

Análise Espacial dos Casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil

Journal:	<i>Ciência & Saúde Coletiva</i>
Manuscript ID	CSC-2020-1095
Manuscript Type:	Free Theme Article
Keywords:	COVID-19, Análise Espacial, Estudos Ecológicos

SCHOLARONE™
Manuscripts

Análise Espacial dos Casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil

Spatial Analysis of COVID-19 cases and intensive care beds in the State of Ceará, Brazil

Nathália Lima Pedrosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5945-7297>

E-mail: nati.ufc@gmail.com

Universidade de Brasília - Medicina Tropical
UnB Núcleo de Medicina Tropical - BrasíliaDF, 70297-400 , Brasília 70910-900
Brazil

Nila Larise Silva de Albuquerque

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9060-2296>

Universidade Federal do Ceará - Departamento de Enfermagem
Rua Alexandre Baraúna, 1115, Rodolfo Teófilo , Fortaleza, Ceará 60416-000
Brazil

E-mail: larisseufc@hotmail.com

Resumo

A distribuição geográfica da COVID-19 por meio de recursos de Sistemas de Informação Geográfica é pouco explorada. O objetivo foi analisar a distribuição de casos da COVID-19 e de leitos de terapia intensiva exclusivos para a doença no estado do Ceará, Brasil. Estudo ecológico, com distribuição geográfica do coeficiente de detecção de casos da doença em 184 municípios. Construíram-se mapas dos valores brutos e estimados (método bayesiano global e local), com cálculo do índice de Moran e utilização do *BoxMap* e *MoranMap*. Os leitos foram distribuídos por meio de pontos geolocalizados. Estudaram-se 3.000 casos e 459 leitos. As maiores taxas encontram-se na capital Fortaleza, região metropolitana (RM) e ao sul dessa região. Há autocorrelação espacial positiva na taxa bayesiana local ($I=0,66$). A distribuição dos leitos de terapia intensiva sobreposta ao *BoxMap* evidenciou aglomerados com padrão Alto-Alto apresentando número de leitos (capital, RM, porção noroeste); porém, há o mesmo padrão (extremo leste) e em áreas de transição com insuficiência de leito. O *MoranMap* evidenciou *clusters* estatisticamente significativos no estado. A interiorização da COVID-19 no Ceará demanda medidas de contingência voltadas à distribuição dos leitos de terapia intensiva específicos para casos de COVID19 para atender à demanda.

Descritores: COVID-19; análise espacial; estudos ecológicos

Abstract

The geographical distribution of COVID-19 through Geographic Information Systems resources is little explored. The objective was to analyze the distribution of COVID-19 cases and the exclusive intensive care beds in the state of Ceará, Brazil. Ecological study, with geographic distribution of the cases detection coefficient in 184 municipalities. Maps of gross and estimated values (global and local Bayesian method) were developed, the Moran index was calculated and *BoxMap* and *MoranMap* were used. Intensive care beds were distributed through geolocalized points. 3,000 cases and

1
2
3 459 beds were studied. The highest rates were found in the capital Fortaleza,
4 metropolitan region (MR) and the south of this region. There is positive spatial
5 autocorrelation in the local Bayesian rate ($I = 0.66$). The distribution of beds
6 superimposed on the BoxMap shows clusters with a High-High number of beds pattern
7 (capital, MR, northwest part); however, there is the same pattern (far east) or transition
8 areas with insufficient bed. MoranMap shows clusters statistically significant in the
9 state. The interiorization of COVID-19 in Ceará requires contingency measures related
10 to the distribution of specific intensive care beds for COVID-19 cases in order to meet
11 the demand.
12

13 **Descriptors:** COVID-19; spatial analysis; ecological studies
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

For Review Only

Introdução

Identificada pela primeira vez em Wuhan (província de Hubei), em dezembro de 2019, uma infecção viral de evolução rápida tornou-se uma pandemia. Possui como agente etiológico um novo coronavírus de origem zoonótica, semelhante aos vírus responsáveis pela Síndrome Respiratória Aguda Grave (*SARS*) e pela Síndrome Respiratória no Oriente Médio (*MERS*). Atualmente denominada COVID-19, esta doença, com características sintomáticas predominantemente respiratórias, pode evoluir, em uma parcela de infectados, para desconforto respiratório agudo/dano alveolar difuso, necessitando de cuidados intensivos¹.

A pandemia do COVID-19 já trouxe consequências devastadoras para a humanidade. Além do número de pessoas mortas pela doença, os impactos econômicos e sociais ainda são incalculáveis. A velocidade de propagação do vírus, a existência ao longo da fonte de infecção e dificuldade de bloqueio completo da transmissão em um grande contingente populacional suscetível torna razoável pensar na presença da doença por um longo período².

Em um estudo retrospectivo, cerca de 25% das pessoas diagnosticadas com COVID-19 tornaram-se graves e, destes, 80% necessitaram ser internadas em leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI)³. Dessa forma, é imprescindível uma quantidade de leitos de terapia intensiva que possa atender à demanda que está a crescer.

Algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de estimar a necessidade de planejamento de eventuais contingências, como requisitos de leitos de internação em enfermarias, em UTI e prováveis óbitos por população⁴.

Na América Latina, o Brasil foi o primeiro país a reportar o COVID-19, no dia 25 de fevereiro de 2020. Desde então, até o dia 14 de abril já foram 65.000 casos detectados na América Latina, com discrepâncias de atuação entre os governantes dos países⁵.

No Brasil, até o dia 17 de abril havia sido confirmados 33.962 casos de COVID-19 e 2.141 óbitos pela doença (6,4% de letalidade). No Ceará, por sua vez, foram registrados 2.684 casos e 149 óbitos no mesmo período (5,5% de letalidade)⁶.

A distribuição do COVID-19, entretanto, não se dá de forma homogênea nas regiões. Com os primeiros casos sendo identificados nas capitais brasileiras, aos poucos novos casos foram sendo detectados em regiões mais longínquas, em detrimento da transmissão comunitária.

1
2
3 Conhecer como a doença está se distribuindo em uma região permite a
4 compreensão da propagação da doença e de como ela se interioriza, dos grandes centros
5 urbanos para áreas menos desenvolvidas. Ainda, observar como a doença se dispersa
6 geograficamente aliado à expansão de leitos de UTI-COVID19 facilita o entendimento
7 sobre a acessibilidade a esse tipo de atendimento, que pode ser crucial ao paciente
8 grave. Dessa forma, este estudo teve como objetivo analisar a distribuição do COVID-
9 19 e de leitos de UTI no estado do Ceará.

16 **Métodos**

17
18 Trata-se de estudo ecológico, no qual foi realizada análise exploratória da
19 distribuição espacial da COVID-19 no estado do Ceará, a partir de casos registrados
20 entre 15 de março de 2020 (primeiro registro no estado) e 18 de abril de 2020.
21 Adotaram-se os municípios como unidades de análise e foram utilizados dados da
22 doença distribuídos por área e de leitos de UTI específicos para receber pessoas com
23 COVID-19 distribuídos por pontos.

24
25 O Ceará localiza-se na Região Nordeste do Brasil. É dividido em 184
26 municípios, com área aproximada de 148.895 km². Possui aproximadamente 9.178.363
27 habitantes⁷. Atualmente, é um dos estados com maior incidência de COVID-19⁶.

28
29 Os dados concernentes ao número de casos confirmados em cada município
30 do estado foram extraídos da plataforma IntegraSUS
31 (<https://indicadores.integrasus.saude.ce.gov.br>). A busca foi realizada em 18 de abril de
32 2020, às 14h. Ressalta-se que os dados são atualizados constantemente. No portal, é
33 possível obter o número de casos por município, a partir do local de residência do
34 indivíduo.

35
36 Dados populacionais foram obtidos mediante consulta ao Tabnet
37 (<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>), em 18 de abril de 2020. A
38 população total do Ceará utilizada foi a estimada por Unidade Federativa até 2030. A
39 população de cada município foi alcançada mantendo a proporção populacional da
40 estimativa do Tribunal de Contas da União do ano de 2019. Considerou-se, para este
41 estudo, que não houve mudança na proporção entre municípios comparado ao valor
42 total da população do Estado em 2019.

43
44 O número de leitos de UTI-COVID19 foi obtido na plataforma do Cadastro
45 Nacional de Estabelecimento de Saúde - CNES (<http://cnes2.datasus.gov.br/>), no dia 19
46 de abril de 2020.

1
2
3 A base cartográfica do Ceará foi obtida no site do Instituto Brasileiro de
4 Geografia e Estatística.

5
6 Foram avaliados um total de 3034 casos. Destes, 34 casos foram excluídos
7 por não ter informação sobre o local de residência. Dos 3000 casos, foi realizada a
8 distribuição da frequência absoluta e relativa (número de casos dividido pela população
9 total, multiplicado por 100.000) por município.

10
11 Para suavização da proporção de casos detectados por município, também
12 foram calculadas as taxas bayesianas globais e locais. A primeira (Estimador Bayesiano
13 Empírico Global) suaviza o valor do coeficiente de detecção do município comparado à
14 média do conjunto de todos os outros; a segunda (Estimador Bayesiano Local) calcula
15 este valor baseado também na média dos seus vizinhos⁸.

16
17 Foram criados mapas temáticos para visualização da distribuição dos
18 coeficientes de detecção por município brutos, suavizado pelo estimador bayesiano
19 global e local. A graduação dos valores se deu por quebras naturais (*jerks*).

20
21 Foi criada uma Matriz de Proximidade por contiguidade. O Índice de Moran
22 foi calculado para verificar a dependência espacial da distribuição do coeficiente de
23 detecção bruto, taxa bayesiana global e local. Considerou-se o nível de significância de
24 5%. O índice varia de -1 a +1: valores próximos a +1 mostram uma autocorrelação
25 positiva; valores próximos a -1 indicam correlação espacial negativa; valores próximos
26 a 0 indicam ausência de autocorrelação espacial⁹.

