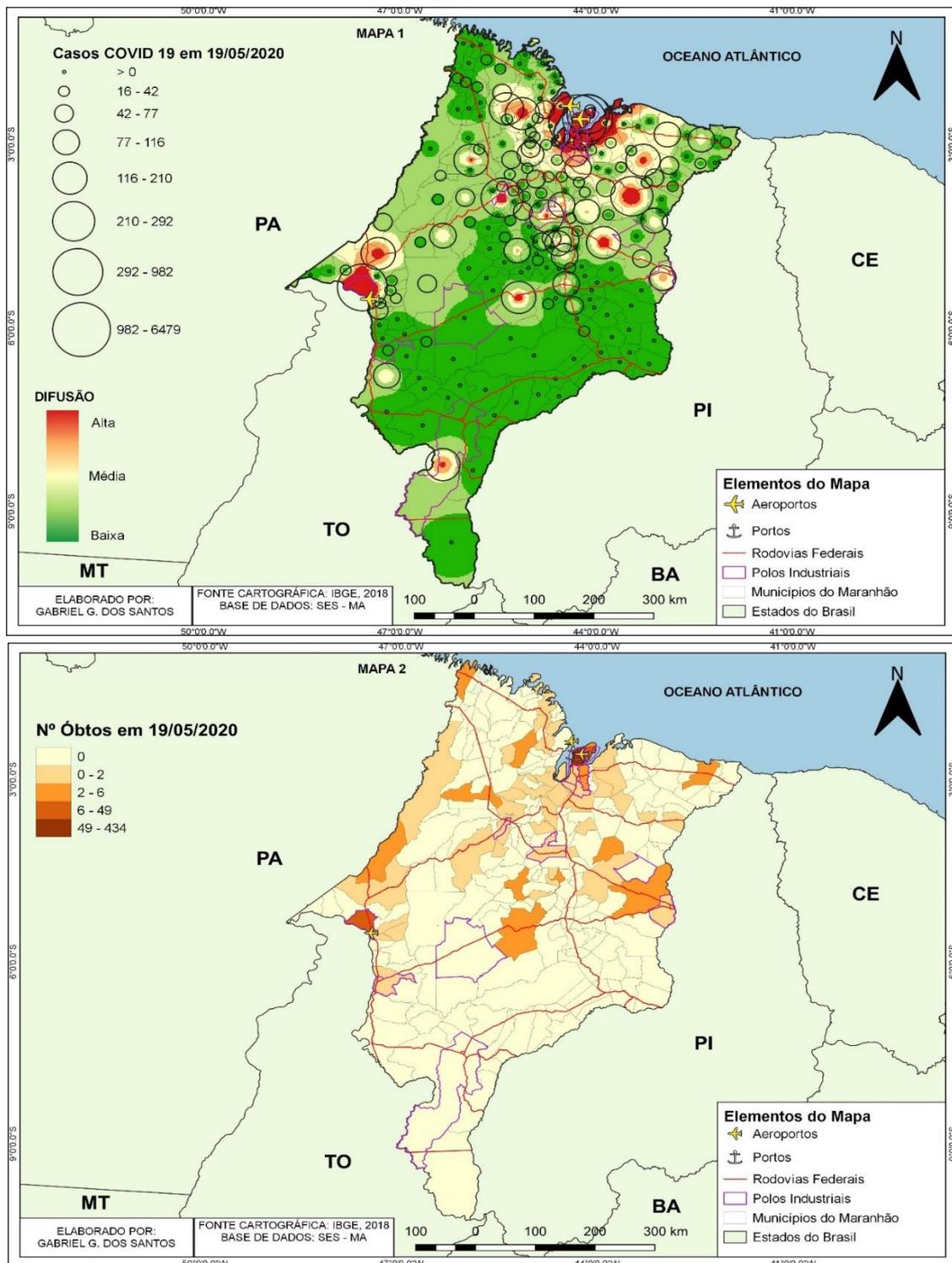
É importante refutar que a dinâmica de deslocamento entre os municípios da Região Metropolitana da grande São Luís, quanto a sua difusão espacial do número de casos, é diferenciada de outras regiões do estado, visto que há ligação rodoviária entre esses municípios, além das infraestruturas presentes como porto e aeroporto, que por sua vez conta com fluxos diários de pessoas e mercadorias, e assim tem favorecido e contribuído para uma difusão da doença nesses municípios. Além dos municípios da Região Metropolitana de São Luís, verificou-se a difusão de casos da COVID-19, mais ascendente no município de Imperatriz em relação aos demais do interior, 34 (trinta e quatro) casos. Isso ocorreu devido ao seu grande fluxo de pessoas e mercadorias, também por apresentar melhor infraestrutura em relação as demais cidades interioranas do estado. Adicionalmente, a presença de aeroporto contribuiu para sua difusão mais acelerada.

