

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COVID-19 EM PROFISSIONAIS DE ENFERMAGEM DE UM ESTADO DO NORDESTE BRASILEIRO

SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF COVID-19 AMONG HEALTH CARE WORKERS IN A STATE IN NORTHEASTERN BRAZIL

Weslei Melo da Silva

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil
weslei_mello@hotmail.com

Giana Gislanne da Silva de Sousa

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil
giana.sousa@discente.ufma.br

Lívia Maia Pascoal

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil
livia.mp@ufma.br

Floriacy Stabnow Santos

Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, Brasil
floriacy.stabnow@ufma.br

Isaura Leticia Tavares Palmeira Rolim

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil
leticia.isaura@ufma.br

Ana Cristina Pereira de Jesus Costa

Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil
cristina.ana@ufma.br

Sheila Elke Araújo Nunes

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil
sheilanunes@uemasul.edu.br

Wellyson da Cunha Araújo Firmo

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil
wellyson.firmo@uemasul.edu.br

Leonardo Hunaldo dos Santos

Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil
leonardo.hunaldo@ufma.br

Marcelino Santos Neto

Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil
marcelino.santos@ufma.br

RESUMO

A análise geoeconômica da Covid-19 é importante porque apoia a implementação de intervenções de saúde para populações e territórios vulneráveis. O objetivo foi analisar a tendência da incidência e distribuição espaço-temporal da Covid-19 em profissionais de enfermagem de um estado do Nordeste do Brasil. Trata-se de um estudo geoeconômico e de séries temporais, utilizando registros de casos novos de Covid-19 em profissionais de enfermagem no Maranhão. A tendência da incidência foi determinada pela regressão de Prais-Winsten. Os coeficientes de incidência foram distribuídos espacialmente em uma área de análise, e uma técnica de varredura foi usada para detectar aglomerados espaço-temporais. Foram registrados 2.116 casos de Covid-19, pico de incidência em maio de 2020 em todas as categorias profissionais, sendo observada tendência decrescente de incidência no período estudado. A distribuição espacial foi heterogênea, variando de 0,00 a 21,20 casos/1.000 profissionais. Ademais, a análise espaço-temporal revelou três clusters de alto risco estatisticamente significativos no sudoeste/noroeste, norte e leste do Maranhão, entre maio e outubro

de 2020 ($p < 0,05$). A tendência decrescente e os aglomerados espaço-temporais da Covid-19 em profissionais de enfermagem detectados em diferentes localidades do estado constituem suporte para o enfrentamento das emergências de saúde que atingem a categoria.

Palavras-chave: Análise espaço-temporal. Covid-19. Incidência. Infecções por coronavírus. Profissionais de enfermagem.

ABSTRACT

The geoepidemiologic analysis of Covid-19 is crucial to support the implementation of health interventions for vulnerable populations and areas. The objective of this study was to analyze the incidence trend and the spatio-temporal distribution of Covid-19 among health care workers in a state in Northeastern Brazil. This was a geoepidemiologic and time-series study, using records of new cases of Covid-19 among nursing professionals in Maranhão, Brazil. The incidence trend was determined by Prais-Winsten regression. Incidence coefficients were spatially distributed within an analysis area, and a scanning technique was used to detect spatiotemporal clusters. A total of 2,116 Covid-19 cases were recorded, with an incidence peak in May 2020 across all occupational categories and a decreasing trend observed during the study period. The spatial distribution was heterogeneous, ranging from 0.0 to 21.2 cases per 1,000 professionals. In addition, spatio-temporal analysis revealed three statistically significant high-risk clusters in the southwest/northwest, north and east of Maranhão between May and October 2020 ($p < 0.05$). The decreasing trend and spatio-temporal clusters of Covid-19 among nursing professionals detected in different locations of the state provide support for addressing health emergencies affecting this group.

Keywords: Spatio-temporal analysis. Covid-19. Incidence. Coronavirus infections. Nursing professionals.

INTRODUÇÃO

O ano de 2020, definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como o ano dos profissionais de enfermagem (PE), alusivo à comemoração do bicentenário de Florence Nightingale - pioneira e fundadora da enfermagem moderna – foi carregado de simbologia e significado para a categoria, não somente por ressaltar a necessidade de reconhecimento e valorização profissional (DAVID *et al.*, 2021; MENDES *et al.*, 2022), mas também, pelo surgimento em âmbito mundial da pandemia da Covid-19 (do inglês, *Coronavirus Disease* 2019) (PUHACH; MEYER; ECKERLE, 2023), declarada uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) em 30 de janeiro de 2020 (CASTRO *et al.*, 2023).

Esta condição de emergência durou pouco mais de três anos, declarado em março de 2023, pela OMS, o fim da fase de emergência da Covid-19 (OPAS, 2023). A pandemia gerou forte impacto econômico e causou milhões de mortes no mundo (WHO, 2023). Tais acontecimentos, em termos de saúde global, tornaram ainda mais evidente a importância desses profissionais no tocante à promoção da saúde, ao atendimento e à recuperação de pessoas doentes, levantando vários questionamentos acerca das necessidades relativas ao desenvolvimento profissional e às condições de trabalho (AMPOS *et al.*, 2023).

Menciona-se ainda que a pandemia da Covid-19 impactou diretamente os serviços de saúde e, diante de sua gravidade, destacou-se a atuação dos PE, que lidam diretamente com os casos suspeitos da doença (AMPOS *et al.*, 2023). Esta situação pandêmica exigiu uma reestruturação dos cuidados de saúde e do papel da enfermagem, que teve que reorganizar serviços, suprimentos e treinamentos, além de lidar com escassez de insumos, realocação de pessoal, uso correto de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), mudanças rápidas em protocolos e estresse mental (SOARES *et al.*, 2023).

Em todo o mundo, milhões de profissionais de saúde foram infectados pelo SARS-CoV-2 (do inglês, *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*), agente etiológico da Covid-19 (PUHACH; MEYER; ECKERLE, 2023), sendo constatadas pelo *International Council of Nurses* (ICN), em 60 países, quase

3 mil mortes de PE pela doença, no intervalo de 1 ano. Esse número pode ser muito superior, mas impossível de se calcular, tendo em vista as falhas nos registros dos casos e dos óbitos pela doença que ocorrem em muitos países (ICN, 2021).

No Brasil o primeiro caso da doença em PE foi registrado no estado de São Paulo, no dia 20 de março de 2020 e, consoante os dados do Observatório da Enfermagem, no país, desde o início da pandemia até 19 de junho de 2023, última atualização, foram confirmados 36.748 casos e 833 óbitos pela Covid-19 entre esses profissionais, podendo esse número ser ainda maior, pois o observatório conta ainda com registros de casos e óbitos suspeitos da doença (Cofen, 2023).

Ademais, um levantamento realizado pela *Public Services International* (PSI) apontou que 70% dos 4,5 mil profissionais que morreram entre março de 2020 e dezembro de 2021, em decorrência da Covid-19, eram auxiliares ou técnicos de enfermagem, e 24% eram enfermeiros, dados que evidenciaram um maior impacto da doença nessas ocupações (PSI, 2022).

Investigações epidemiológicas relacionadas à Covid-19 na perspectiva geoepidemiológica dos dados de saúde, que recorrem a ferramentas computacionais, são incentivadas e utilizadas com intuito de buscar respostas às questões acerca da distribuição de casos de doença e/ou evento no espaço e no espaço-tempo, além de tentar compreender se esta distribuição ocorre de forma aleatória ou se ela conta com um padrão de variação, verificando também sua associação com fatores de risco, as características da população exposta e se essa depende de fatores socioambientais (LIMA; RIBEIRO; SANTOS, 2022; SILVA *et al.*, 2023a; DE OLIVEIRA *et al.*, 2022).

Outrossim, o conhecimento científico, apoiado nos estudos de tendência, pode orientar a formulação de políticas governamentais e tomada de decisões importantes para redução da incidência e da mortalidade pela doença, bem como avaliar suas consequências nas populações, algo que foi observado em alguns estados brasileiros, como o Maranhão, que implementou políticas mais rígidas, especialmente em regiões consideradas de maior risco, e que serviram para desacelerar e até estabilizar a curva de evolução da incidência e mortalidade pela Covid-19, durante a primeira onda da pandemia (SIQUEIRA *et al.*, 2022).

