



ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS E ÓBITOS DE COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

Spatial analysis of cases and deaths of covid-19 in the state of Paraíba, Brazil

*Análisis espacial de casos y muertes de covid-19 en el Estado de
Paraíba, Brasil*

SILVA, L. H.

Luiz Henrique da Silva¹, Liliane dos Santos Machado², Luciana Moura Mendes de Lima³, Claryce Rebeca de Sousa Feitosa⁴, Ana Cláudia Oliveira de Melo⁵, Ronei Marcos de Moraes⁶

¹ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. luiz00henrique95@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2244-5548>

² Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. liliane@di.ufpb.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1182-2929>

³ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. lumouramendes@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0370-2361>

⁴ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. clarycefeitosa@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5782-130X>

⁵ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. anaclaudiamelo@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0856-1972>

⁶ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. ronei@de.ufpb.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8436-8950>

Recebido: 17/02/2022; Aceito: 03/01/2023; Publicado: 10/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.26512/2236-56562023e40334>

RESUMO

Análises estatísticas que consideram o espaço geográfico uma variável importante para a tomada de decisão produzem resultados que transcendem análises tradicionais. O objetivo foi realizar uma análise espacial dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba, Brasil. Estudo ecológico, utilizando-se o banco de dados da Secretaria de Estado da Saúde da Paraíba, entre 19 de março de 2020 e 15 de julho de 2021. Para a análise dos dados foram empregadas estatística descritiva, Razão de Incidências Espacial e a estatística scan. Indivíduos de 30 a 39 (23,05%), feminino (55,99%) e raça/cor parda (68,15%) foram os mais afetados; sendo a capital o primeiro epicentro da COVID-19 no estado. A doença disseminou-se a partir grandes cidades para pequenas localidades, fixando-se, frequentemente, em pequenas cidades ao oeste do estado. Com a flexibilização de atividades ocorreu migração geográfica de casos e óbitos para o sul e norte do estado; a distribuição geográfica da doença nas proximidades da principal rodovia do estado disseminou-se para o oeste e sobrecarregou o sistema de saúde. Gestores munidos dessas informações podem tomar decisões eficientes e traçar políticas públicas efetivas e específicas para o combate a COVID-19 no estado.

Palavras-Chave: pandemias; análise por conglomerados; epidemiologia; gestão em saúde.

ABSTRACT

Statistical analyzes that consider geographical space as an important variable for decision-making produce results that transcend traditional analyses. The objective was to perform a spatial analysis of COVID-19 cases and deaths in the state of Paraíba, Brazil. Ecological study, using the database of the State Department of Health of Paraíba, between March 19, 2020 and July 15, 2021. Descriptive statistics, Spatial Incidence Ratio and scan statistics were used for

SILVA, L. H.

data analysis. Individuals aged 30 to 39 (23.05%), female (55.99%) and brown (68.15%) were the most affected; the capital being the first epicenter of COVID-19 in the state. The disease spread from large cities to small towns, often settling in small towns in the west of the state. With the easing of activities, there was a geographic migration of cases and deaths to the south and north of the state; the geographic distribution of the disease near the state's main highway spread westward and overwhelmed the health care system. Managers armed with this information can make efficient decisions and outline effective and specific public policies to combat COVID-19 in the state.

Keywords: pandemics; cluster analysis; epidemiology; health management.

RESUMEN

Los análisis estadísticos que consideran el espacio geográfico como una variable importante para la toma de decisiones producen resultados que trascienden los análisis tradicionales. El objetivo fue realizar un análisis espacial de los casos y muertes por COVID-19 en el estado de Paraíba, Brasil. Estudio ecológico, utilizando la base de datos del Departamento de Salud del Estado de Paraíba, entre el 19 de marzo de 2020 y el 15 de julio de 2021. Se utilizaron estadísticas descriptivas, Ratio de Incidencia Espacial y Estadísticas de escaneo para el análisis de datos. Los individuos de 30 a 39 años (23,05%), del sexo femenino (55,99%) y pardos (68,15%) fueron los más afectados; siendo la capital el primer epicentro del COVID-19 en el estado. La enfermedad se propagó de las grandes ciudades a los pueblos pequeños, estableciéndose a menudo en los pueblos pequeños del oeste del estado. Con la flexibilización de actividades, hubo una migración geográfica de casos y muertes hacia el sur y norte del estado; la distribución geográfica de la enfermedad cerca de la carretera principal del estado se extendió hacia el oeste y desbordó el sistema de atención médica. Los gerentes armados con esta información pueden tomar decisiones eficientes y delinear políticas públicas efectivas y específicas para combatir el COVID-19 en el estado.

Palabras clave: pandemias; análisis de conglomerados; epidemiología; manejo de la salud.

1. Introdução

No dia 11 de março de 2020, a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) foi declarada pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Denominada de COVID-19, a doença foi notificada inicialmente na cidade de Wuhan, China (WU et al., 2020), espalhando-se rapidamente para outras cidades chinesas e países circunvizinhos. Esta doença se desenvolveu por meio de sintomas, principalmente, respiratórios

SILVA, L. H.

e semelhantes à sintomatologia da epidemia por SARS-CoV em 2002-2003 e da Síndrome Respiratória no Oriente Médio (MERS) em 2013-2014 (HUANG et al., 2020).

A pandemia de COVID-19 gerou repercussões, não somente nos aspectos médicos e epidemiológicos no mundo, mas nos problemas sociais, econômicos e políticos (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2021). A transmissibilidade, patogenicidade e frequentes mutações do vírus associados às lacunas para conter a cadeia de transmissão, ocasionaram a necessidade do uso de tecnologias capazes de auxiliar a tomada de decisão eficiente sobre a problemática.

Entretanto, como em outras epidemias, sistemas computacionais capazes de tratar informações geográficas são ferramentas indispensáveis para o rápido monitoramento e resposta aos eventos/fenômenos (BOULOS; GERAGHTY, 2020). Por exemplo, em estudo realizado na China, durante a epidemia de SARS-CoV em 2003, observou-se que houve predominância de aglomerados espaciais com alta densidade em distritos da península de Kowloon e New Territories. No entanto, houve pequeno quantitativo de aglomerados em Hong Kong, o que norteou a tomada de decisão da vigilância epidemiológica chinesa para mitigação da epidemia (LAI et al., 2005).

