

O preprint foi submetido para publicação em um periódico.

Copyright (c) 2020 Nila Albuquerque, Nathália Pedrosa



Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Fonte:

<https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/181>. Acesso em: 22 maio 2020.

#### REFERÊNCIA

ALBUQUERQUE, Nila; PEDROSA, Nathália. Análise espacial dos casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil. **SciELO Preprints**, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.181>. Disponível em:

<https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/181>. Acesso em: 22 maio 2020.

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

|                  |  |
|------------------|--|
| Journal:         | <i>Ciência &amp; 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](mailto: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](mailto: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 intensivos<sup>1</sup>.

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 período<sup>2</sup>.

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)<sup>3</sup>. 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 população<sup>4</sup>.

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 países<sup>5</sup>.

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)<sup>6</sup>.

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 km<sup>2</sup>. Possui aproximadamente 9.178.363  
27 habitantes<sup>7</sup>. Atualmente, é um dos estados com maior incidência de COVID-19<sup>6</sup>.

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 vizinhos<sup>8</sup>.

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 espacial<sup>9</sup>.

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.

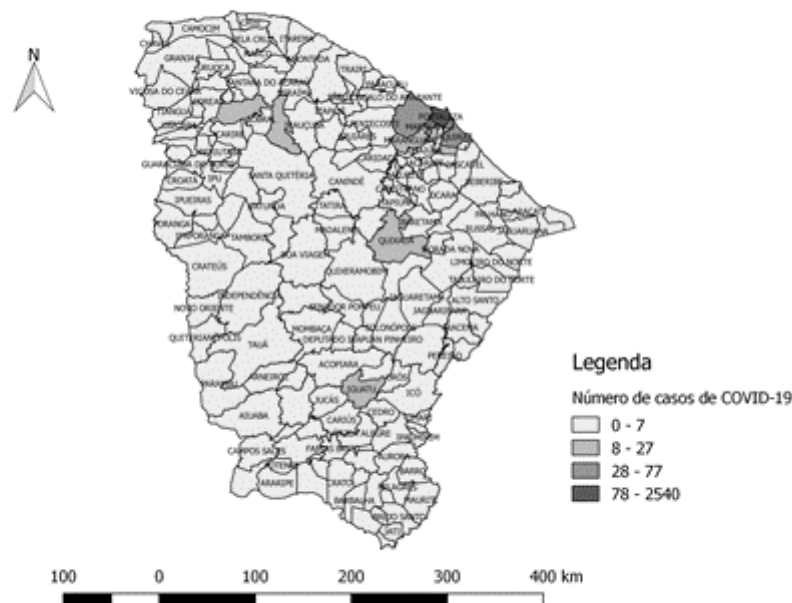
41  
42 Foram utilizados os programas Excel 2013, Terraview 4.2.2 e Qgis 2.18.0.

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)

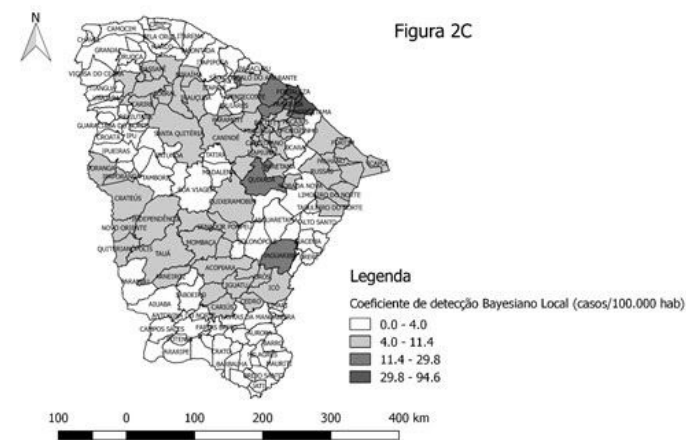
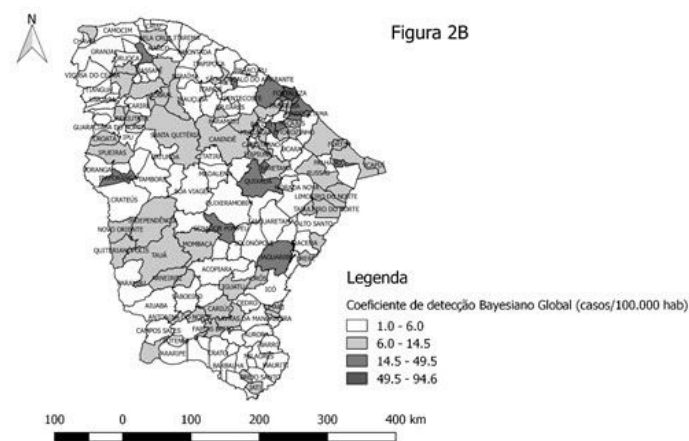
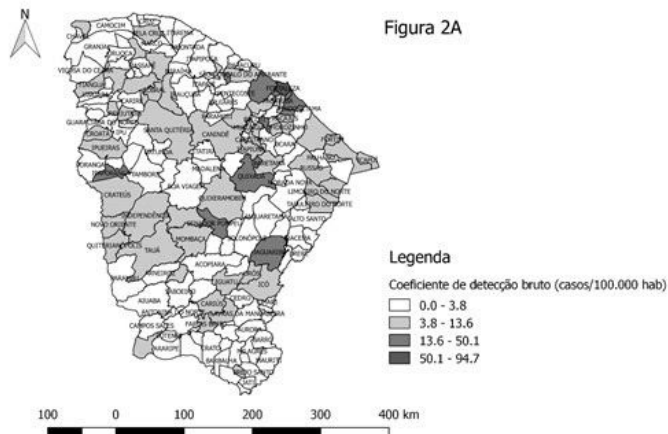
A ilustração abaixo (Figura 2) mostra a distribuição do coeficiente de detecção de casos de COVID-19 bruto (Figura 2A), suavizado pelo estimador bayesiano