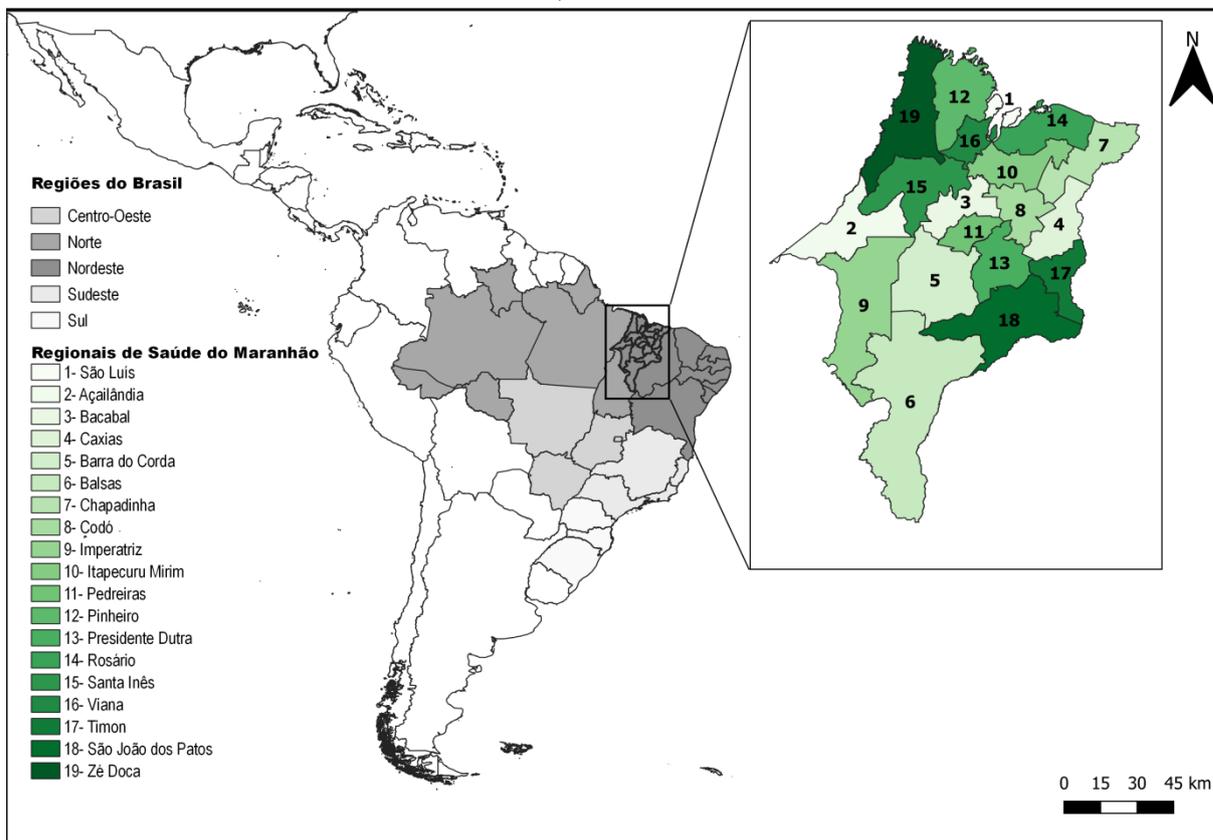
Assim, levando-se em consideração a escassez de estudos de análise da distribuição espacial e temporal da Covid-19 em PE no Brasil, bem como nas distintas regiões e Unidades Federativas (SILVA *et al.*, 2023a), tem-se a necessidade de estudos geoepidemiológicos, uma vez que podem oferecer informações sólidas acerca da evolução, abrangência e impacto da Covid-19 tanto no Brasil quanto globalmente (LIMA; RIBEIRO; SANTOS, 2022).

Embora estudos tenham apresentado resultados acerca da magnitude e severidade da Covid-19 no Maranhão (MAXIMINO; BRANCO, 2023; OLIVEIRA JARDIM; PENA PEREIRA, 2022; SILVA *et al.*, 2023b), não se tem conhecimento, até o momento, de nenhum estudo de análise de tendência e espaço-temporal da Covid-19 em PE no estado. Nesse sentido, considerando as consequências da pandemia para os profissionais da enfermagem e a incipiência de estudos dessa natureza, para compreender a situação epidemiológica da profissão em diferentes regiões do Brasil, esta investigação visa analisar a tendência da incidência e a distribuição espaço-temporal da Covid-19 em profissionais de enfermagem do estado do Maranhão, nordeste do Brasil.

MÉTODO

Trata-se de um estudo geoepidemiológico e de séries temporais (ROUQUAYROL; SILVA, 2018; WOOLDRIDGE, 2009), realizado no Maranhão, estado que possui como capital a cidade de São Luís (Figura 1). O Maranhão está localizado a oeste da região Nordeste do Brasil, ocupa uma área de 329.651.495 km², com população estimada em 2021 de 7.153.262 habitantes e tem como limites o oceano Atlântico (ao norte), os estados do Piauí (a leste), do Tocantins (a sudoeste) e do Pará (a oeste) (IBGE, 2021a). O estado possui 217 municípios distribuídos em 19 regionais de saúde (SES/MA, 2021).

Figura 1 – Mapa de localização do estado do Maranhão e divisão das Regionais de Saúde. São Luís-MA, Brasil. 2022



Fonte: Adaptado de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021a) e da Secretaria de Estado da Saúde do estado do Maranhão (SES/MA, 2021).

Foram incluídos no estudo todos os casos novos de Covid-19 em PE do estado do Maranhão, com diagnóstico laboratorial realizado por testes de biologia molecular, sorologia ou testes rápidos (BRASIL, 2021), no período compreendido entre abril de 2020 e março de 2021, que contavam com o registro da ocupação/categoria profissional, conforme a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), em Enfermeiro, Técnico de enfermagem e Auxiliar de enfermagem.

Os dados relativos aos casos correspondem a dados secundários coletados em setembro de 2021, junto ao Sistema de Notificação da Covid-19 Maranhão (SNC-19 MA) vinculado 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). Os dados populacionais das categorias dos PE do estado foram obtidos junto ao banco de dados disponibilizado pelo Conselho Regional de Enfermagem do Maranhão (Coren-MA).

O banco de dados encontra-se, conforme diretrizes da Ciência Aberta (*Open Science*), disponível no link: <https://figshare.com/s/48a47fb16827b1f799e4>.

Foram calculados os coeficientes mensais de incidência de Covid-19 no estado do Maranhão a cada 1000 profissionais para a população geral de profissionais de enfermagem, enfermeiros e técnicos de enfermagem.

Para a análise de tendência da incidência de Covid-19 em PE no estado do Maranhão foram utilizadas regressões de Prais-Winsten, considerando-se a autocorrelação em séries temporais (WOOLDRIDGE, 2009). Na ocasião, foram considerados os casos de Covid-19 em profissionais de enfermagem nas

categorias, PE geral, enfermeiros e técnicos de enfermagem. A partir do cálculo da Variação Percentual Mensal (VPM), Intervalos de Confiança de 95% (IC95%) e valores de p (nível de significância de 5%) classificou-se a tendência da incidência como crescente, estacionária ou decrescente (ANTUNES; CARDOSO, 2015). Todas as regressões foram realizadas por meio de SINTAXE PW no programa IBM SPSS® versão 24.0 (IBM, 2016).

Para análise da distribuição espacial e espaço-temporal, os casos de Covid-19 em PE foram espacialmente distribuídos por meio da malha digital dos municípios do Maranhão (IBGE, 2021b).

Realizou-se a análise espacial de área utilizando-se como unidades de análise ecológica as regionais de saúde do estado, sendo distribuídos os coeficientes de incidência da Covid-19 apenas no segmento da pesquisa PE (geral). Desse modo, os coeficientes foram apresentados em mapas temáticos, agrupados em quintis, por meio do *software* ArcGis® versão 10.8.

A técnica de análise de varredura (KULLDORFF; NAGARWALLA, 1995) foi empregada com vistas à detecção dos aglomerados no espaço-tempo. Essa técnica assume como hipótese nula (H_0), que não há aglomerado nas regionais de saúde do estado do Maranhão (todos os profissionais de enfermagem teriam a mesma probabilidade de adoecerem por Covid-19) e como hipótese alternativa (H_1), que a região z é um aglomerado (PE de uma regional de saúde teriam maior probabilidade de adoecerem por Covid-19 do que os demais).

Para a identificação de aglomerados simultaneamente no espaço e no tempo utilizou-se o programa SaTScan® versão 9.2 e o modelo discreto de Poisson. Foram adotadas a não sobreposição geográfica dos aglomerados, o tamanho máximo do aglomerado igual a 50% da população exposta, o aglomerado com formato circular, 999 replicações, considerando ainda a precisão do tempo em dia, mês e ano e período entre 12 de abril de 2020 e 24 de março de 2021 (COULSTON; RITTERS, 2003; LUCENA; MORAES, 2012).