Neste sentido, o monitoramento geográfico da COVID-19 tem sido realizado em escala global, através de laboratórios de pesquisa, como o painel do Centro de Ciências e Engenharia de Sistemas da Universidade Johns Hopkins em Maryland, Estados Unidos, que disponibiliza informações obtidas de diversas fontes em mapas interativos (JOHNS HOPKINS UNIVERSITY, 2020) e o mapeamento realizado pela OMS, destacando informações importantes dos países e províncias chinesas em painéis (WHO, 2020). No Brasil, os dados da COVID-19 são disponibilizados diariamente para a população (BRASIL, 2021; CONASS, 2021).

No Brasil, até o dia 15 de julho de 2021 foram registrados 19.262.518 casos de COVID-19 e 538.942 óbitos pela doença (2,8% de letalidade). No estado da Paraíba, foram confirmados 411.054 casos e 8.841 óbitos (2,1% de letalidade). A

SILVA, L. H.

distribuição dos casos e óbitos de COVID-19 no Brasil ocorre de maneira heterogênea nas regiões, com o início da pandemia nas capitais e novos casos sendo registrados em menores regiões do país (BRASIL, 2021; PARAÍBA, 2021).

Dessa forma, conhecer a distribuição espacial da COVID-19 em determinado local permite a compreensão do real problema e como o território está sendo afetado. Adicionalmente, analisar espacialmente a doença gera resultados que, de outra forma, não estariam disponíveis a partir da epidemiologia tradicional. Logo, gestores munidos dessas informações podem traçar políticas públicas efetivas e específicas para o combate a COVID-19 no estado. Sendo assim, este estudo teve como objetivo realizar uma análise espacial dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba, Brasil.

2. Material e Métodos

2.1. Tipo de estudo

Este é um estudo ecológico, pois sua unidade de análise é representada por grupos/agregados de indivíduos (ROUQUAYRORL; GURGEL, 2018), no qual foi realizada análise exploratória da distribuição espacial da COVID-19 no estado da Paraíba, a partir de casos e óbitos registrados entre 19 de março de 2020 (primeiro registro no estado) e 15 de julho de 2021. Ressalta-se que cada caso confirmado diz respeito ao indivíduo com clínica ou amostras sorológica ou nasal/orofaríngea positiva para SARS-CoV-2.

2.2. Área de estudo

A Paraíba está localizada na Região Nordeste, com uma população correspondente a 3.766.528 habitantes, e atualmente é dividida em quatro Regiões Geográficas Intermediárias, sendo estas: Litoral/Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano. O estado da Paraíba é composto de 223 municípios divididos em quatro mesorregiões (Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano) (IBGE, 2017).

SILVA, L. H.

2.3. Coleta de dados

Os dados sobre o quantitativo de casos e óbitos confirmados em cada município do estado foram extraídos do sítio eletrônico da Secretaria de Estado da Saúde da Paraíba (SES-PB) (<https://superset.plataformatarget.com.br/superset/dashboard/55/>). A coleta foi realizada em 15 de julho de 2021, às 22 h. No site, ainda é possível obter dados epidemiológicos como casos confirmados, casos recuperados, descartados, óbitos confirmados e óbitos em investigação.

A projeção populacional para o respectivo período do estudo e a base cartográfica da Paraíba foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021; IBGE, 2015). A malha digital das rodovias da Paraíba foi obtida por meio do portal geográfico da Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba (AESA) e utilizada para plotar as principais rodovias do estado, a saber: BR-230, BR-101, BR412, BR-104, BR-110, BR-116, BR-361, BR-405, BR-408, BR-426 e BR-427 (AESA, 2020).

2.4. Análise dos dados

A partir das unidades de análise, ou seja, os municípios, analisou-se a dimensão descritiva dos dados por área, faixa etária, sexo e raça/cor. Para a análise dos dados, um total de 411.054 casos e 8.841 óbitos de COVID-19 foram averiguados.

Assim, buscou-se conhecer a distribuição dos dados, foi utilizado o teste *Lilliefors* que pondera valores centrais e extremos da distribuição, permitindo verificar se os dados podem ser aproximados pela distribuição normal. Este teste é uma derivação do teste de aderência de *Kolmogorov-Smirnov* onde calcula-se a distância máxima entre a função de distribuição acumulada dos dados e a função de distribuição acumulada hipotética gerada pelo teste por meio de simulações de Monte Carlo. Caso o valor da distância máxima, ou seja, o p-valor, seja estatisticamente significativo ao nível de significância estabelecido pode-se rejeitar a hipótese de normalidade dos dados (SIEGEL, 2006).

Neste caso, o p-valor foi $< 0,05$, portanto, menor que o nível significância estabelecido (5%). Sendo assim, conclui-se que os dados do presente estudo não

SILVA, L. H.

possuem uma distribuição que se aproxime da normal. Portanto, foram utilizados testes não-paramétricos para condução da análise estatística do estudo.

Na análise espacial, foram utilizadas a Razão de Incidências Espacial (RIE) (SÁ et al., 2020) e a estatística scan (KULLDORFF; NAGARWALLA, 1995). A RIE apresenta a relação entre duas incidências, a primeira, corresponde à incidência de um local sobre sua própria população, enquanto a segunda incidência diz respeito aos casos observados em na região geográfica sobre sua respectiva população. Utilizando como base os conceitos de geo-objetos e região geográfica oriundos de Doulf (1991) e Worboys (1995), os geo-objetos são os municípios do estado da Paraíba, enquanto o estado da Paraíba é a região geográfica.

Convencionalmente, a região geográfica G é estabelecida por n geo-objetos denominados de g_1, g_2, \dots, g_n . Onde $X_{g_i}, i = 1, \dots, n$, refere-se a uma variável aleatória dada pela contagem do evento epidemiológico em um determinado período de tempo para cada geo-objeto g_i ; e M_{g_i} é denominado população sob risco em cada geo-objeto g_i . Desta forma, a RIE para cada geo-objeto g_i é dada pela seguinte equação (SÁ et al., 2020):

$$RIE(g_i) = \frac{M_{g_i} X_{g_i}}{\frac{\sum_{j=1}^n X_{g_j}}{\sum_{j=1}^n M_{g_j}}} = \frac{M_{g_i} X_{g_i}}{X \cdot \bar{M}} \quad (1)$$

A interpretação dos resultados a partir dos municípios que possuíram RIE acima de 1,0, ou seja, maior ou igual a 1,0 e menor que 1,5, RIE superior à incidência global, porém menor que 50% da incidência global no geo-objeto; maior ou igual a 1,5 e g_i menor que 2,0, RIE maior que 50% da incidência global na região geográfica no geo-objeto ; g_i RIE maior ou igual a 2,0, é igual ou superior a 2,0 vezes a incidência global da região geográfica (SÁ et al., 2020).