27
28 Utilizou-se o diagrama de espalhamento de Moran do coeficiente de
29 detecção calculado pelo Estimador Bayesiano Local. A visualização do mesmo se deu
30 através do *BoxMap* a fim de identificar áreas com altos valores e vizinhos em igual
31 condição (Q1- Padrão Alto-Alto), áreas com baixos valores e com vizinhança também
32 em igual condição (Q2- Padrão Baixo-Baixo), ou ainda áreas em transição (Q3- Padrão
33 Alto-Baixo e Q4- Padrão Baixo-Alto). A visualização desses clusters com
34 autocorrelação espacial positiva estatisticamente significativa foi demonstrada através do
35 *MoranMap*.

36
37 A distribuição dos leitos de UTI-COVID19 deu-se pela criação de uma
38 camada vetorial de pontos, sobreposta ao *BoxMap*, com a localização dos leitos nos
39 municípios, tendo como atributo o número de leitos. Realizou-se categorização por
40 tamanho do ponto, em ordem crescente ao número de leitos.

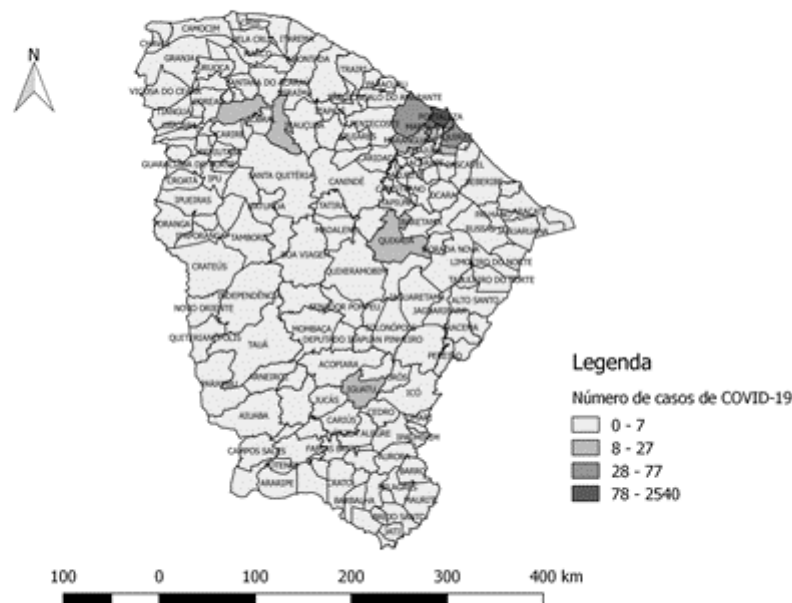
41
42 Foram utilizados os programas Excel 2013, Terraview 4.2.2 e Qgis 2.18.0.

O estudo respeitou as políticas que envolvem pesquisas em seres humanos. Por se tratar de dados de domínio público, o estudo não foi submetido a um comitê de ética em pesquisa.

Resultados

Em relação ao COVID-19, o estado do Ceará possui atualmente 33 casos/100.000 habitantes. Considerando o número de casos de da doença incluídos no estudo, a maior parte dos mesmos concentra-se na região metropolitana de Fortaleza (Figura 1). A capital cearense possui o maior número de casos (2.540 pessoas detectadas com COVID-19), representando aproximadamente 85% da totalidade dos casos. Boa parte dos municípios encontravam-se com número de casos menor ou igual a 7.

Figura 1. Distribuição do número casos de COVID-19 detectados no Ceará por município, Ceará, Brasil, 2020.