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

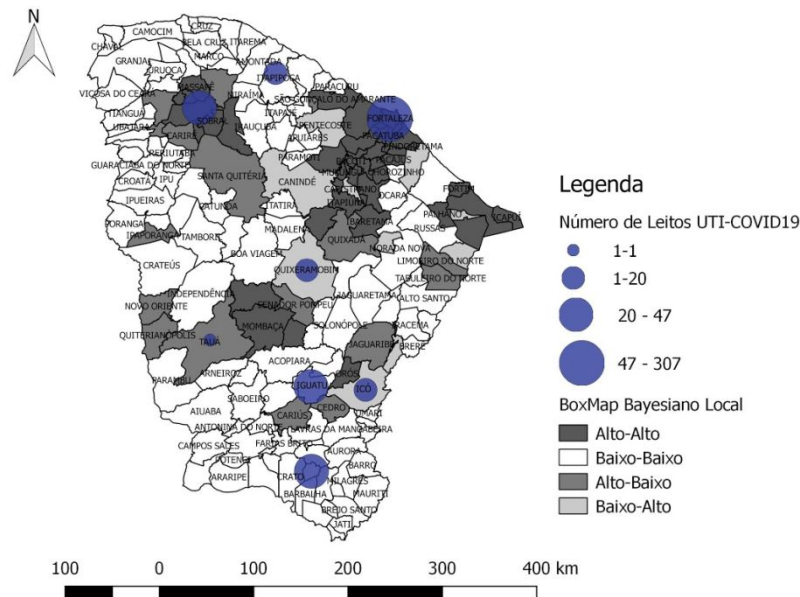
Fonte: IntegraSUS; Tabnet  
Índice de Moran

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 (Alto-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)

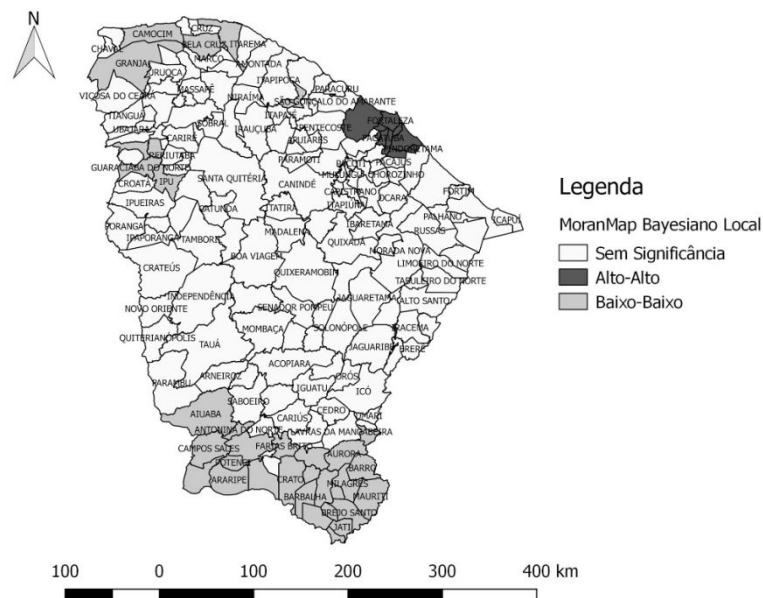
Depreende-se com a sobreposição da distribuição de leitos de UTI-COVID19 que a maior parte dos leitos se concentram próximos aos municípios com maiores taxas na capital e na Região Metropolitana (Fortaleza possuía 307 leitos da doença), em parte da porção oeste (Sobral possuía 47 leitos). Municípios 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 doença<sup>10</sup>. 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 notificação<sup>11</sup>.  
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 doença<sup>12</sup>. 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 transmissão<sup>13</sup>. 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 prevenção<sup>14</sup>.

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 epidêmicos<sup>15</sup>. 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.