Ainda mais, utilizou-se a estatística scan para identificação de possíveis aglomerados circulares cujos raios variam desde o centroide da região circular em análise, até um círculo que acumule todos os centroides da região, sendo a probabilidade de ocorrência do fenômeno epidemiológico significativamente

SILVA, L. H.

maior dentro do que fora do aglomerado. Optou-se pelo modelo de Poisson pelo fato de melhor adequar-se ao tratamento de variáveis de contagem. Simulações de Monte Carlo foram utilizadas para testar a significância estatística.

Para a estatística scan foram usados os percentuais da população sob risco 0,1%, 0,3%, 0,5%, 0,7% e 0,9%, análises com percentuais acima de 1% geraram resultados fora do escopo do estudo. Ressalta-se que, inicialmente, uma busca foi realizada dentro dos resultados com os percentuais e, em seguida, uma busca mais refinada para o resultado final. Logo, a vantagem da utilização associada entre RIE e estatística scan é dada pela interpretação dos aglomerados espaciais, pois com o mapa da RIE, analisam-se os mapas scan em busca do maior quantitativo de acertos em relação aos erros.

Os programas Excel 2016, LibreOffice 7.1 e o *Software* estatístico de código aberto R foram utilizados.

2.5. Aspectos éticos

Quanto aos aspectos éticos, ressalta-se que a pesquisa fez uso de dados secundários de domínio público, não necessitando de apreciação por um Comitê de Ética em Pesquisa.

3. Resultados

A partir dos dados observou-se que entre 19 de março de 2020 e 15 de julho de 2021 foram registrados 411.054 casos e 8.841 óbitos de COVID-19. Considerando os registros segundo as variáveis demográficas, verificou-se que a maior parte se concentrou em indivíduos de 30 a 39 anos de idade (23,05%), do sexo feminino (55,99%) e com raça/cor parda (68,15%) (Tabela 1).

Tabela 1. Perfil demográfico dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba, 19 de março de 2020 a 15 de julho de 2021.

Variáveis	N	%	Média diária
Faixa etária			
Até 9 anos	15081	3,66	31
10 a 19 anos	29847	7,26	61
20 a 29 anos	76136	18,52	157

30 a 39 anos	94769	23,05	196
40 a 49 anos	78465	19,08	162
50 a 59 anos	57599	14,01	119
60 a 69 anos	31256	7,60	64
70 a 79 anos	17332	4,21	35
80 ou mais	10567	2,57	21
Ignorado	2	0,04	0,004
Sexo			
Masculino	180893	44,00	374
Feminino	230159	55,99	476
Ignorado	2	0,01	0,004
Raça			
Parda	229439	68,15	475
Branca	68193	20,25	141
Amarela	27656	8,21	57
Preta	9377	2,78	19
Indígena	1984	0,58	4
Ignorado	74405	18,10	154
Total	411054	100	

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Em relação aos casos e óbitos acumulados de COVID-19, a Paraíba registrou seu primeiro caso em 19 de março de 2020 e, a partir de então, ocorreu crescimento exponencial de casos e óbitos. Os casos novos variaram entre 1 e 3.911, sendo 10 de junho de 2021 foi o dia com maior quantitativo registrado (Figura 1A). Por outro lado, os óbitos novos variaram entre 1 e 73, sendo 31 de março de 2021 o dia mais letal da pandemia (Figura 1B). Logo, os casos acumulados apresentaram variação entre 1 e 411.054, com média diária de 851 (Figura 1C) e os óbitos apresentaram média diária de 18 registros (Figura 1D).

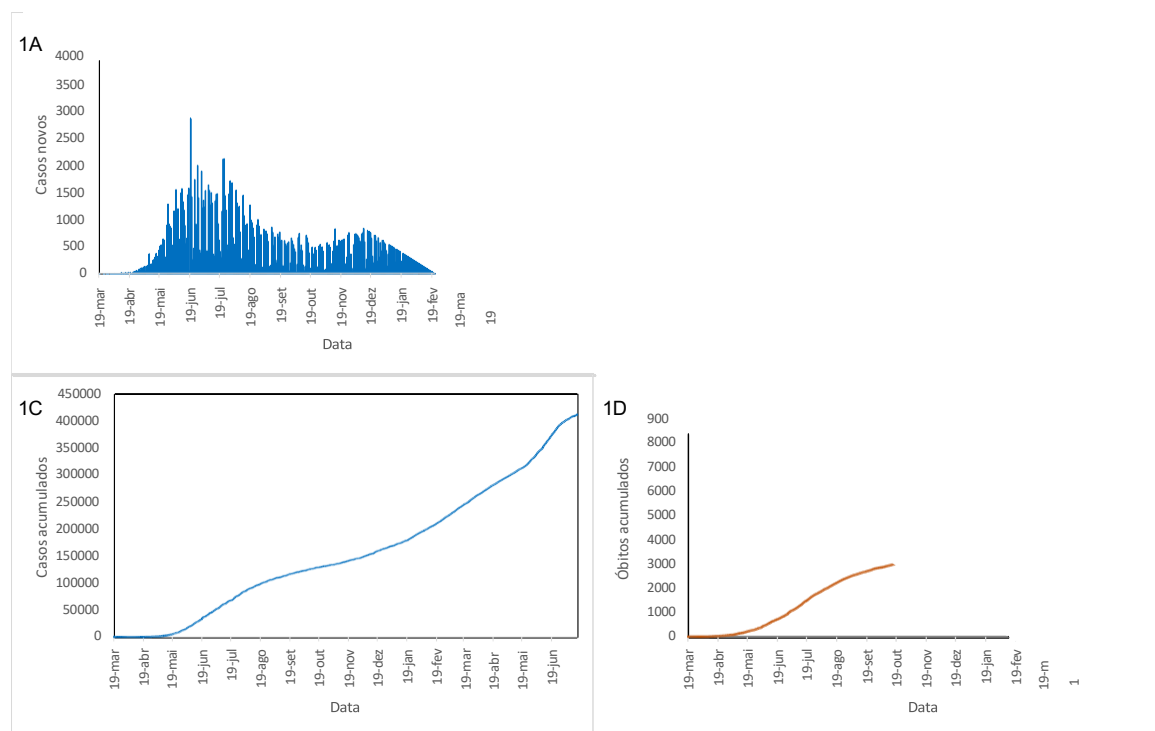


Figura 1. Casos novos, óbitos novos, casos acumulados e óbitos acumulados de COVID-19 no estado da Paraíba de 19 de março de 2020 a 15 de julho de 2021.