A técnica de varredura espaço-temporal foi processada controlando-se a ocorrência dos casos de Covid-19 pelo tamanho da população de profissionais de enfermagem das regionais de saúde, por distribuição etária, segundo o sexo, além de tentativas de detecção de aglomerados de altos e baixos riscos. O teste de significância dos aglomerados identificados foi baseado na comparação entre as estatísticas de teste de razão de verossimilhança contra uma distribuição nula obtida consoante a simulação de Monte Carlo (KULLDORFF; NAGARWALLA, 1995). Adotou-se $p < 0,005$ para os aglomerados estatisticamente significativos.

Ademais, todos os mapas temáticos das análises espaciais e espaço-temporais realizadas foram construídos por meio do *software* ArcGIS® 10.8.

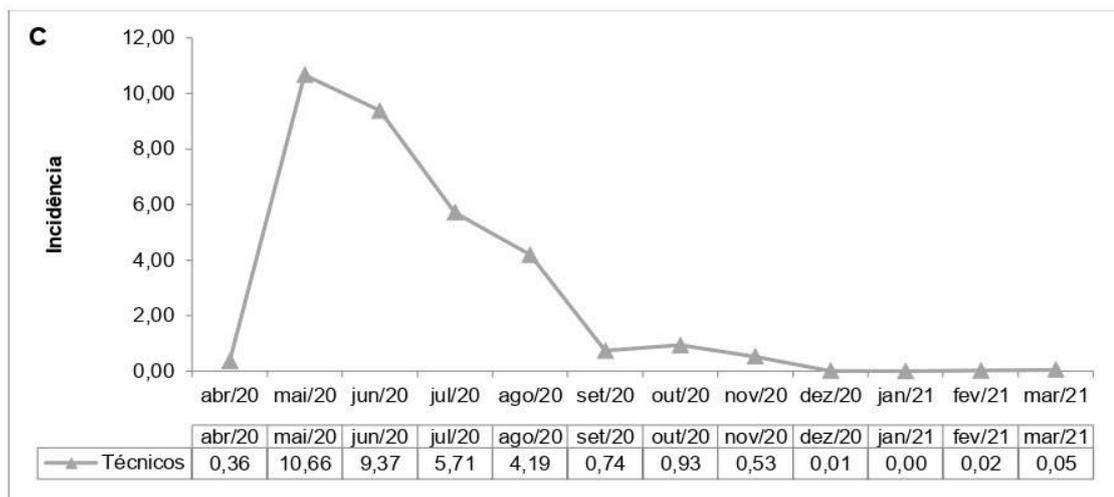
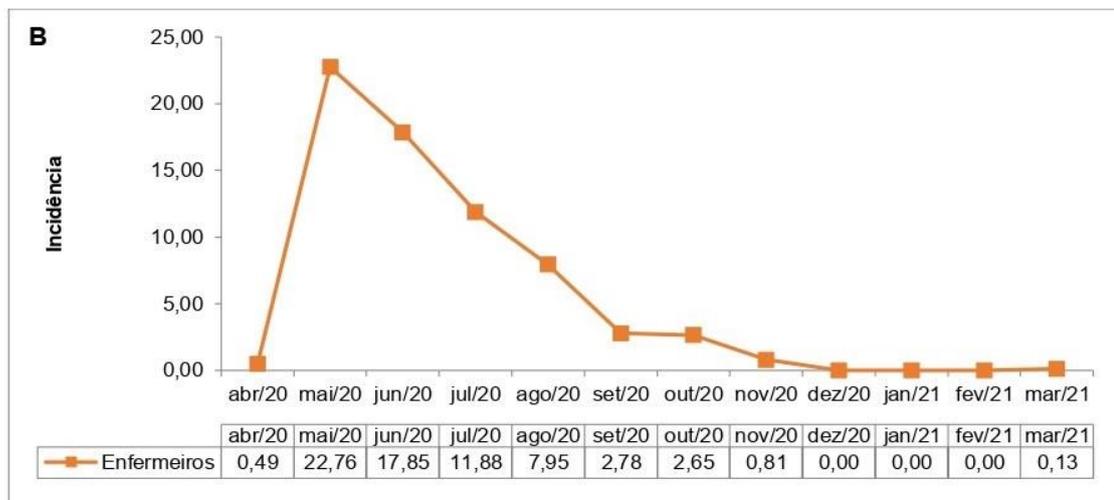
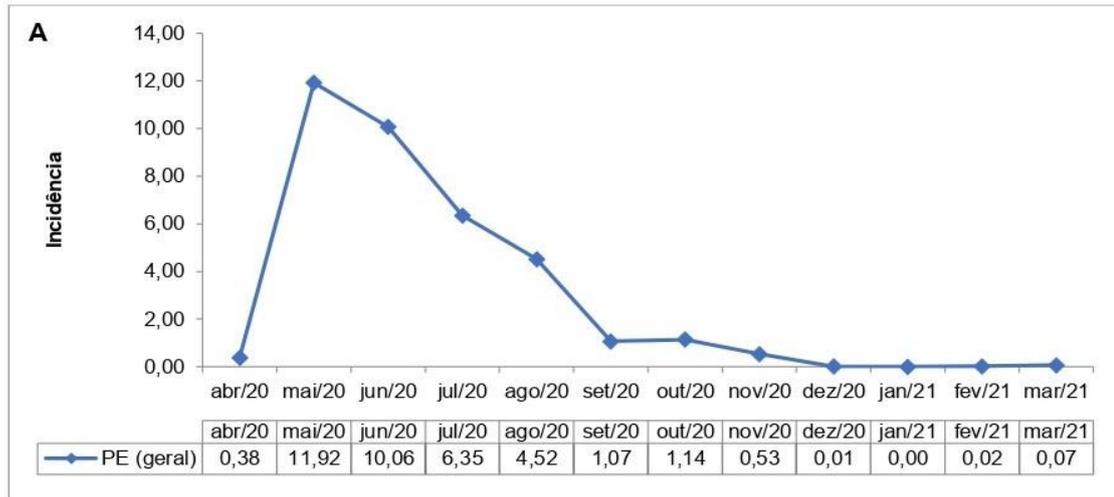
O estudo foi conduzido conforme as diretrizes de ética nacionais e internacionais, sendo o protocolo de pesquisa submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) pelo parecer n.º 4.544.201.

RESULTADOS

No período compreendido entre abril de 2020 e março de 2021 foram registrados 2.116 casos de Covid-19 em profissionais de enfermagem no Maranhão. Especificamente neste estudo, não foram registrados casos da doença em auxiliares de enfermagem.

A Figura 2 demonstra que a incidência da Covid-19 entre os PE apresentou variação com um pico no coeficiente de incidência no mês de maio de 2020 em todas as categorias, com destaque para os enfermeiros (22,76 casos/1.000 PE) (Figura 2B). A média para o período foi de 3,00 casos/1000 PE, no segmento PE (geral); 5,60 casos/1000 PE entre os enfermeiros e 2,71 casos/1000 PE entre os técnicos de enfermagem. É possível observar que houve queda no coeficiente de incidência ao longo dos meses, com o menor (0,00 casos/1.000 PE) sendo registrado em janeiro de 2021 em todas as categorias analisadas.

Figura 2 – Incidência da Covid-19 em profissionais de enfermagem (geral) e por categorias no Maranhão no período de abril de 2020 a março de 2021. São Luís-MA, Brasil. 2022



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

A Tabela 1 demonstra que a tendência da incidência da Covid-19 nos PE apresentou comportamento decrescente ao longo do período analisado, com Variação Percentual Mensal (VPM) de -71,2% (IC95% -87,0; -36,1) para PE (Geral); VPM de -73,8% (IC95% -89,3; -35,8) para enfermeiros e VPM de -49,3% (IC95% -66,5; -23,3) para técnicos de enfermagem.