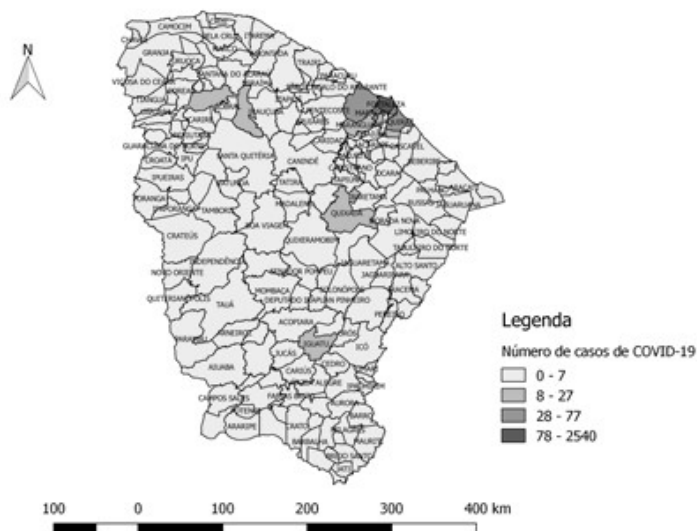
45 O recurso metodológico utilizado nesta análise, através da confecção de  
46 mapas, torna o entendimento da espacialização da doença e dos recursos, podendo ser  
47 utilizado como ferramenta de gestão e base para decisões de alocação de equipamentos  
48 de saúde.

## 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>



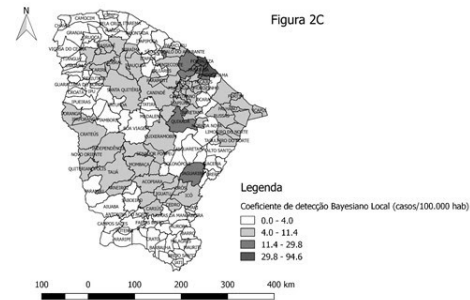
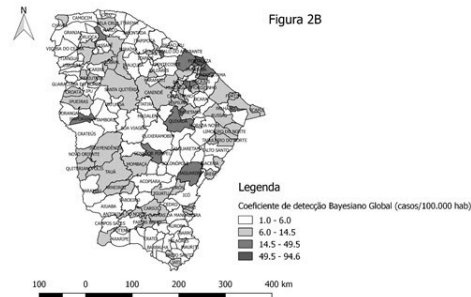
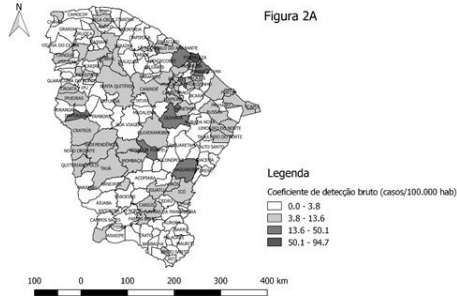
- 1  
2  
3 11 DC COVID-19 Response Team. Geographic Differences in COVID-19 Cases,  
4 Deaths, and Incidence - United States, February 12-April 7, 2020. *MMWR*  
5 *MorbMortal Wkly Rep* [Internet]. 2020 [acessado 2020 Apr 21]; 69(15):465-71.  
6 doi: 10.15585/mmwr.mm6915e4.  
7  
8  
9  
10 12 Chen 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.

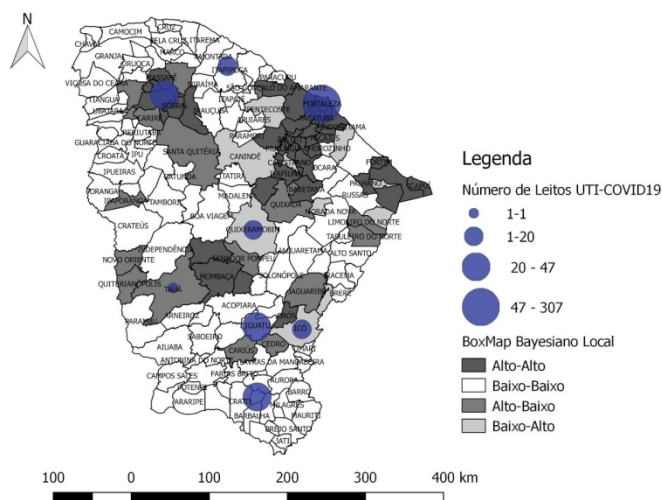
150x106mm (96 x 96 DPI)

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.

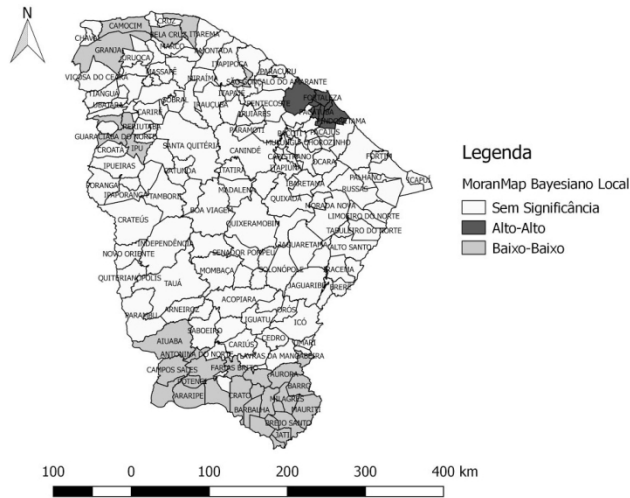
190x338mm (96 x 96 DPI)



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)