Na figura 2 é possível observar a RIE e estatística scan dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba entre 01 de abril de 2020 e 27 de maio de 2020. O primeiro município a possuir RIE diferente de zero foi João Pessoa, e em seguida municípios próximos à principal rodovia do estado (BR-230) começaram a apresentar casos (Figura 2A). A RIE neste período (01 de abril de 2020) variou entre 0 e 5,58, e seu maior registro ocorreu em São Vicente do Seridó, município localizado ao norte do estado. A estatística scan detectou dois aglomerados, João Pessoa ao leste e Igaracy ao oeste (Figura 2B).

Em 27 de maio de 2020, o estado apresentou 185 municípios com RIE diferente de zero com maior concentração ao leste do estado. Destes, 16 (8,64%) municípios demonstraram uma RIE igual ou superior a duas vezes a incidência global na região geográfica no geo-objeto (Figura 2C). Em relação à estatística Scan foi utilizada 0,1% da população sob risco detectando aglomerados ao leste e oeste do estado (Figura 2D). Observou-se que a pandemia possuiu iniciou na capital do estado e, em seguida, disseminou-se pela região metropolitana de João

SILVA, L. H.

Pessoa, composta por cinco municípios (João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Conde e Cabedelo), sendo João Pessoa o município com maior registro de casos.

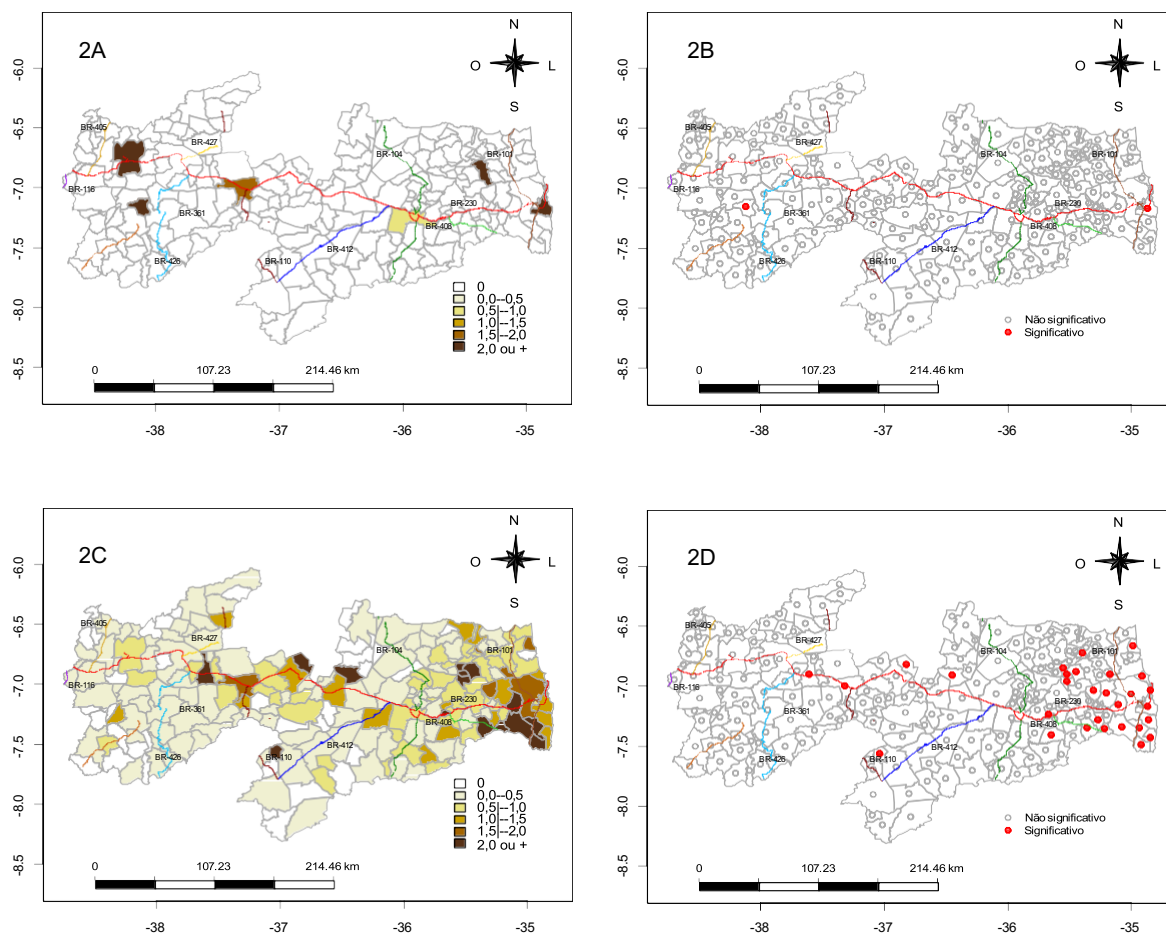


Figura 2. RIE e estatística scan de casos e óbitos acumulados de COVID-19 em 01 de abril de 2020; RIE e estatística scan de casos e óbitos acumulados de COVID-19 em 27 de maio de 2020 no estado da Paraíba, Brasil.