Dois meses após o primeiro caso da COVID-19 no estado do Maranhão, no dia 19 de maio de 2020, o total de casos chegou a 15.114 (quinze mil e cento e catorze), sendo 6.479 (seis mil quatrocentos e setenta e nove) casos somente na capital do estado São Luís e 8.635 (oito mil e seiscentos e trinta e cinco) casos distribuídos por todo o interior do estado como mostra a figura 04-mapa 1. A difusão da doença até a data 19 de maio já tinha atingindo 38 (trinta e oito) dos 217 (duzentos e dezessete) municípios pertencentes ao estado.

Observa-se que a difusão do COVID-19 em 19 de maio de 2020 no estado do Maranhão, assume características para além da dependência espacial da capital do estado e da região metropolitana de São Luís, verificando-se a consolidação da difusão em outras regiões do estado com intensa expansão, como na região leste e oeste, destacam-se os municípios de Imperatriz, com 3392 (três mil trezentos e noventa e dois) casos, Santa Inés 3115 (três mil cento e quinze) casos. Com isso, o número de casos que vieram a óbito também acelerou se difundindo pelas regiões interioranas como mostra a figura 04-mapa 2.

Percebe-se que a difusão do COVID-19 no estado do Maranhão assume características para além da dependência espacial da capital do estado e da região metropolitana de São Luís, verificando-se a consolidação da dispersão viral, de forma muito acelerada para outras regiões do estado. O padrão de distribuição segue um processo de interiorização pelas rodovias federais, se intensificando próximo à região mais setentrional como podemos observar nos mapas.

Figura 04 – Difusão e número de casos e óbitos da COVID-19 em 19 de maio de 2020.



Fonte: (SES –MA 2020).

Conforme dados da SES – MA (2020), no dia 18 de junho de 2020, completaram três meses da confirmação do primeiro caso da COVID-19 no estado do Maranhão, o número total atingiu 66.091 (sessenta e seis mil e noventa e um) casos confirmados, correspondendo a um aumento de aproximadamente 437%, entre os dias 19 de maio a 18 de junho, sendo 12.384

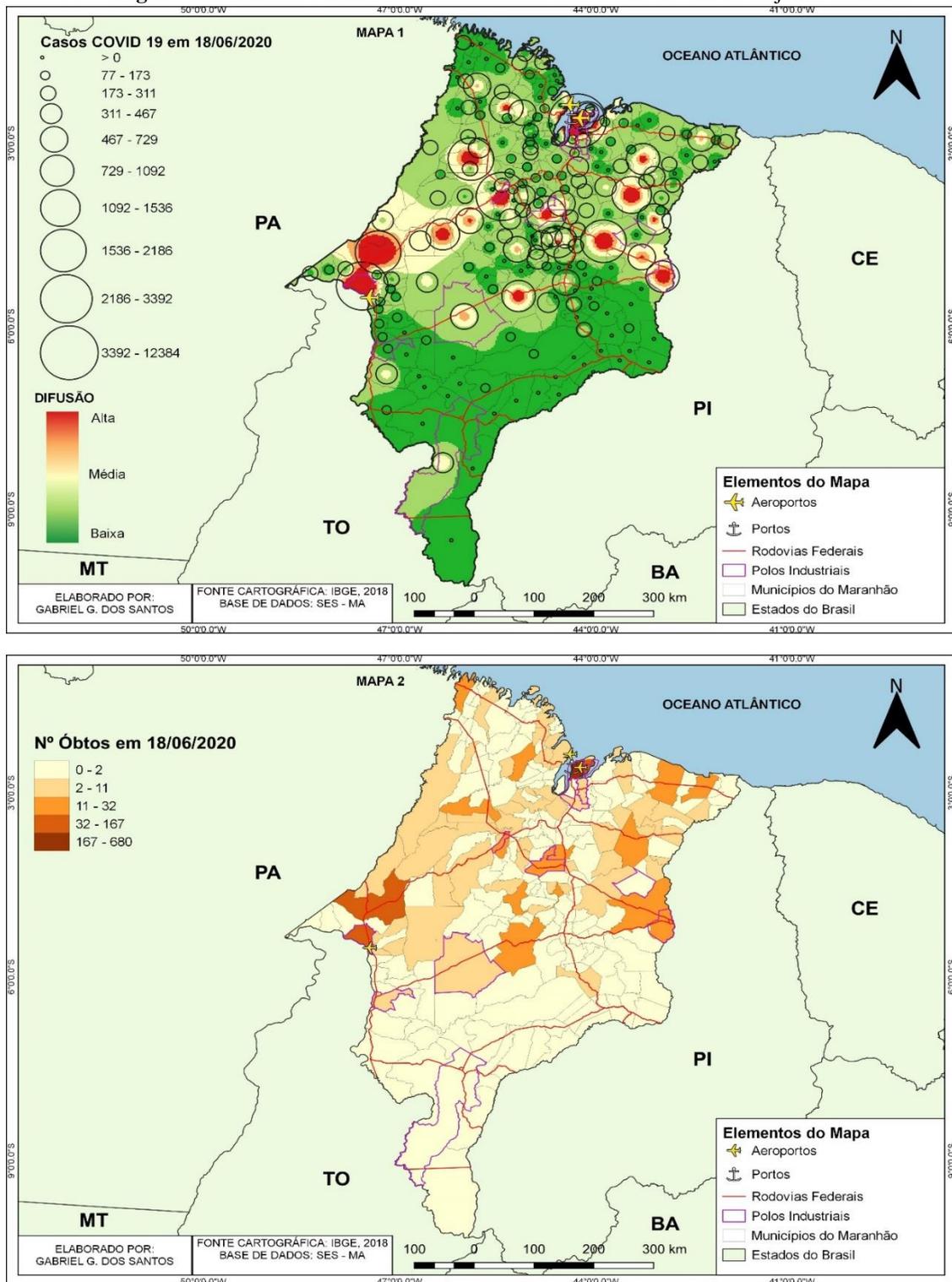
(doze mil e trezentos e oitenta e quatro) casos na capital do estado São Luís, conforme mostra a figura 05-mapa 1 com um incremento 33.132 (trinta e três mil cento e trinta e dois) casos no interior do estado.