Tabela 1 – Tendência da incidência da Covid-19 em profissionais de enfermagem (geral) e por categoria no Maranhão no período de abril de 2020 a março de 2021. São Luís-MA, Brasil. 2022

Categorias	Variação Percentual Mensal		p*	Situação
	(VPM)	(IC95%)		
PE (Geral)	-71,2	(-87,0; -36,1)	0,006	Decrescente
Enfermeiros	-73,8	(-89,3; -35,8)	0,007	Decrescente
Técnicos de Enfermagem	-49,3	(-66,5; -23,3)	0,004	Decrescente

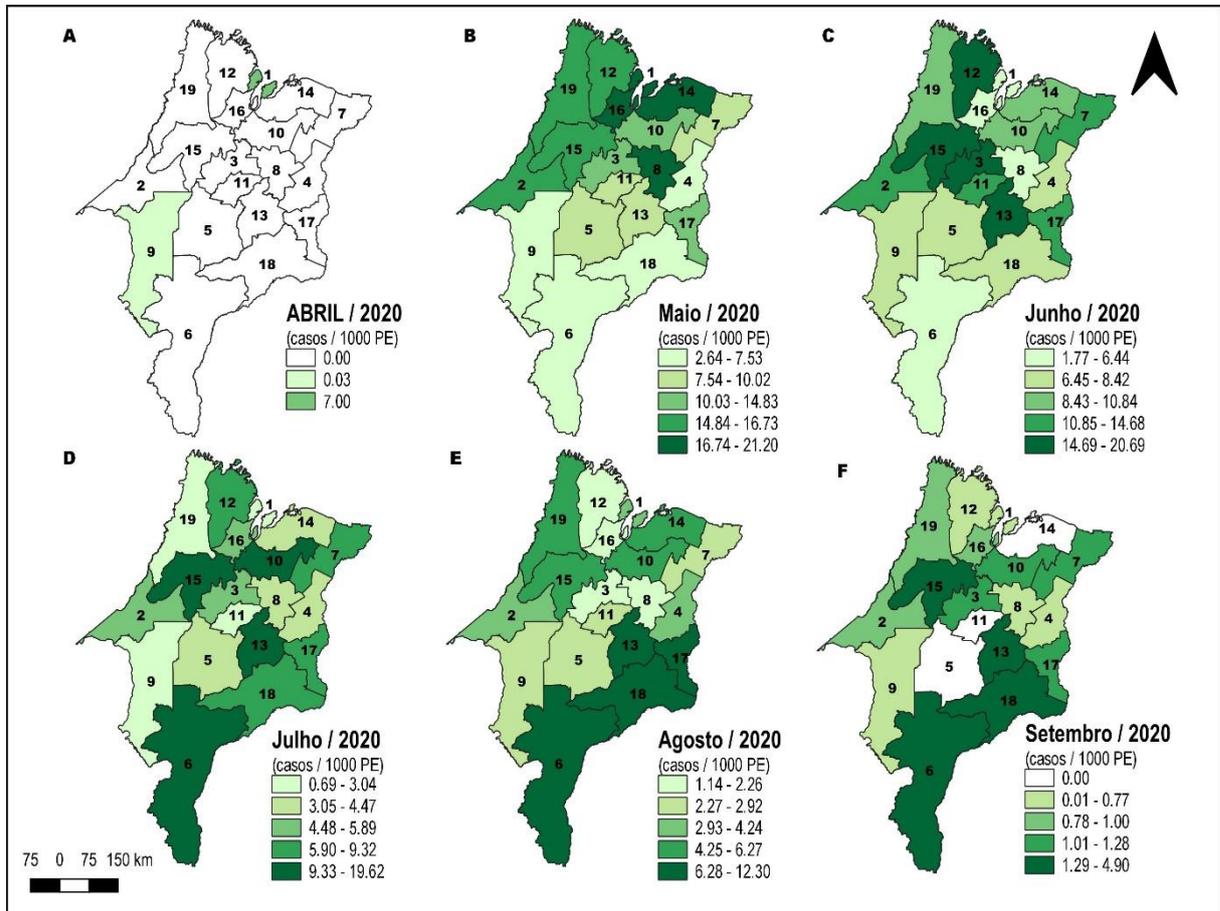
Nota: Regressão de Prais-Winsten ($p < 0,05$); PE: Profissionais de Enfermagem; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

A distribuição espacial da incidência da Covid-19 ocorreu de forma heterogênea, com coeficientes de incidência que variaram de 0,00 casos/1000 PE em abril de 2020 (Figura 3A) a 21,20 casos/1000 PE em maio do mesmo ano (Figura 3B). Os maiores coeficientes foram registrados nas regionais de saúde de Rosário (21,20 casos/1000 PE), São Luís (19,01 casos/1000 PE), Viana (18,60 casos/1000 PE) e Codó (18,54 casos/1000 PE) no mês de maio (Figura 3B), Bacabal (20,69 casos/1000 PE) e Presidente Dutra (18,96 casos/1000 PE) em junho (Figura 3C), e Balsas (19,62 casos/1000 PE) no mês de julho de 2020 (Figura 3D).

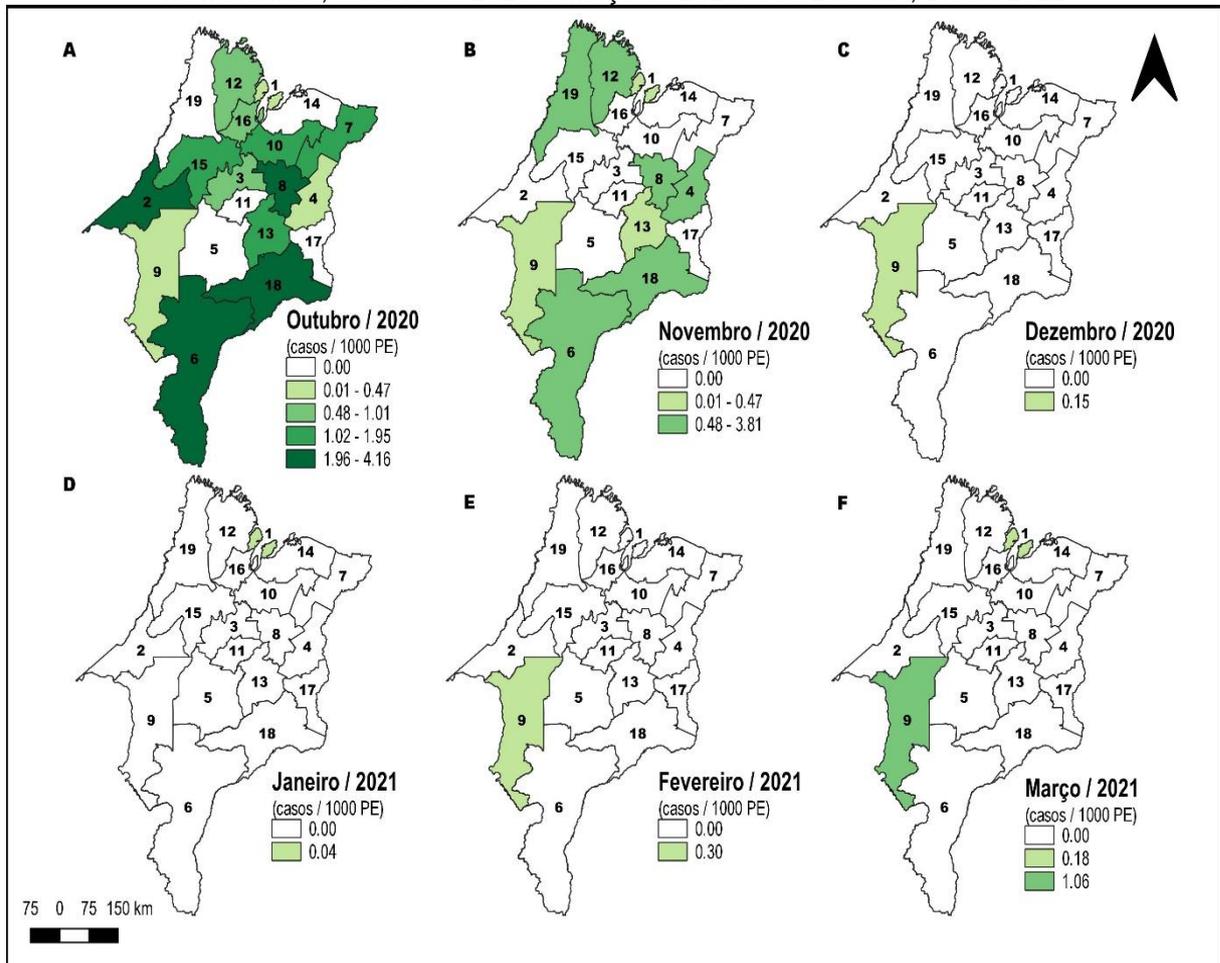
Após esse período, houve redução nos coeficientes de incidência em todo o estado, sendo observados registros de novos casos da doença apenas nas regionais de saúde de São Luís e Imperatriz, com destaque para o mês de março de 2021 (0,18 casos/1000 PE) e (1,06 casos/1000 PE), respectivamente (Figura 4F).

Figura 3 – Distribuição espacial da incidência da Covid-19 em profissionais de enfermagem (geral), no Maranhão, abril a setembro de 2020. São Luís-MA, Brasil. 2022



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Figura 4 – Distribuição espacial da incidência da Covid-19 em profissionais de enfermagem (geral), no Maranhão, outubro de 2020 a março de 2021. São Luís-MA, Brasil. 2022



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

A estatística de varredura espaço-temporal revelou três aglomerados no espaço-tempo de alto risco estatisticamente significantes ($p < 0,05$), controlados pela idade, sexo e tamanho da população de PE das regionais de saúde do estado.