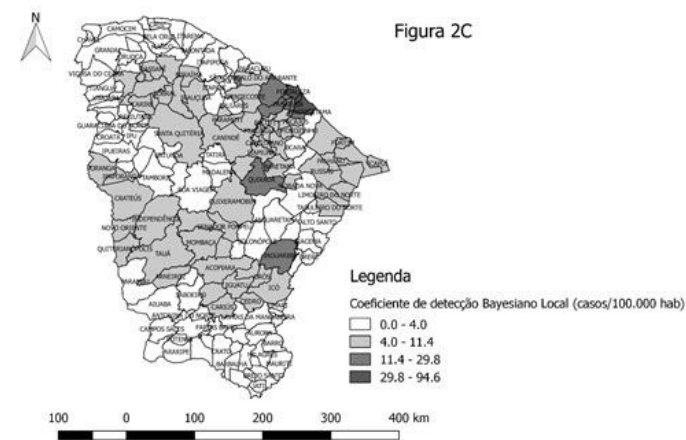
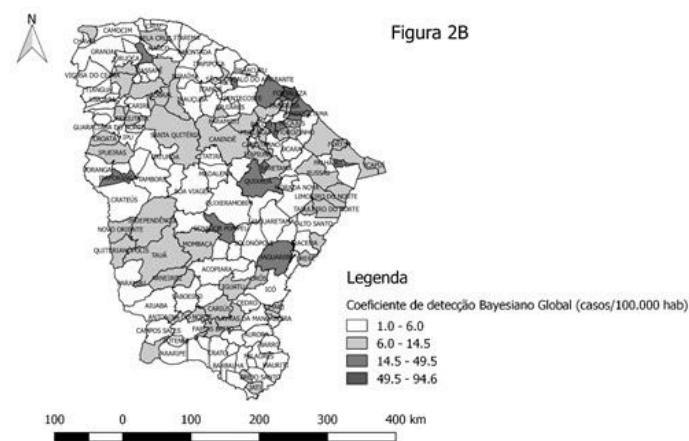
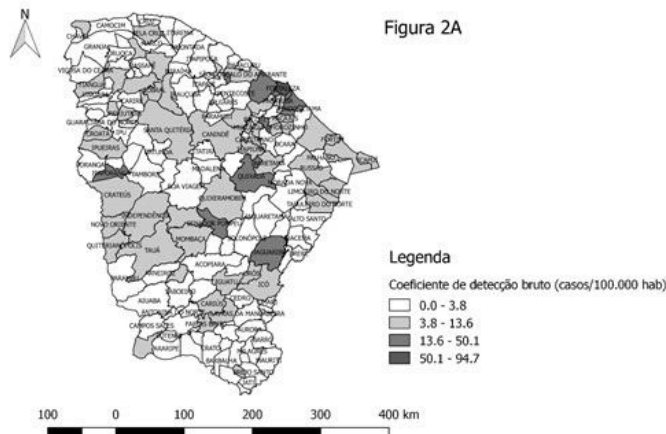
Fonte: IntegraSUS (2020)

A ilustração abaixo (Figura 2) mostra a distribuição do coeficiente de detecção de casos de COVID-19 bruto (Figura 2A), suavizado pelo estimador bayesiano

1
2
3 global (Figura 2B) e bayesiano local (Figura 2C). A seguir, apresentam-se os Índices de
4 Moran e os respectivos valores de p. O índice de Moran que teve autocorrelação
5 espacial positiva foi calculado baseado no estimador bayesiano local, com valor de 0,66
6
7
8 (p=0,001).
9

10
11 **Figura 2.** Coeficiente de detecção de casos de COVID-19 no estado do Ceará, Brasil - bruto,
12 suavizado pelo estimador bayesiano global e local, 2020.
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

For Review Only



59
60

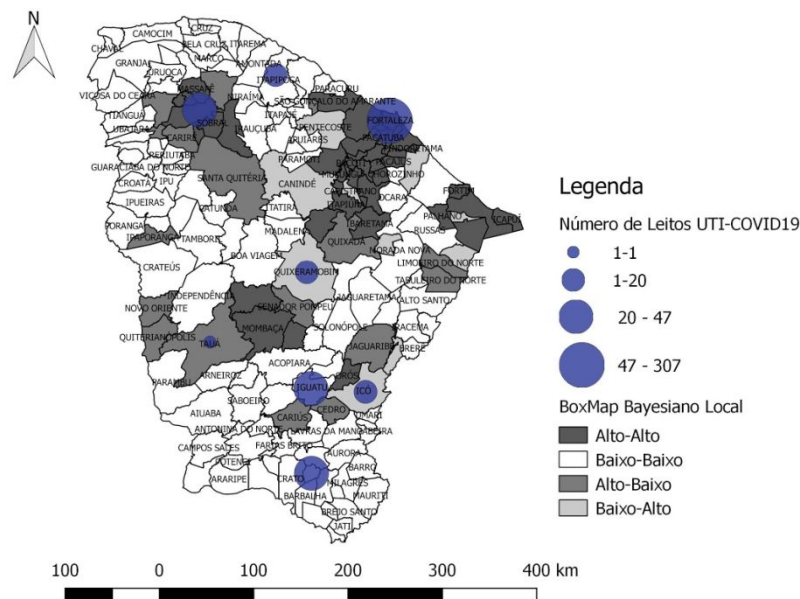
Fonte: IntegraSUS; Tabnet
Índice de Moran

1
2
3 Coeficiente de detecção bruto = 0,45 (p=00,1)
4 Suavizado pelo Estimador Bayesiano Global = 0,43 (p=00,1)
5 Suavizado pelo Estimador Bayesiano Local = 0,66 (p=00,1)
6

7 Considerando os dados brutos, 98 municípios não relataram casos de
8 COVID-19. A partir do coeficiente de detecção bayesiano local, observam-se que os
9 coeficientes de detecção mais altos se concentram na capital (94,6 casos/100.000 hab.) e
10 nos municípios da Região Metropolitana, como Eusébio (70,9 casos/100.000 hab.),
11 Aquiraz (54,3 casos/100.000 hab.), Itaitinga (29,8 casos/100.000 hab.), Maracanaú
12 (29,1 casos/100.000 hab.) e Caucaia (22,4 casos/100.000 hab.). Além disso, municípios
13 da porção central do Estado, como Quixadá e Jaguaribe, também possuem valores mais
14 altos (ambos com 14,8 casos/100.000 hab.). O litoral oeste e a porção sul do Ceará
15 possuem os municípios sem registro de casos ou com coeficiente de detecção mais
16 baixos.
17