Até dia 18 de junho de 2020 foram confirmados um número de 1607 (mil e seiscentos e sete) óbitos, um aumento de 255%, no número de óbitos verificados nos últimos 30 dias em que podemos visualizar essa distribuição quantitativa do número de óbitos para o mês de junho até a data de 18/06/2020 do referido mês na figura 05- mapa 2. Até essa data, apenas quatro municípios não apresentaram casos confirmados da COVID-19 no estado do Maranhão, os quais vieram a ser os últimos municípios a serem atingidos pela difusão da doença, sendo eles os distritos de Lagoa do Mato, Loreto, São Félix de Balsas e São Francisco do Maranhão. Até esse período, o número de casos e mortalidade estava crescendo exponencialmente, fator esse representado pelos formatos de difusão no mapa e pela contaminação comunitária. A baixa colaboração, de grande parcela da população frente às medidas sanitárias e de isolamento social no enfrentamento à pandemia corroborou com tamanho resultado.

Para Souza et al. (2020), o cumprimento de todos os regulamentos de prevenção e enfrentamento a pandemia é extremamente importante, onde todas as medidas necessárias de distanciamento social se configura como um dos principais elementos de inibição de propagação do vírus por todo território maranhense. Observou-se também ao longo da dispersão espacial em relação ao número de casos confirmados no estado Maranhão, que a mesma se espalhou de forma muito rápida e sobretudo nos municípios do interior os quais são interceptados pelas rodovias federais. Além disso, também é possível verificar ainda que os municípios que são os principais polos das indústrias maranhenses, existe uma forte tendência dessa difusão estar mais concentrada por ser ponto ou local com maiores chances de contaminação da doença.

Esses polos concentram maior contingente de pessoas, pelo deslocamento dessas de suas residências para os locais de trabalhos e também por serem municípios populosos. Além disso, possuem maior circulação de pessoas nos setores de infraestruturas, responsável em síntese, por atividades que empregam a população do estado e que gerem a economia regional e local maranhense.

Figura 05 – Difusão e número de casos e óbitos da COVID-19 em 18 de junho de 2020.