O aglomerado espaço-temporal 1 que envolveu 24 (vinte e quatro) municípios pertencentes às regionais de saúde de Imperatriz e Açailândia, apresentou $RR = 2,00$ ($IC_{95\%} 1,35 - 5,10$) e foi detectado entre os meses de agosto e outubro de 2020. O aglomerado espaço-temporal 2 englobou 22 (vinte e dois) municípios pertencentes às regionais de saúde de São Luís, Pinheiro e Viana, com $RR = 3,00$ ($IC_{95\%} 2,09 - 7,69$) no período de maio a julho de 2020. Já o aglomerado espaço-temporal 3 abrangeu 16 (dezesesseis) municípios pertencentes às regionais de saúde de Presidente Dutra e Timon, com $RR = 7,10$ ($IC_{95\%} 3,57 - 11,02$), detectado entre os meses de junho e setembro de 2020 (Tabela 2).

A figura 5 demonstra que os aglomerados dos casos de Covid-19 em PE detectados no espaço-tempo situaram-se em sete regionais de saúde, ao sudoeste/noroeste, norte, e leste do estado do Maranhão.

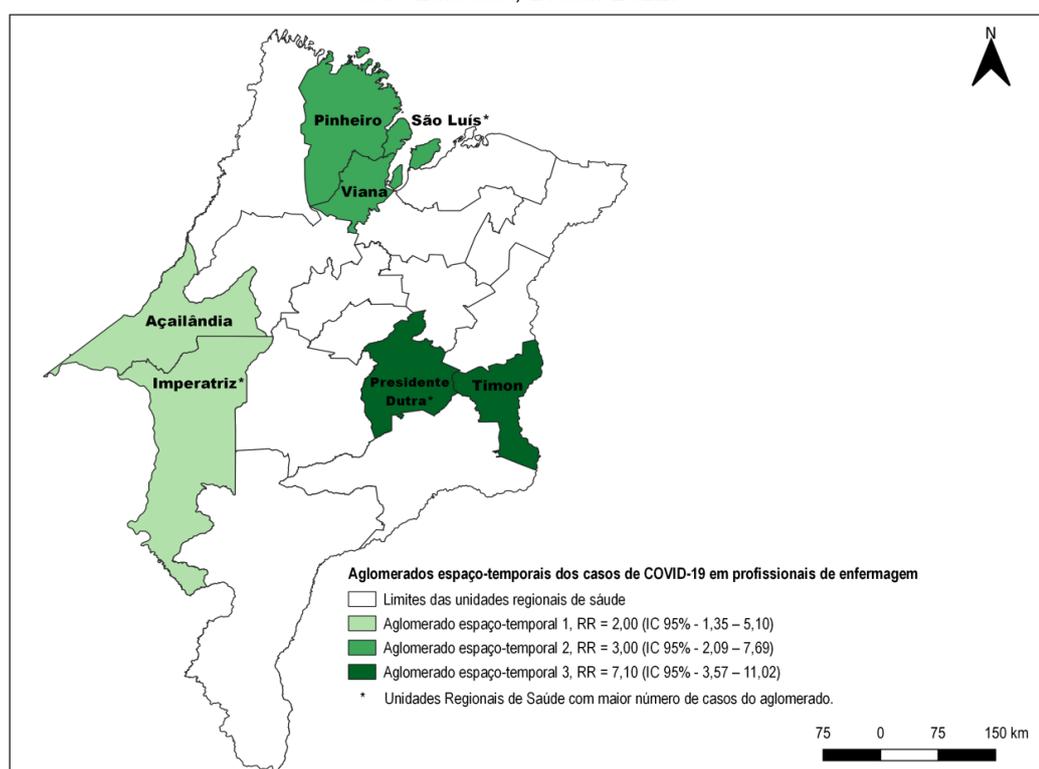
Tabela 2 – Caracterização dos aglomerados espaço-temporais dos casos de Covid-19 em profissionais de enfermagem, controlados pela população e por sua distribuição segundo sexo e idade, (abril/2020 a março/2021). São Luís-MA, Brasil. 2022

Aglomerados Espaço-temporais (Período de detecção)	N.º de municípios	N.º de casos	População (PE)	RR (IC 95%)	p-valor	URS
1 (agosto a outubro de 2020)	24	34	5010	2,00 (1,35 - 5,10)	<0,001	Imperatriz* e Açailândia
2 (maio a julho de 2020)	22	718	22899	3,00 (2,09 – 7,69)	<0,001	São Luís*, Pinheiro e Viana
3 (junho a setembro de 2020)	16	59	1264	7,10 (3,57 - 11,02)	<0,001	Presidente Dutra* e Timon

Nota: RR: Risco Relativo; IC: intervalo de Confiança; PE: Profissionais de Enfermagem; URS: Unidade Regional de Saúde; * destaque em número de casos do aglomerado.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Figura 5 – Aglomerados espaço-temporais dos casos de Covid-19 em profissionais de enfermagem, controlados pela população e por sua distribuição segundo sexo e idade, (abril/2020 a março/2021). São Luís-MA, Brasil. 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

O conhecimento dos aspectos geoepidemiológicos dos casos de Covid-19 em PE no estado do Maranhão possibilita a compreensão acerca da vulnerabilidade e dos impactos da pandemia sobre a saúde desses profissionais em distintos níveis de atenção à saúde e ambientes de cuidado (SILVA *et al.*, 2023a).

Em relação à incidência da Covid-19 em PE no estado do Maranhão, os dados do presente estudo apontaram um pico da incidência da doença no mês de maio de 2020 (Figura 2), resultado que esteve atrelado ao momento que ficou conhecido como primeira onda da Covid-19 no Brasil (MOURA *et al.*, 2022).

Referente às ondas, acrescenta-se que a progressão da pandemia variou de acordo com cada região, ou seja, os picos das ondas não ocorreram simultaneamente em todas as cinco regiões do Brasil, começou pela região Norte, onde o ápice da primeira onda de casos aconteceu na 26ª Semana Epidemiológica (SE) de 2020, seguido pelo pico na região Nordeste (27ª SE), Centro-Oeste (32ª SE), Sudeste (33ª SE) e Sul (36ª SE) (MOURA *et al.*, 2022). No estado do Maranhão, cenário deste estudo, a primeira onda compreendeu o período de março a outubro de 2020, e a segunda onda de novembro de 2020 a agosto de 2021 (SILVA *et al.*, 2024).

Neste estudo, entre os meses de maio e julho de 2020, considerando todos os PE, foram observados coeficientes de incidência elevados nas regionais de saúde de Rosário (21,20 casos/1000PE), Bacabal (20,69 casos/1000 PE), Balsas (19,62 casos/1000 PE) e São Luís (19,01 casos/1000 PE) (Figuras 3B, 3C e 3D), com destaque para os enfermeiros (22,76 casos/1000 PE) (Figura 2B) que, dentre as categorias, foi a que registrou o maior coeficiente de incidência durante o período analisado.

Frente a esses achados, destaca-se que essas regionais de saúde contam com hospitais de referência, consideradas macrorregiões de saúde, receptoras de pacientes de outras regionais e de estados vizinhos, o que pode colaborar para um maior risco de contaminação e, conseqüentemente, sobrecarga do sistema, contribuindo para um aumento do número de casos e óbitos na população geral (SILVA *et al.*, 2022), situação que favorece uma maior exposição dos PE aos casos confirmados da doença, o que também foi observado nos serviços de saúde do Brasil e do Mundo (MACHADO *et al.*, 2023).

No Brasil, foram identificados resultados semelhantes aos deste estudo com a tendência temporal da incidência da Covid-19 nos PE apresentando o primeiro pico nos meses de março e abril de 2020, situação que reforça o quanto esses profissionais estavam vulneráveis à doença (BARROS *et al.*, 2023; BENITO; SILVA; BENITO, 2024).

Apesar da segunda onda da pandemia ter representado maior gravidade em comparação com a primeira, (MOURA *et al.*, 2022), onde, especialmente na região Nordeste do país, autoridades estaduais e municipais realizaram ações mais organizadas, implementando medidas não farmacológicas e fortalecendo o sistema de saúde (KERR *et al.*, 2021); estima-se que a expressiva redução no coeficiente de incidência, observada ao longo do período deste estudo, possa indicar uma maior conscientização dos PE acerca dos riscos oriundos da assistência direta aos pacientes contaminados, como também uma maior disponibilidade de EPI's e sua correta utilização. Outrossim, essa diminuição no número de casos e de óbitos entre os PE também foi observada no cenário nacional no período de 20 de março a 29 de setembro de 2020 (CARVALHO *et al.*, 2021).