18 Em relação ao *BoxMap* do coeficiente de detecção de casos de COVID-19
19 suavizado pelo método bayesiano local (Figura 3), tanto a região metropolitana de
20 Fortaleza, com adição de municípios mais ao sul dessa mesma região apresenta padrão
21 Alto-Alto, ou seja, altas taxas de detecção com vizinhos também apresentando altos
22 valores. Também apresenta o mesmo padrão na região do município de Sobral e do seu
23 entorno (oeste), Aracati e seu entorno. É importante notar zonas no estado com padrão
24 de transição (Ato-Baixo ou Baixo-Alto), tanto na porção central (municípios de
25 Quixadá, Quixeramobim, Canindé). Zonas com padrão Baixo-Baixo, podem ser
26 visualizados no extremo sul, extremo oeste e em faixa da porção central.
27

28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41 **Figura 3.** *BoxMap* do coeficiente de detecção de casos de COVID-19 por município e
42 distribuição do número de leitos de UTI-COVID19, Ceará, Brasil, 2020.
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



Fonte: IntegraSUS, TabNet, Cnes (2020)

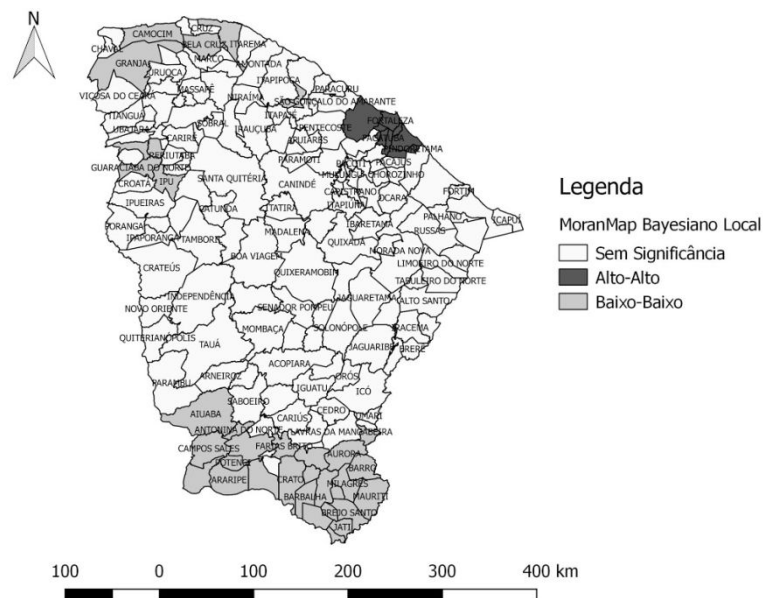
Depreende-se com a sobreposição da distribuição de leitos de UTI-COVID19 que a maior parte dos leitos se concentram próximos aos municípios com maiores taxas na capital e na Região Metropolitana (Fortaleza possuía 307 leitos da doença), em parte da porção oeste (Sobral possuía 47 leitos). Municípios considerados em transição, como Quixeramobim e Icó (ambos com padrão Baixo-Alto), possuem 20 e 10 leitos, respectivamente. Apesar de Iguatu (centro-sul do estado) ser um município com padrão Baixo-Baixo e possuir 29 leitos específicos para COVID-19, tem municípios próximos com padrão Alto-Alto (Orós), Baixo-Alto (Icó) e Alto-Baixo (Cariús e Cedro).

Na porção sul do estado há 35 leitos de UTI localizados em Juazeiro do Norte, entretanto a região possui padrão Baixo-Baixo em quase toda a sua extensão. Ressalta-se que o extremo noroeste do estado possui municípios com padrão Alto-Alto (por exemplo, Aracati e Fortim) e não há municípios com leitos de UTI próximos; além disso, a porção centro-oeste com municípios com padrão de transição (Novo Oriente, Quiterianópolis, Tauá, Mombaça e Pedra Branca) são supridos por apenas um leito de UTI-COVID19 localizado em Tauá. É importante frisar que os leitos de UTI atendem

não apenas aos municípios detentores dos leitos, mas municípios limítrofes compreendidos na mesma região de saúde.

Em relação ao *MoranMap* da taxa bayesiana local (Figura 4), é possível observar um cluster estatisticamente significativo com padrão Alto-Alto na capital e em quase totalidade dos municípios da região metropolitana e com padrão Baixo-Baixo no extremo noroeste e no extremo sul do estado.

Figura 4. *MoranMap* do coeficiente de detecção de casos de COVID-19 por município, Ceará, Brasil, 2020.



Fonte: IntegraSUS; Tabnet (2020).