A RIE e a estatística scan dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba, entre 16 de outubro de 2020 e 29 de dezembro de 2020, podem ser observadas na Figura 3. A RIE variou 0,05 e 2,88, com maior valor em São Bento, município a oeste do estado. Logo, houve maior concentração de municípios com RIE elevada no litoral sul e norte do estado (Figura 3A), corroborando com a flexibilização de atividades nessas áreas como, por exemplo, o turismo e disseminação em municípios de pequeno porte socioeconômico do estado.

Os 223 municípios do estado apresentaram uma RIE diferente de zero com maior concentração ao nordeste e sudeste do estado. Destes, 57 (25,56%) municípios demonstraram uma RIE igual ou superior a uma vez a incidência

SILVA, L. H.

global na região geográfica no geo-objeto e 6 (2,69%) municípios possuíram RIE igual ou superior a duas vezes a incidência global na região geográfica no geo-objeto (Figura 3C). A estatística scan utilizada com 0,1% da população sob risco detectou aglomerados em todo o estado (Figura 3B e 3D).

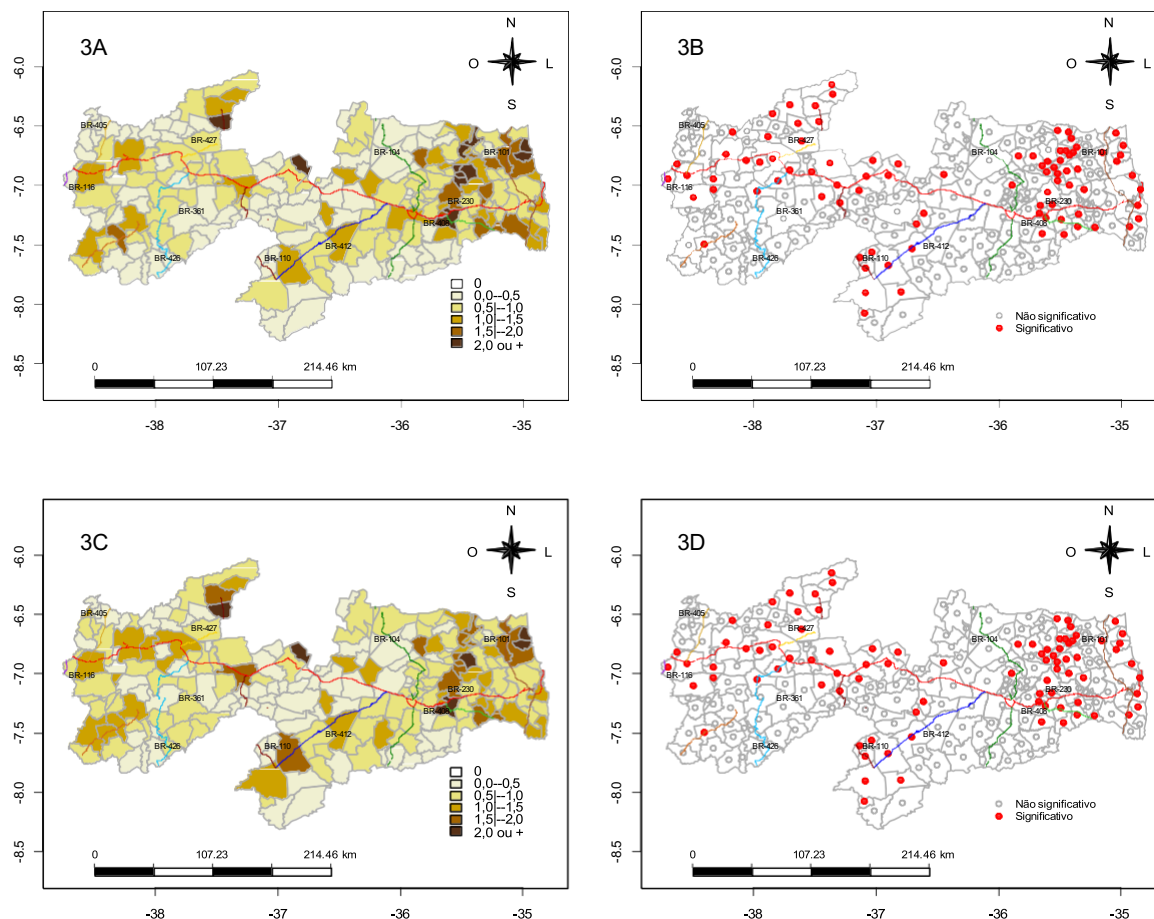


Figura 3. RIE e estatística scan de casos e óbitos acumulados de COVID-19 em 16 de outubro de 2020; RIE e estatística scan de casos e óbitos acumulados de COVID-19 em 29 de dezembro de 2020 no estado da Paraíba, Brasil.

Na Figura 4, observou-se a RIE e a estatística scan dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba, de 01 de abril de 2021 e 10 de junho de 2021. Os casos e óbitos concentraram-se ao oeste do estado, especificamente na região do sertão paraibano. Logo, municípios como Belém do Brejo do Cruz, Catolé do Rocha e Lastro, possuíram RIE maior ou igual a 1,0, fato que não havia sido registrado ainda no período de analisado (Figura 4A). A partir do cálculo da RIE, houve uma variação de 0,11 e 3,21, sendo o maior registro em São Vicente do Seridó, norte do estado (Figura 4C).

SILVA, L. H.

Dessarte, ocorreu maior concentração de municípios com RIE elevada ao oeste do estado e diminuição dessa medida epidemiológica em outras regiões do estado, como ao leste, norte e sul. Cenário que evidencia a migração de casos para o sertão do estado e, mesmo com o aumento de leitos de enfermaria e Unidades de Terapia Intensiva (UTI) e avanço da vacinação, o setor da saúde nessa região colapsou, dado que vários municípios dessa região recorreram aos recursos tecnológicos em municípios com maior porte, como João Pessoa ao leste do estado.

Em relação à estatística scan, foi utilizado 0,1% da população sob risco, detectando aglomerados em todo o estado com maior concentração ao oeste (sertão paraibano) (Figura 4B e 4D).