Reforçando esses achados, a análise da tendência da incidência da Covid-19, neste estudo, em todas as categorias, apresentou situação decrescente (Tabela 1). Nesse sentido, vale ressaltar que, no início da pandemia, o Maranhão estava entre os estados que se destacaram pela adoção de medidas mais severas, observou-se uma resposta antecipada nas curvas de incidência durante a primeira onda, resultando em uma desaceleração ou mesmo estabilização no crescimento dos casos (SIQUEIRA *et al.*, 2022).

Durante a pandemia de Covid-19, foram adotadas diversas estratégias de contenção e mitigação para prevenir a sobrecarga dos sistemas de saúde e a proteção de grupos vulneráveis. Práticas como o distanciamento social, lavagem das mãos, uso de máscaras, quarentena e lockdown provaram serem eficazes na diminuição da propagação do SARS-CoV-2. Contudo, a vacinação teve um papel

fundamental na redução dos riscos de complicações decorrentes da Covid-19 (BRITO *et al.*, 2023).

Especificamente no Brasil, a desigualdade socioeconômica desempenhou papel importante nos impactos da Covid-19, interferindo na capacidade de resposta satisfatória da população à pandemia (FOLADORI-INVERNIZZI; MESQUITA FILHO, 2023).

Acrescenta-se que um estudo analisou a incidência da Covid-19 na população do Maranhão, e apontou que a tendência da incidência apresentou comportamento estacionário em todas as regiões de saúde do estado no período avaliado (SILVA *et al.*, 2023b). Entretanto, em outro cenário, as tendências da incidência, nos estados de Santa Catarina e do Paraná, foram decrescentes no ano de 2021 (BRITO *et al.*, 2023).

Diante disso, destaca-se que a heterogeneidade dos indicadores de morbimortalidade pela doença entre diferentes regiões pode ocorrer em função das ações, rotinas, disponibilidade de suprimentos, estrutura de serviços de saúde, vigilância, além de questões culturais e políticas (SIQUEIRA *et al.*, 2022).

Ademais, a dinamicidade da Covid-19 pode impactar, de formas distintas, diferentes regiões e estados do país durante o curso da pandemia, demandando ações de prevenção e proteção a esses profissionais, uma vez que casos e óbitos de profissionais da saúde podem acompanhar as tendências de ocorrência na população geral (MACHADO *et al.*, 2023).

Nessa perspectiva, na análise espacial, os resultados deste estudo mostram que a distribuição espacial da incidência da Covid-19 em PE ocorreu de forma heterogênea (Figuras 3 e 4), situação que também foi observada no Brasil, sendo que casos, internações e óbitos deram à região Nordeste o primeiro lugar (29,8%) dentre todas as regiões do país (CARVALHO *et al.*, 2021). No Maranhão, a distribuição espacial dos óbitos por Covid-19 na população geral do estado, também ocorreu de forma heterogênea, sendo registrados altos coeficientes de mortalidade em diversas regionais de saúde, variando de 0,00 a 102,24 óbitos por 100 mil habitantes (SILVA *et al.*, 2022).

Nesta investigação, foram observados altos coeficientes de incidência da Covid-19 em PE em várias regionais de saúde, contudo, no final do período de análise registraram-se novos casos apenas nas regionais de São Luís (0,18 casos/1000 PE) e Imperatriz (1,06 casos/1000 PE) (Figura 4F). A manutenção desses registros, está possivelmente associada ao fato de essas regionais apresentarem uma maior concentração de serviços de saúde, visto que São Luís, capital do Maranhão, e Imperatriz, segunda maior cidade, contam, respectivamente, com 1.759 e 540 estabelecimentos de saúde cadastrados no estado, números amplamente discrepantes dos demais municípios (CNES, 2024). Isso ocorre porque esses municípios respondem por grande parte da indústria e do comércio no Maranhão, por serem duas grandes portas de entrada do estado que contam com grande parte do sistema hospitalar (SILVA *et al.*, 2022).

Além disso, a condição prévia desfavorável do sistema de saúde no Brasil foi exacerbada pela crise da Covid-19. A escassez de equipamentos de proteção individual, a insuficiência de trabalhadores da saúde, remunerações insatisfatórias e cargas de trabalho extenuantes, colaboraram para a manutenção de um elevado número de enfermidades entre os profissionais da área (SANTOS *et al.*, 2023).

Ademais, os PE, que devido à natureza do trabalho já se encontram vulneráveis à infecção por diversos agentes durante o serviço, demandam por ações que promovam segurança, melhores condições de trabalho e afastamento dos que compõem grupos de risco frente à Covid-19 (MENDES *et al.*, 2022).

Nessa vertente, a disseminação espacial é uma das propriedades mais importantes das epidemias sendo de suma importância compreender a distribuição espacial da Covid-19 para que se possa prever surtos locais e desenvolver estratégias de resposta durante os estágios iniciais de emergência da doença (LIMA; RIBEIRO; SANTOS, 2022).

Mundialmente, estudo que revisou a implementação de análises geoespaciais, voltadas para a compreensão de locais e padrões de distribuição da doença, afirma que compreender a dinâmica espaço-temporal da Covid-19 é fundamental para que se possa desenvolver ações capazes de reduzir

seus impactos (FRANCH-PARDO; NAPOLETANO; ROSETE-VERGES; BILLA, 2020).

Ademais, gestores ao redor do mundo têm, de maneira oportuna, preconizado medidas eficazes em seus respectivos sistemas de saúde para a contenção e rastreamento da doença, uma vez que o nível de desorganização social de uma comunidade pode contribuir, por exemplo, para uma epidemia ocorrer de maneira mais intensa (SIQUEIRA, 2022; PINHO, 2020).

No Brasil, a Covid-19 tem sido um desafio para a saúde, e a compreensão de sua distribuição espacial em território nacional exige raciocínio geográfico que conta com apoio de técnicas de mapeamento e representações espaciais (SILVA *et al.*, 2023a). Nesse sentido, o monitoramento da incidência da Covid-19 entre os PE, objetiva provocar as instituições de saúde hospitalares e a sociedade para os riscos que esses profissionais correm no exercício de suas funções, destacando a rápida evolução da doença entre eles em diferentes regiões, decorrente do processo de trabalho, desde a admissão de pacientes, à implementação de cuidados de pequena, média e alta complexidade (BENITO; SILVA; BENITO, 2024).

No que se refere à análise de varredura, destaca-se que, neste estudo, os três aglomerados espaço-temporais de alto risco foram identificados no período de maio a outubro de 2020, coincidindo com uma possível primeira onda da Covid-19 no Brasil entre esses profissionais, haja vista o maior número de casos da doença no período, como mostram estudos realizados pelo país (SILVA *et al.*, 2023a; BENITO; SILVA; BENITO, 2024; CARVALHO *et al.*, 2021).

Dentre os aglomerados identificados, o aglomerado 3 localizado a leste do estado, que abrangeu as regionais de saúde de Presidente Dutra e Timon, embora conte com o menor número de municípios, apresentou o maior risco aos PE frente à Covid-19 (RR= 7,10 - IC95% 3,57 - 11,02). Outrossim, os municípios pertencentes às regionais de saúde envolvidas pelos aglomerados 1 (RR= 2,00 - IC95% 1,35 - 5,10) e 2 (RR= 3,00 - IC95% 2,09 - 7,69) também apresentaram, assim como o aglomerado 3, alto risco a esses profissionais (Figura 5).

É possível que, semelhante ao que ocorre na população geral, a formação de *clusters* estatisticamente significativos esteja relacionada a municípios que possuem hospitais de referência para atendimento aos casos suspeitos de Covid-19, o que, possivelmente, aumenta o risco de contaminação, devido à sobrecarga das equipes e dos serviços de saúde (SILVA *et al.*, 2023b; SILVA *et al.*, 2022).

Além disso, outras questões como acesso à rede de serviços de saúde e comportamento socioeconômico e cultural da população também podem influenciar na distribuição espacial dos coeficientes de incidência da doença (SIQUEIRA *et al.*, 2022). Portanto, a soma desses fatores, considerando o contexto pandêmico, pode ter favorecido a formação de *clusters* de alto risco para Covid-19 entre os PE do Maranhão.

Os aglomerados detectados poderão despertar para ações de prevenção, controle de infecções e também para orientações a esses profissionais acerca dos riscos relativos à paramentação, despamentação e descarte seguro de EPI's, bem como cuidados com procedimentos geradores de aerossóis (SOARES *et al.*, 2021).