Discussão

Este estudo evidenciou, até a data da coleta de dados, uma autocorrelação espacial positiva das taxas bayesianas locais ($I=0,66$), observando uma dependência espacial da distribuição da doença. A distribuição dos leitos de UTI-COVID19 sobreposta ao *BoxMap* evidenciou aglomerados com padrão Alto-Alto na capital e Região Metropolitana e segmento da porção oeste apresentando número de leitos UTI-COVID19. No sul do estado, com padrão Baixo-Baixo, há a presença de 29 leitos de UTI; entretanto, o extremo leste (litorâneo) possui padrão Alto-Alto e na porção oeste central possui área de transição com provável insuficiência de leitos. O *MoranMap*

1
2
3 evidenciou clusters estatisticamente significantes com padrão Alto-Alto na região
4 metropolitana (incluindo a capital) e com padrão Baixo-Baixo no sul cearense e extremo
5 leste.
6
7

8 Na data da coleta de dados, o Ceará apresentou coeficiente de detecção de
9 33 casos por 100.000 habitantes. As maiores taxas encontram-se na capital do Estado,
10 sua região metropolitana, estendendo-se ainda ao sul desta região. Observa-se que
11 também outras regiões do Ceará se apresentam com padrão Alto-Alto da doença,
12 confirmando a interiorização da pandemia no estado. Neste sentido, compreender as
13 redes sociais, econômicas, os padrões comerciais e fluxo de viagens pode ser importante
14 no entendimento da expansão territorial da doença¹⁰. Essas outras regiões, como o
15 município de Sobral e entorno, o município de Aracati e entorno, são pólos econômicos
16 e turísticos importantes para a região, o que pode explicar maior contato com a capital,
17 onde foi identificado o primeiro caso da doença, ou outros grandes centros urbanos.
18
19

20 Em estudo realizado nos Estados Unidos, as diferenças geográficas do
21 número de casos de COVID-19 refletiam-se a partir da data da introdução da doença no
22 local, densidade populacional, distribuição etária, condições médicas subjacentes,
23 medidas aplicadas na comunidade, capacidade diagnóstica e práticas de notificação¹¹.
24
25

26 Na China, o estudo da sua distribuição de casos e da sua emigração
27 populacional de Wuhan evidenciou que a população que emigrou de Wuhan foi a fonte
28 de infecção primária para outras cidades no país. Ainda, cidades com inicial baixa
29 detecção de casos apresentou aumento veloz da carga da doença¹². O Ceará ainda
30 apresenta locais sem detecção de casos e clusters com padrão Baixo-Baixo, que devem
31 ser protegidos para evitar a introdução de casos por deslocamento de doentes para esses
32 locais.
33
34

35 Outro estudo chinês indicou que o transporte público se tornou um veículo
36 de disseminação de casos importados de COVID-19 para regiões as quais ainda não
37 havia casos autóctones. A distância entre o epicentro e o destino, bem como a
38 conectividade entre esses dois espaços, determinaram os riscos de transmissão¹³. No
39 *BoxMap* da distribuição das taxas da doença no Ceará, a faixa central de municípios
40 com padrão Alto-Alto e em transição é transpassada por uma importante estrada (BR-
41 122) que liga a capital outras regiões do país. No entanto, outros métodos deveriam ser
42 utilizados para analisar essa relação.
43
44

45 O uso dos recursos de análise exploratória dos dados geográficos permitiu a
46 visualização da expansão da pandemia do estado e da distribuição dos recursos
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 disponíveis para cuidados intensivos. Em epidemias anteriores, como a epidemia
4 original do SARS-CoV em 2002-03 e na Influenza, os Sistemas de Informações
5 Geográficas (SIG) já eram utilizados em várias formas de aplicação, como mapeamento
6 em tempo real, dos casos de doença, reação das mídias sociais no espalhamento da
7 doença, mapeamento preditivo a partir de viagens da população, além do tracejar de
8 trajetórias e contatos “espalhadores”, sendo um aparato importante no monitoramento
9 da evolução do COVID-19 e da resposta às atuações de prevenção¹⁴.

15 Em uma análise tempo-geográfica do crescimento do número de casos de
16 COVID-19 fora da China, percebeu-se que a distribuição geográfica mudou de único
17 centro entre o período de 13 de janeiro a 20 de fevereiro de 2020 para uma distribuição
18 multicêntrica a partir do dia 22 de fevereiro, incluindo, além da China, a Coreia do Sul,
19 a Itália e o Irã como centros epidêmicos¹⁵. Da mesma forma, dentro do estado do Ceará,
20 a doença não se concentra apenas na capital cearense, evidenciado pelo *BoxMap*.

25 O estudo apresenta algumas limitações. O Brasil atualmente realiza
26 testagem apenas em pessoas sintomáticas, podendo os valores do coeficiente de
27 detecção estarem subestimados, considerando que possa haver uma proporção
28 importante de pessoas assintomáticas portadora do vírus. Entretanto, atualmente estes
29 dados obtidos são de ampla utilização nas pesquisas epidemiológicas e de apoio à
30 decisão na gestão. A ausência de pesquisas semelhantes voltadas para a distribuição
31 geográfica do COVID-19 limita a comparabilidade da interiorização da doença em
32 outras localidades. Também não há consistência quanto ao número de leitos de UTI
33 necessários para atender à demanda necessária.