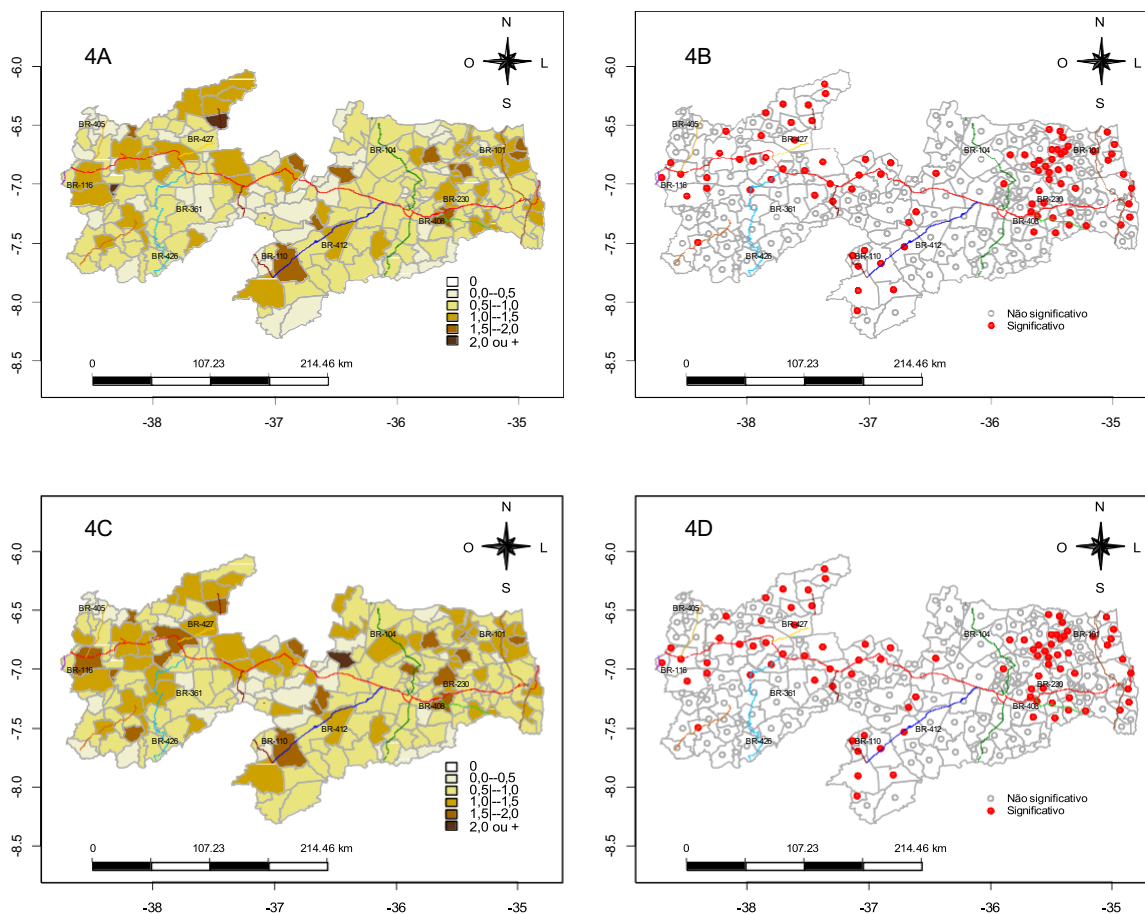


Figura 4. RIE e estatística scan de casos e óbitos acumulados de COVID-19 em 01 de abril de 2021; RIE e estatística scan de casos e óbitos acumulados de COVID-19 em 10 de junho de 2021 no estado da Paraíba, Brasil.

SILVA, L. H.

4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise espacial dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba entre 19 de março de 2020 e 15 de julho de 2021. A análise dos dados demonstrou que as mulheres 230.159 (55,99%) foram mais afetadas pela COVID-19. Neste sentido, destaca-se que há poucas informações na literatura sobre como o processo saúde doença da COVID-19 está relacionado ao gênero. No entanto, essa compreensão é fundamental para o enfrentamento de endemias, epidemias e pandemias, além de ser um elo para a criação de políticas públicas de saúde específicas sobre a problemática (SMITH, 2019).

Os achados do presente estudo corroboram com a literatura sobre outros problemas de saúde pública mundiais, por exemplo, o surto do vírus Ebola na África Ocidental (2014-2016), no qual observou-se que as mulheres foram mais afetadas pelo vírus, seja devido ao papel fundamental de cuidadora do lar ou como atuante na linha de frente como profissional de saúde (DAVIES; BENNETT, 2016). Logo, cerca de 70% das equipes que formam a linha de frente contra a COVID-19 no mundo são compostas por mulheres. Na cidade de Wuhan na China, primeiro epicentro da doença, as mulheres ocupam 90% das equipes de saúde da linha de frente (WENHAM; SMITH, 2020).

Em relação à idade, indivíduos de 30 a 39 anos de idade 94.769 (23,05%) foram mais acometidos pela COVID-19. Deve-se considerar a transição demográfica, por vezes influenciada pelas mutações genômicas do vírus ou pelo avanço da vacinação no Brasil. Na Paraíba, por exemplo, os casos se concentraram em pessoas mais jovens e os óbitos em pessoas idosas (BRASIL, 2021; PARAÍBA, 2021), sendo assim, considerando os dados epidemiológicos sobre casos novos e internações em 15 de julho de 2021, o Brasil passou pelo melhor cenário, comparando-se à meados de outubro de 2020 (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2021).

Além disso, a raça/cor mais predominante entre casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba foi a parda 229.439 (68,15%). No Brasil, entre 2012 e 2019,

SILVA, L. H.

a população parda aumentou em percentual cerca de 42,7% para 46,8%, respectivamente, representando a maior parcela da população residente. Ressalta-se que na região nordeste esse percentual é maior, com 62,5% de pessoas pardas residentes em 2019 (IBGE, 2019). Estes achados corroboram com estudo realizado nos Estados Unidos (MORROW-HOWELL; GALUCIA; SWINFORD, 2020).

Neste sentido, a raça parda e/ou negra há séculos possui íntima relação com o constructo social e processo histórico estrutural e, quando associado a pandemia por COVID-19, ocorre uma maior exposição das desigualdades impregnadas na sociedade atual que derivaram dos processos históricos (SANTOS et al., 2020).