Destaca-se ainda que a incorporação de técnicas geoestatísticas evidenciou áreas de risco para a ocorrência de Covid-19 em PE no Maranhão, além disso, foram identificadas regiões de saúde prioritárias no estado que demandam ações que reduzam os impactos na saúde e que melhorem as condições de trabalho da Enfermagem, partindo do fornecimento de EPI's e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's), alocação de recursos e educação continuada. Dito isso, são necessários novos estudos com dados primários sobre a Covid-19 envolvendo esses profissionais, com análise geoepidemiológica em momentos subsequentes ao desta proposta.

Ressalta-se, que no período do estudo, não foram registrados casos da Covid-19 em auxiliares de enfermagem, podendo o não registro de casos da doença nessa categoria, especificamente neste estudo, estar relacionado a não inclusão de dados referentes à variável ocupação, campo de preenchimento obrigatório nos sistemas de informação em saúde (HELIOTERIO *et al.*, 2020). Ademais, deve-se considerar que a falta de confirmação dos casos da doença por carência de testagem em massa nos PE (DUPRAT; MELO, 2020), especialmente no início da pandemia, pode ter impactado na

fidedignidade dos dados da Covid-19 na categoria.

Desse modo, como limitações deste estudo, destaca-se a possibilidade de subnotificação devido ao não preenchimento dos dados dos PE na sua totalidade, tendo em vista o uso de dados secundários fornecidos pela SES/MA, e, de maneira oportuna, aponta-se a necessidade de aprimorar a qualidade desses registros, bem como realizar adequadamente a alimentação dos sistemas de informação de modo que se obtenha um conhecimento fidedigno da situação epidemiológica dos casos e óbitos pela doença.

Inerente aos estudos ecológicos tem-se ainda, como limitação desta investigação, a “falácia ecológica”, fenômeno que ocorre tendo em vista não ser possível considerar afirmações em um nível mais agregado como válidas em um nível desagregado (ROUQUAYROL; SILVA, 2018).

CONCLUSÃO

Observou-se neste estudo que a incidência da Covid-19 apresentou pico máximo no mês de maio de 2020 em todas as categorias, com destaque para os enfermeiros que, no referido mês, responderam pelo maior coeficiente de incidência (22,76 casos/1.000 PE).

A distribuição espacial da incidência da doença ocorreu de forma heterogênea com coeficientes que variaram de 0,00 casos/1000 PE em abril de 2020 a 21,20 casos/1000 PE em maio do mesmo ano, e a análise de varredura revelou três aglomerados espaço-temporais de alto risco, localizados ao sudoeste/noroeste, norte e leste e distribuídos em sete regionais de saúde do estado do Maranhão.

Os resultados aqui apresentados constituem-se como subsídios para gestores e profissionais de saúde, em especial os de enfermagem, na tomada de decisão frente aos impactos da pandemia de Covid-19, no despertar para a necessidade de melhores condições de trabalho, especialmente em regiões de maior vulnerabilidade e na execução de capacitações permanentes em saúde, direcionadas às medidas de prevenção mais eficazes, coadunando, dessa maneira, com a campanha “*Nursing Now*” que visa o reconhecimento das contribuições da enfermagem para os desafios da saúde do século XXI.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA (Processo COVID-19 00812/20) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AMPOS, L.F.; OLINO, L.; MAGALHÃES, A.M.M.; TAVARES, J.P.; MAGNAGO, T.S.B.S.; DAL PAI, D. Nursing performance in COVID-19 and non-COVID-19 units: implications for occupational health.

Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 31, p. e3741, 2023. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6215.3741>

ANTUNES, J.L.F.; CARDOSO, M.R.A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 3, p. 565–576, jul. 2015.

<https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000300024>

BARROS, F.R.; RODRIGUES, M.E.; SOUZA, J.T.; FARZAT, T.A.; OLIVEIRA FILHO, V.C.; MAGALHÃES, V.M. Análise de casos e óbitos por COVID-19 em profissionais da enfermagem Amazonense. **Enfermagem em Foco**, 14: e-202378, 2023. <https://doi.org/10.21675/2357-707X.2023.v14.e-202378>

BENITO, R.C.; SILVA, E.L.; BENITO, L.A.O. Mortalidade de profissionais de saúde pelo COVID-19 no Brasil: 2020 a 2022. **Revista**, 13(1):168-85, 2024. <https://doi.org/10.36239/revista.v13.n1.p168a185>

BRASIL. **Guia de vigilância epidemiológica Emergência de saúde pública de Importância nacional pela Doença pelo coronavírus 2019 – covid-19**, Brasília: Ministério da Saúde, p.86, 2021. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

BRITO, S.A.; ABREU, L.C.; ESTRADA, D.A.; CAMPOS, M.F.; CAVALCANTI, M.P.E.; CARVALHO, A.A.S. Three years of COVID-19 pandemic: comparative analysis of incidence, lethality and mortality

among the States of the south region of Brazil. **Journal of Human Growth and Development**, 33(3):392-404, 2023. <http://doi.org/10.36311/jhgd.v33.15285>

CARVALHO, O.C.; ANDRADE, E.X.; SILVA, D.T.; BUENO, S.V.I.; CARDOSO, A.P.S.; BRAGA, K.P.A.; JUVINO, V.K.S; LOURENÇO, L.S. **Impactos da COVID-19 sobre a enfermagem brasileira: aspectos epidemiológicos. Brazilian Journal of Health Review**, 4(4), 17379–17396, 2021. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n4-233>

COFEN. Conselho Federal de Enfermagem. **Observatory of Nursing. Professionals infected with COVID-19 informed by the health service**. junho de 2023. Disponível em: <http://observatoriodaenfermagem.cofen.gov.br>. Acesso em: 23 de mar. de 2024.

COULSTON, J.W.; RITTERS, K.H. Geographic analysis of forest health indicators using spatial scan statistics. **Journal of Environmental Management**, Jun;31(6), 764-73, 2003. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-0023-9>

DAVID, H.M.S.L.; ACIOLI, S.; SILVA, M.R.F.; BONETTI, O.P.; PASSOS, H. Pandemics, crisis conjunctures, and professional practices: what is the role of nursing with regard to Covid-19?. **Revista Gaúcha De Enfermagem**, 42(esp), e20200254, 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20190254>

DE OLIVEIRA, R.A.; SANTOS NETO, M.; FERREIRA, A.G.N.; PASCOAL, L.M.; BEZERRA, J.M.; DUTRA, R.P.; PEREIRA, A.L.F. Fatores de risco e distribuição espacial dos óbitos por COVID-19: revisão integrativa. **Revista De Epidemiologia E Controle De Infecção** 12(1), 2022. <https://doi.org/10.17058/reci.v12i1.17124>

DUPRAT, I.P.; MELO, G.C. Analysis of cases and deaths by COVID-19 in Brazilian nursing professionals. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, 45, e30, Epub October 09, 2020. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000018220>

FOLADORI-INVERNIZZI, S.; MESQUITA FILHO, W. Determinantes socioeconômicos e o índice de mortalidade decorrente da COVID-19 no Brasil. **Revista de Saúde Coletiva Da UEFS**, 13(1): e9178, 2023. <https://doi.org/10.13102/rscdauefs.v13i1.9178>

FRANCH-PARDO, I.; NAPOLETANO, B.M.; ROSETE-VERGES, F.; BILLA, L. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. **The Science of the total environment**, 739, 140033, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033>

HELIOTERIO, M.C.; LOPES, F. Q.R.S.; SOUSA, C.C.; SOUZA, F.O.; PINHO, P.S.; SOUSA, F.N.F.; ARAÚJO, T.M. Covid-19: por que a proteção da saúde dos trabalhadores e trabalhadoras da saúde é prioritária no combate à pandemia? **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 18, n. 3, e00289121, 2020. <https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00289>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cities and States. Census 2010**. 2021a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma.html>. Acesso em: 19 nov. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maps, Bases and references**. 2021b. **Cartographic bases**. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas>. Acesso em: 19 nov. 2021.

IBM Corp. **IBM SPSS Statistics for Windows** (Version 24.0) [Computer software]. IBM Corp. 2016. Disponível em: <https://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg21476197>.

ICN. International Council of Nurses. **Policy brief. The Global Nursing shortage and Nurse Retention**. 2021. Disponível em: https://www.icn.ch/system/files/2021-07/ICN%20Policy%20Brief_Nurse%20Shortage%20and%20Retention.pdf. Acesso em: 11 out. 2021.

KERR, L.R.F.S.; KENDALL, C.; ALMEIRA, R.L.F.; ICHIHARA, M.Y.; AQUINO, E.M.L.; SILVA, A.A.M.; XIMENES, R.A.A.; ALBUQUERQUE, M.F. P.M.; ALMEIDA-FILHO, N.; SOUZA, R.F.; BRANDÃO FILHO, S.P.; SOUZA, W.V.; BARRETO, M.L. Covid-19 no Nordeste do Brasil: primeiro ano de pandemia e incertezas que estão por vir. **Revista De Saúde Pública**, v.p.55:35. 2021.