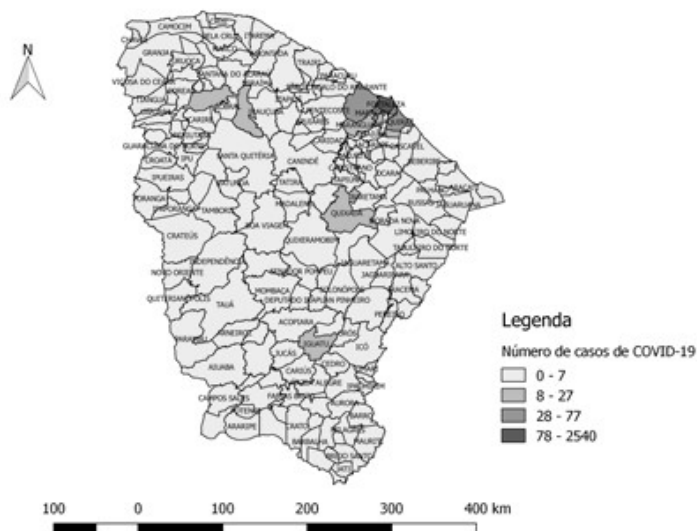
36 O estudo mostrou maior concentração das taxas da doença na capital do
37 Ceará e na Região Metropolitana, entretanto já com marcas da interiorização do
38 COVID-19. A distribuição de leitos UTI-COVID-19, apesar de maior número nas
39 regiões com padrão Alto-Alto, pode apresentar escassez em algumas regiões de alta
40 concentração da doença em ou em locais que estão em transição. Tais municípios que já
41 contam com leitos de UTI podem beneficiar-se com o aproveitamento da estrutura para
42 enfrentamento da pandemia.

45 O recurso metodológico utilizado nesta análise, através da confecção de
46 mapas, torna o entendimento da espacialização da doença e dos recursos, podendo ser
47 utilizado como ferramenta de gestão e base para decisões de alocação de equipamentos
48 de saúde.

Referências

- 1 Frater JL, ZiniG, d'OnofrioG, RogersHJ. (2020). COVID-19 and the clinical hematology laboratory. *Am J Hematol* [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 18]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32129508>. doi:10.1002/ajh.25774
- 2 Yang WZ. Thoughts of the COVID-19 outbreak phases changed from emergency response to combination of emergency response and regular prevention and control. *Chin J Epidemiol* [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 18]; 41. doi:10.3760/cma.j.cn112338-20200404-00516
- 3 Zhang G, Hu C, Luo L, Fang F, Chen Y, Li J, et al. Clinical features and short-term outcomes of 221 patients with COVID-19 in Wuhan, China. *J Clin Virol* [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 19]; 127. doi:10.1016/j.jcv.2020.104364.
- 4 Victor G. COVID-19 admissions calculators: General population and paediatric cohort. *Early Hum Dev* [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 18]; 105043. doi:10.1016/j.earlhumdev.2020.105043
- 5 Burki T. COVID-19 in Latin America. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 19]. doi:10.1016/S1473-3099(20)30303-0
- 6 Brasil. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico. Doença pelo Coronavírus 2019. 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/April/18/2020-04-17---BE11---Boletim-do-COE-21h.pdf>. Acessado em: 2020 Apr 21.
- 7 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ceará. Panorama. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>. Acessado em: 2020 Apr 21.
- 8 Becker JN, Nero MA. Avaliação da aplicação dos estimadores bayesianos empíricos na determinação das áreas de risco de transmissão da malária. In: *Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012*. p. 1-10.
- 9 Anselin L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geogr Anal* [Internet]. 1995 [acessado 2020 Apr 21]; 27: 93-115.
- 10 Kuchler T, Russel D, Stroebel J. The geographic spread of COVID-19 correlates with structure of social networks as measured by Facebook. *National Bureau of Economic Research* [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 21]. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w26990>