Os casos e óbitos novos por COVID-19 no estado da Paraíba tiveram o maior registro em 10 de junho de 2021 e 31 de março de 2021, respectivamente, com destaque para a presença de valores altos e baixos nos registros, fato esse que se deve à baixa notificação durante os finais de semana que resulta em elevada concentração de registros durante os dias úteis. No estado, dois tipos de testes laboratoriais foram frequentemente utilizados: se exposição recente ou tardia, esta pode ser identificada pelos anticorpos IgM (COVID-19 recente/latente) e IgG (COVID-19 tardia), encontrados nos testes rápidos sorológicos. As infecções recentes por SARS-CoV-2 podem ser detectadas, também, pelo teste RT-PCR, considerado padrão ouro para a decisão clínica em pacientes com suspeita de COVID-19 (BRASIL, 2020).

O registro de casos acumulados e óbitos acumulados ocorreu de maneira exponencial. Percebeu-se que de 21 de março de 2020 até a 11 de julho de 2020, os casos se expandiram de 1 para 6.042, chegando a 167.615 em 2 de janeiro de 2021), no último dia do monitoramento do estudo (15 de julho de 2021) foram registrados 411.054 casos acumulados e 8.841 óbitos de COVID-19. O estado da Paraíba é o quarto com maior número de casos acumulados e segundo com maior incidência por 100 mil habitantes na região nordeste, ficando atrás apenas de Sergipe (BRASIL, 2021).

SILVA, L. H.

Os resultados da RIE servem como referência para análise dos mapas da estatística scan. A RIE é uma medida epidemiológica recente que permite padronizar, para fins de comparação, as informações dos municípios (geo-objetos), relacionando assim a incidência de cada geo-objeto à incidência na área geográfica em determinado período de tempo. Observou-se que a RIE se elevou a partir dos extremos do estado e permaneceu na maior parte do estudo ao oeste do estado (municípios com menor densidade populacional-tecnológica), fato este que pode direcionar planos, programas ou estratégias dos gestores sobre esses locais específicos que possuem maior registro da RIE, fazendo com que os municípios mitiguem problemas ocasionados pela COVID-19.

Em estudo realizado nos Estados Unidos, observou-se que as diferenças geográficas em casos, mortes e incidência da COVID-19 possuíram relação com a densidade populacional da região, condições médicas e tecnológicas, campanhas sob a população e desempenho do trabalho das equipes de notificação da doença (CDC, 2020).

Na Figura 2, RIE e estatística scan de 01 de abril de 2020 a 27 de maio de 2020, observando a disseminação do vírus (de leste a oeste) percebe-se que os municípios são transpassados pela principal rodovia do estado (BR-230) que interliga a capital com outras áreas do estado e do país. Porém, para a confirmação da hipótese da transmissão ao redor da BR-230 necessita de outras técnicas estatísticas para a sua aceitação ou rejeição.

A RIE e estatística scan entre 16 de outubro de 2020 e 29 de dezembro de 2020 (Figura 3), evidenciaram municípios com RIE maior ou igual a uma vez a incidência do estado neste município e aglomerados, principalmente ao sul e norte do estado. A capital paraibana e municípios próximos que compõem o litoral do estado são importantes centros econômicos e turísticos da região e, sendo assim, compreender a dinâmica socio-econômica-política dessa região é importante para o conhecimento do real cenário de disseminação geográfica da COVID-19 (KUCHLER; RUSSEL; STROEBEL, 2021).

SILVA, L. H.

A migração de casos e óbitos para municípios de pequeno porte foi observado na Figura 4, de 1 de abril de 2021 a 10 de junho de 2021, achados também encontrados na literatura (PEDROSA; ALBUQUERQUE, 2020). Assim como em outras epidemias, os primeiros casos surgem em grandes centros urbanos e as pequenas cidades, muitas vezes, seguem uma rotina normal e de relaxamento, gerando alta transmissão da doença. Associada à vacinação, deve-se ter a prática de medidas de prevenção individual e coletiva contra a COVID-19, como uso de máscaras, distanciamento social e higiene das mãos independente do porte da cidade (BRASIL, 2020).

A estatística scan tem sido amplamente utilizada na área da saúde devido sua eficácia para detecção de aglomerados no espaço, tempo ou espaço-tempo. Em estudo (PINTO et al., 2019) realizado com os casos de dengue no estado da Paraíba, evidenciou-se que o método foi o mais eficaz em encontrar aglomerados quando comparado com outros métodos de varredura espacial, indicando que a estatística scan pode contribuir para a compreensão da distribuição dos aglomerados espaciais e fatores de risco atrelados ao território da região de interesse.

Para a identificação de fenômenos epidemiológicos, como surtos e epidemias, a comunidade científica utilizava no passado a subjetividade de médicos e demais profissionais de saúde. No entanto, com o desenvolvimento tecnológico de ponta e disponibilidade de, cada vez mais, dados de saúde pública em tempo real, há o aumento a capacidade de detecção precoce de surtos e tomadas de decisão eficientes (OPAS, 2010). Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho fazer uma análise espacial dos casos e óbitos de COVID-19 no estado da Paraíba entre 19 de março de 2020 e 15 de julho de 2021 e gerar subsídios para compreensão da disseminação geográfica da COVID-19, além de permitir que gestores, uma vez munidos das informações, possam agir precocemente para mitigação da pandemia no estado.

5. Conclusões

O uso das ferramentas de análise espacial permitiu a visualização da expansão da pandemia no estado da Paraíba, demonstrando que a COVID-19 evoluiu da maior região metropolitana para municípios nas proximidades da BR-230 e interiorizando-se para pequenos municípios ao oeste do estado da Paraíba. Houve maior concentração de valores elevados da RIE e aglomerados, de início, ao leste do estado, em municípios com alta dinâmica social e com maior flexibilização de atividades, como por exemplo, atividades turísticas. Em seguida, os casos e óbitos se expandiram exponencialmente no território, causando colapso do sistema de saúde.

Dessa forma, gestores podem utilizar tais informações para subsidiar a tomada de decisão de forma eficiente que, além de permitir a aplicação de recursos, pode cooperar para o desenvolvimento e aplicação de iniciativas inovadoras, como: criar e fiscalizar regras para o funcionamento dos estabelecimentos e atividades econômicas e sociais, que influenciam a dinâmica da população; orientar as equipes de saúde para realização do acolhimento com humanização no atendimento ao paciente com COVID-19 e devido referenciamento; criar bancos de dados com os casos e ações que estão sendo desenvolvidas para o combate à pandemia com o intuito de melhor planejamento de ações futuras; ou mesmo aumentar a participação de profissionais e usuários na construção da tomada de decisão para mitigação da pandemia.