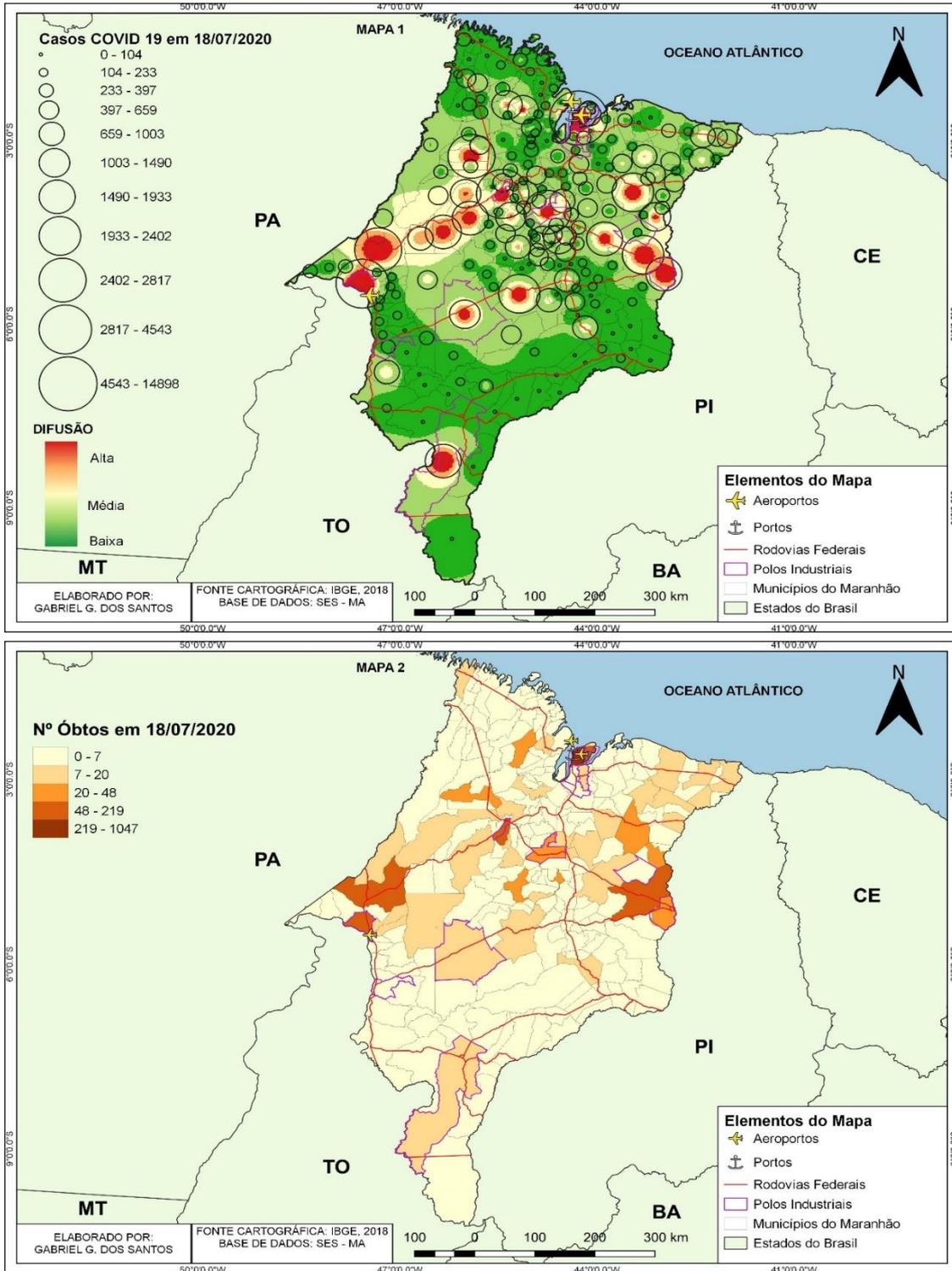
Fonte: (SES – MA, 2020).

Quatro meses seguidos, após o primeiro caso da COVID-19 no estado do Maranhão, no dia 18 de julho de 2020, o total de casos chegou a 106.092 (cento e seis mil e noventa e dois), casos confirmados sendo 92.004 (noventa e dois mil e quatro) casos distribuídos por todo o interior do estado e 14.898 (catorze mil e oitocentos e noventa e oito) casos na capital

maranhense como mostra a figura 06- mapa 1.

Observa-se que o número de casos dobrou para as regiões interioranas, no entanto a grande São Luís, ainda assume o papel de epicentro de contágio da doença e também de óbitos alcançando 1047 (mil e quarenta e sete) mortes somente na capital conforme mostra a figura 06- mapa 2.

**Figura 06** – Difusão e número de casos e óbitos da COVID-19 em 18 de julho de 2020.



Fonte: (SES – MA, 2020).

## **GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA DE ESTUDO EM SAÚDE PÚBLICA:**

Até a data de 18 de julho, completaram quatro meses da confirmação do primeiro caso da COVID-19 no estado do Maranhão. A doença já atingiu 216 (duzentos e dezesseis) dos 207 (duzentos e sete) municípios pertencentes ao estado. Apenas um município que ainda não registrou casos da infecção, sendo ele a cidade de Lagoa do Mato.