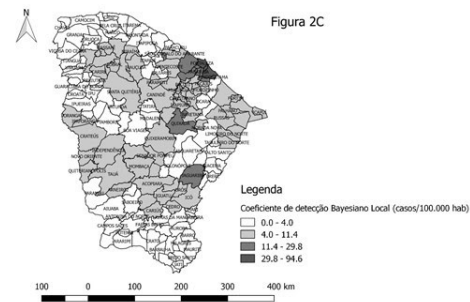
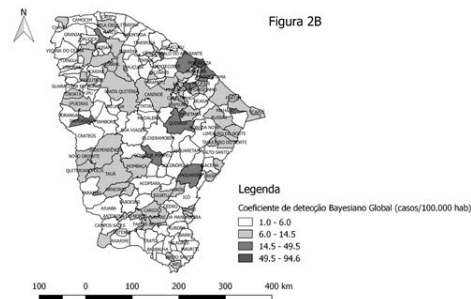
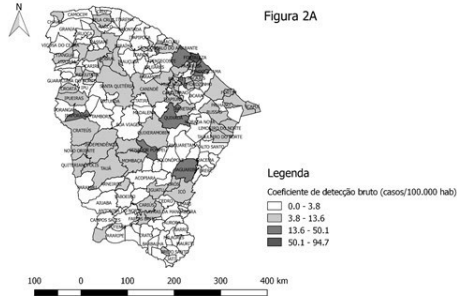
- 1
2
3 11 DC COVID-19 Response Team. Geographic Differences in COVID-19 Cases,
4 Deaths, and Incidence - United States, February 12-April 7, 2020. MMWR
5 MorbMortal Wkly Rep [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 21]; 69(15):465-71.
6 doi: 10.15585/mmwr.mm6915e4.
7
8
9
10 12 Chen ZL, Zhang Q, Lu Y, Guo ZM, Zhang X, Zhang WJ, et al. Distribution of the
11 COVID-19 epidemic and correlation with population emigration from Wuhan,
12 China. Chin Med J (Engl) [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 21]. doi:
13 10.1097/CM9.0000000000000782
14
15
16
17 13 Zheng R, Xu Y, Wang W, Ning G, Bi Y. Spatial transmission of COVID-19 via
18 public and private transportation in China. Travel Med Infect Dis [Internet]. 2020
19 [acessado 2020 Apr 21]; 14:101626. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101626.
20
21
22 14 Boulos KMN, Geraghty EM. Geographical tracking and mapping of coronavirus
23 disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-
24 2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS
25 technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. Int J
26 Health Geogr [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 21]; 19(1):8. doi:
27 10.1186/s12942-020-00202-8
28
29
30
31
32 15 Liao H, Marley G, Si Y, Wang Z, Xie Y, Wang C. A Tempo-geographic Analysis
33 of Global COVID-19 Epidemic Outside of China. The Lancet Global Health
34 [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 21]. Preprint. doi:
35 10.1101/2020.03.20.20039602
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



Distribuição do número casos de COVID-19 detectados no Ceará por município, Ceará, Brasil, 2020.

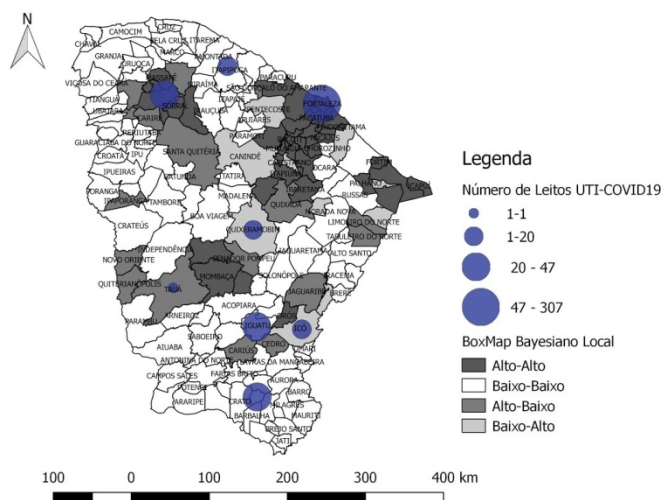
150x106mm (96 x 96 DPI)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



Coefficiente de detecção de casos de COVID-19 no estado do Ceará, Brasil - bruto, suavizado pelo estimador bayesiano global e local, 2020.

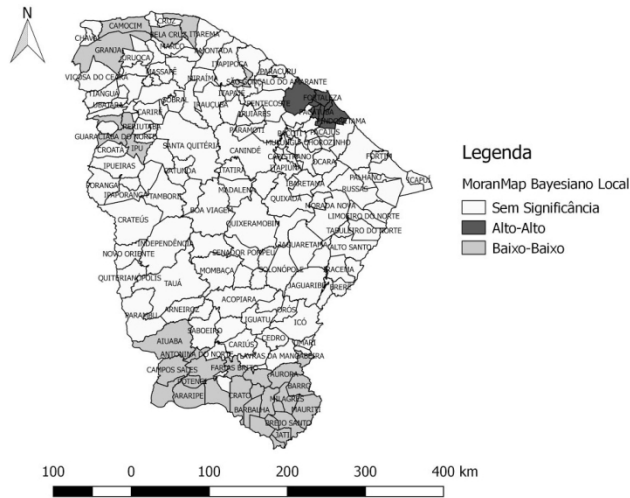
190x338mm (96 x 96 DPI)



BoxMap do coeficiente de detecção de casos de COVID-19 por município e distribuição do número de leitos de UTI-COVID19, Ceará, Brasil, 2020.

423x299mm (96 x 96 DPI)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



MoranMap do coeficiente de detecção de casos de COVID-19 por município, Ceará, Brasil, 2020.

423x299mm (96 x 96 DPI)