<https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003728>

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: Detection and inference. **Statistics in Medicine**, 14(8):799-810, 1995. <https://doi.org/10.1002/sim.4780140809>. PMID: 7644860

LIMA, S.V.M.A.; RIBEIRO, C.J.N.; SANTOS, A.D. The use of geoprocessing to strengthen the epidemiological surveillance of covid-19. **Revista Brasileira De Enfermagem**, 75(Suppl 1):e75Suppl101, 2022. <https://doi.org/10.1590/0034-7167.202275Suppl101>

LUCENA, S.E.F.; MORAES, R.M. Detecção de agrupamentos espaço-temporais para identificação de áreas de risco de homicídios por arma branca em João Pessoa, PB. **Boletim De Ciências Geodésicas**, v18 n. 4, p. 605–623, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702012000400006>

MACHADO, M.H.; TEIXEIRA, E.G.; FREIRE, N.P.; PEREIRA, E.J.; MINAYO, M.C.S. Óbitos de médicos e da equipe de enfermagem por COVID-19 no Brasil: uma abordagem sociológica. **Ciência & saúde coletiva**, 28(2):405–19, 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-81232023282.05942022>

MAXIMINO, F.D.S.; BRANCO, M.R.F.C. Análise Espacial da Letalidade por Síndrome Respiratória Aguda Grave por COVID-19 no Maranhão, Brasil, 2020-2022. **Saúde Coletiva (Barueri)**, [S. l.], v. 13, n. 85, p. 12674–12687, 2023. <https://doi.org/10.36489/saudecoletiva.2023v13i85p12674-12687>

MENDES, M.; BORDIGNON, J.S.; MENEGAT, R.P.; SCHNEIDER, D.G.; VARGAS, M.A.O.; SANTOS, E.K.A.; CUNHA, P.R. Neither angels nor heroes: nurse speeches during the COVID-19 pandemic from a Foucauldian perspective. **Revista Brasileira De Enfermagem**, 75 (suppl 1): e20201329, 2022. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-1329>

MOURA, E.C.; CORTEZ-ESCALANTE, J.; CAVALCANTE, F.V.; BARRETO, I.C.H.C.; SANCHEZ, M.N.; SANTOS, L.M.P. Covid-19: temporal evolution and immunization in the three epidemiological waves, Brazil, 2020–2022. **Revista De Saúde Pública**, 56, 105, 2022. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004907>

OLIVEIRA JARDIM, R.; PENA PEREIRA, C. R.; RIBEIRO RODRIGUES, Z. M. ROTAS DA COVID-19 NO ESTADO DO MARANHÃO, BR. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 18, p. 14–28, 2022. <https://doi.org/10.14393/Hygeia1859356>

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICA DA SAÚDE (OPAS). **OMS declara fim da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional referente à COVID-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2023-oms-declara-fim-da-emergencia-saude-publica-importancia-internacional-referente>. Acesso em: 16 mar. 2024.

PINHO, S.B. A Atenção Primária a Saúde no contexto da COVID19. **HU Revista**, [S. l.], v. 46, p. 1–2, 2020. <https://doi.org/10.34019/1982-8047.2020.v46.30077>

PSI. Public Services International. **Profissionais da saúde e a Covid-19 no Brasil - relatório especial em dados e gráficos**. Outubro de 2022. Disponível em: <https://publicservices.international/resources/publications/profissionais-da-sade-e-a-covid-19-no-brasil---relatorio-especial-em-dados-e-graficos?id=13389&lang=pt>. Acesso em: 25 abr. 2023.

PUHACH, O.; MEYER, B.; ECKERLE, I. SARS-CoV-2 viral load and shedding kinetics. **Nature Reviews Microbiology**, v.21, 147–161, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00822-w>

ROUQUAYROL, M. Z.; SILVA, M. G. **Rouquayrol: Epidemiology & Health**, 8th ed. p.719. 2018. MedBook. [Book in Portuguese].

SESMA. Secretaria de Estado da Saúde do estado do Maranhão. **Regional Health Unit. Health Regional Coordination. Health Portal. Maranhão**. São Luís, 2021. Disponível em: <https://www.saude.ma.gov.br/unidades-regionais-de-saude/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SILVA, W.M.; BRITO, P.D.S.; SOUSA, G.G.D.S.; SANTOS, L.F.S.; SILVA, J.C.; COSTA, A.C.P.J.; PASCOAL, L.M.; SANTOS, F.S.; FONTOURA, I.G.; LOBATO, J.S.M.; FONTOURA, V.M.; PEREIRA, A.L.F.; SANTOS, L.H.; SANTOS NETO, M. Deaths due to COVID-19 in a state of northeastern Brazil: spatiotemporal distribution, sociodemographic and clinical and operational characteristics.

Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 116(2), 163–172, 2022.

<https://doi.org/10.1093/trstmh/trab098>

SILVA, J.C.; DE SOUSA, G.G.D.S.; DE OLIVEIRA, R.A.; SANTOS, L.F.S.; PASCOAL, L.M.; SANTOS, F.S.; ROLIM, I.L.T.P.; COSTA, A.C.P.J.; SERRA, M.A.A.O.; FONTOURA, I.G.; BEZERRA, J.M.; ARAGÃO, F.B.A.; RAMOS, A.C.V.; LIMA, C.C.D.; FONTOURA, V.M.F.; SANTOS, L.H.; SANTOS NETO, M. Spatiotemporal risk assessment and COVID-19 trend estimation in a federative unit in northeastern Brazil. **Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 117(8):580-590, 2023a. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trad014>

SILVA, L.H.; DOS SANTOS MACHADO, L.; DE LIMA, L.M.M.; DE SOUSA FEITOSA, C.R.; DE MELO, A.C.O.; DE MORAES, R.M. ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS E ÓBITOS DE COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL. **Revista Espaço e Geografia**, v.26, 28-49, 2023b

SILVA, J.C.; SOUSA, G.G.S.; OLIVEIRA, R.A.; SANTOS, L.F.S.; ROLIM, I.L.T.P.; PASCOAL, L.M.; BEZERRA, J.M.; SANTOS, F.S.; COSTA, A.C.P.J.; SANTOS NETO, M. CARACTERIZAÇÃO CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICA E AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL DOS CASOS DE COVID-19 NO ESTADO DO MARANHÃO. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 20, p. e2003, 2024. <https://doi.org/10.14393/Hygeia2068639>

SIQUEIRA, C.A.S.; FREITAS, Y.N.L.; CANCELA, M.C.; CARVALHO, M.; SILVA, L.P.; DANTAS, N.C.D.; SOUZA, D.L.B. COVID-19 no Brasil: tendências, desafios e perspectivas após 18 meses de pandemia. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v.46:e74, 2022. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.74>

SOARES, A.K.T.; ARRUDA, F.R.; NOVAIS, G.M.M.L.; MARTINS, R.B.; ARAÚJO, A.H.I.M. A importância da paramentação e desparamentação seguras em infecções por aerossol, com foco à Covid-19: uma revisão da literatura. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, 13(6), e7786, 2021. <https://doi.org/10.25248/reas.e7786.2021>

SOARES, A.N.; ASSUNÇÃO, M.J.S.M.; ALMEIDA, A.T.S.D.; CHAVES, J.N.; PIMENTEL, K.B.A.; SANTOS, A.J.; SANTOS, C.J.A.; SANTOS, M.B.L.; GALVÃO, J.M.V.; SIQUEIRA, H.D.S. Papel da enfermagem na gestão de saúde no período pandêmico de Covid-19. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 27, n. 4, p. 1974-1990, 2023. <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v27i4.2023-024>

SANTOS, B.M.P.; GOMES, A.M.F.; LOURENÇÃO, L.G.; CUNHA, I.C.K.O.; CAVALCANTI, A.J.C.A.; SILVA, M.C.N.; LOPES NETO, D.; FREIRE, N.P. Perfil e essencialidade da Enfermagem no contexto da pandemia da COVID-19. **Ciênc saúde coletiva**, [Internet]. ;28(10):2785–96, 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-812320232810.09772023>

WHO. World Health Organization. **WHO press conference on COVID-19 and other global health issues - 5 May 2023**. Disponível em: <https://www.who.int/multi-media/details/who-press-conference-on-covid-19-and-other-global-health-issues---5-may-2023>. Acesso em: 08 mar. 2024.

WOOLDRIDGE, J.M. **Introductory econometrics: A modern Approach** (4th ed.). 2009. South Western.