### **CONCLUSÕES**

Conclui-se que a espacialização dos dados da COVID-19, possibilitou uma análise de como a doença difundiu-se por praticamente todo território do estado maranhense, enfatiza-se que as geotecnologias e técnicas computacionais oriundas de geoprocessamento, trabalhadas em ambiente de sistema de informações geográficas (SIGs) apresentam-se como ferramentas primordiais e eficazes para análise geral do território, pois permite a construção e atualização de banco dados para a elaboração de produtos cartográficos para o alcance de respostas rápidas e de urgências que podem contribuir com o planejamento e ações do poder público principalmente os setores de saúde pública.

Evidencia-se que pela curva ascendente do número de casos confirmados até dia 18/06/2020, é crucial a compreensão dos tempos espaciais da doença ocorridas no território do Maranhão, reforçando e subsidiando atuações de urgências de políticas públicas e de toda comunidade civil para se atentarem a importância da quarentena e do distanciamento social e de medidas preventivas da doença pela população, desse modo, podendo alcançar melhores condições dos espaços e ambientes em serviço de saúde em distintos níveis. Além disso, foi possível uma melhor percepção e compreensão sob a dinâmica de transmissão do COVID-19, tais como o reconhecimento das áreas de maiores riscos de contágio, de tal modo, tornando-se algo indispensável para beneficiar ações da vigilância pandêmica do COVID-19 nos municípios maranhenses.

### **REFERÊNCIAS**

ABREU, J. F.; BARROSO, L. C. Geografia, Modelo de Análise Espacial e GIS. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

BONIFÁCIO, S. R.; LOPES, E. L. Mapping of health problems: an application of the georeferencing technique using the Google Earth software. *International Journal of Health Management*, v. 2, n. 1, p. 1-16, 2019.

CATÃO, R. C. Expansão e consolidação do complexo patogênico do dengue no estado de São Paulo: difusão espacial e barreiras geográficas. 2016, 274f. Tese de doutorado em Geografia, UNESP: Presidente Prudente: 2016.

CHIARAVALLOTI-NETO, F. O geoprocessamento e saúde pública. *Arquivos de Ciências da*

Saúde, v. 23, n. 4, p. 1-2, 2016.

Governo confirma o primeiro caso do novo coronavírus no Maranhão. **Jornal Globo G1**, São Luís, 20 de março de 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2020/03/20/governo-confirma-o-primeiro-caso-do-novo-coronavirus-no-maranhao.ghtml>>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

HINO, P et al. Geoprocessamento aplicado à área da saúde. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 14, n. 6, 2006.

LAI, PC; KWONG, K. Spatial Analysis of the 2008 Influenza Outbreak of Hong Kong. In: Taniar, D. et al. (Hrsg): *Computational Science and Its Applications – Iccsa 2010*.

International Conference, Fuluoka, Japan, Março 23-26, Proceedings, Part I. Springer, Berlin/Heidelberg.

LONGLEY, P. A et al. **Sistemas e ciência da Informação geográfica**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LUIGI, R.; SENHORAS, E. M. “A crise pandêmica da COVID-19 e a des(governança) global da saúde”. In: SENHORAS, E. M.; NASCIMENTO, F. L. (orgs.). *COVID-19: Enfoques Gerenciais na Saúde*. Boa Vista: EdUFRR, 2020a.

MARANHÃO, R. A.; SENHORAS, E. M. “Pacote econômico governamental e o papel do BNDES na guerra contra o novo coronavírus”. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, vol. 2, n. 4, 2020.

Moreira, R. D. S. (2020). COVID-19: unidades de terapia intensiva, ventiladores mecânicos e perfis latentes de mortalidade associados à letalidade no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 36 (5).

NARDI, S. M. T et al. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 72, n. 3, p. 185-91, 2013.

OLIVEIRA, W. A et al. Impactos psicológicos e ocupacionais das sucessivas ondas recentes de pandemias em profissionais da saúde: revisão integrativa e lições aprendidas. **Estudos de Psicologia** (Campinas), v. 37, 2020.

POLITI, R. Desigualdade na utilização de serviços de saúde entre adultos: uma análise dos fatores de concentração da demanda. **Economia Aplicada**, v. 18, n. 1, p. 117-137, 2014.

SES-MA, Secretaria Estadual de Saúde. Secretaria de Estado de Saude do Maranhão. Painel Covid19. Disponível em:< <https://painel-covid19.saude.ma.gov.br/>>. Acesso em: 25 junho 2020a.

SOUSA, I. B. B. et al. Covid-19 e suas Redes de Conectividades no Território Maranhense: Compreendendo sua espacialização. **Metodologias e Aprendizado**, v. 3, p. 138-149, 2020.