A metodologia adotada nesta pesquisa pode ser aplicada para problemas de vigilância em decorrência da COVID-19 ou outros agravos em outros espaços geográficos com a devida adaptação. O presente estudo apresenta como possíveis limitações o fato do diagnóstico de COVID-19 ser dado apenas a indivíduos com sintomas gripais, o que esconde o real cenário epidêmico do país, além da subnotificação de casos oriundos dos dados secundários.

Financiamento:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Processo nº 133421/2019-8.

6. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESAs). **Malha digital das rodovias do estado da Paraíba**. Paraíba, 2020.

Disponível em:

<http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>.

Acesso em: 09 de jul. de 2020.

BOULOS, M. N. K.; GERAGHTY, E. M. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. *Int J Health Geogr.*, v. 19, n. 8, 2020.

<https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>

BRASIL. Ministério da Saúde. **CORONAVÍRUS BRASIL**. Brasília (DF), 2021. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 15 de jul. de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes para diagnóstico e tratamento da COVID-19**. Brasília (DF), 2020. Disponível em:

<https://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2020/May/08/Diretriz-Covid19-v4-07-05.20h05m.pdf>. Acesso em: 25 de jul. de 2021.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Geographic Differences in COVID-19 Cases, Deaths, and Incidence - United States 2020.

MMWR Morb Mortal Wkly Rep., v. 69, n. 15, p. 465-71, 2020.

<https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6915e4>

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE (CONASS). **PAINEL CONASS COVID-19**. Brasília (DF), 2021. Disponível em:

<https://www.conass.org.br/painelconasscovid19/>. Acesso em: 10 de jul. de 2021.

DAVIES, S. E.; BENNETT, B. A gendered human rights analysis of Ebola and Zika: locating gender in global health emergencies. *International Affairs*, v. 92, n. 5, p. 1041-60, 2016. <https://doi.org/10.1111/1468-2346.12704>

DOLFUD, O. **O espaço geográfico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Ministério da Saúde. **Boletim Observatório Covid-19**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em:

https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/boletim_covid_2021_semanas_27_28.pdf. Acesso em: 14 de jul. de 2021.

SILVA, L. H.

HUANG, C. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. **The Lancet**, v. 395, p. 497-506.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf>. Acesso em: 10 de jun. de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimates of the Resident Population in Brazilian Municipalities in 2021**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/en/statistics/social/population/18176-populationprojection.html?=&t=resultados>. Acesso em: 16 de jul. de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha digital do estado da Paraíba: situação em 2015**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: Características gerais dos domicílios e dos moradores 2019**. Rio de Janeiro, 2019.
https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707_informativo.pdf. Acesso em: 22 de jul. de 2021.

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY. **CSSE Coronavirus COVID-19 Global Cases (dashboard)**. United States, 2020. Disponível em:
<https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>. Acesso em: 10 de abr. de 2020.

KUHLER, T.; RUSSEL, D.; STROEBEL, J. JUE Insight: The geographic spread of COVID-19 correlates with the structure of social networks as measured by Facebook. **J. Urban Econ.**, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103314>

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: detection and inference. **Statistics in Medicine**, v. 14, v. 8, p. 799-10, 1995.
<https://doi.org/10.1002/sim.4780140809>

LAI, P. C. et al. Understanding the spatial clustering of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Hong Kong. **Environ Health Perspect.**, v. 112, n. 15, p. 1550-1556, 2005. <https://doi.org/10.1289/ehp.7117>

SILVA, L. H.

MORROW-HOWELL, N.; GALUCIA, N.; SWINFORD E. Recovering from the COVID-19 Pandemic: a focus on older adults. **J Aging Soc Policy**, v. 32, n. 4, p. 1-10, 2020. <https://doi.org/10.1080/08959420.2020.1759758>

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Módulo de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades (MOPECE): controle de doenças na população**. Brasília (DF), 2010. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_6.pdf. Acesso em: 29 de jul. de 2021.

PARAÍBA (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. **Dados Epidemiológicos**. Paraíba, 2021. Disponível em: <https://superset.plataformatarget.com.br/superset/dashboard/55/>. Acesso em: 15 de jul. de 2021.

PEDROSA, N.L.; ALBUQUERQUE, N. L. S. Análise Espacial dos Casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 25, suppl 1, 2020. <https://doi.org/10.1590/141381232020256.1.10952020>

PINTO, M. M. P. S. et al. ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE AGLOMERAÇÃO ESPACIAL PARA ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS. **Espaço & Geografia**, v. 22, n. 1, p. 683-706, 2019. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php/espacoegeografia/articloe/view/618/330>. Acesso em: 15 de jul. 2021.

ROUQUAYROL, M. Z.; GURGEL, M. **Epidemiologia & Saúde**. 8 ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2018.

SÁ, L. R. et al. New Combining Rules for Spatial Clustering Methods Using Sigma-Count for Spatial Epidemiology. **International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)**. 2020. <https://doi:10.1109/DASA51403.2020.9317161>

SANTOS, M. P. A. et al. População negra e Covid-19: reflexões sobre racismo e saúde. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 99, 2020. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3499.014>

SIEGEL, S. **Estatística não-Paramétrica para as ciências do comportamento**. 2 ed. São Paulo: Bookman, 2006.

SMITH, J. Overcoming the ‘tyranny of the urgent’: integrating gender into disease outbreak preparedness and response. **Gender & Development**, v. 27, n. 2, p. 355-69, 2019. <https://doi.org/10.1080/13552074.2019.1615288>

SILVA, L. H.

WENHAM, C.; SMITH, J.; MORGAN, R. COVID-19: the gendered impacts of the outbreak. **The Lancet**, v. 3, n. 5, p. 846-848, 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30526-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30526-2)

WORBOYS, M. F. **GIS: A computing Perspective**. London: Taylor and Francis, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard**. Geneva, 2020. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 15 de jul. de 2021.

WU, F. et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. **Nature**, v. 579, p. 265–9, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>