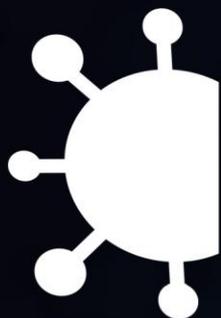


Nº 15



# BOLETIM COVID - PA

Título: Boletim Covid PA - UFRA,  
Número: 15  
Data de publicação: 29/07/2021  
E-mail:dec.ufra@gmail.com

**PARA TER ACESSO  
A PROJEÇÕES ANTERIORES  
USE O QR CODE**



Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)  
Avenida Tancredo Neves, nº2501, Terra Firme, Belém-PA

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>SÉRIE HISTÓRICA E PROJEÇÃO DO NÚMERO DE SOLICITAÇÕES DE LEITOS DE UTI POR 100 MIL HABITANTES</b>	<b>5</b>
<b>MAPAS DA SÉRIE HISTÓRICA</b>	<b>6</b>
<b>PROJEÇÃO PARA O MÊS DE JULHO DE 2021</b>	<b>22</b>
<b>CORPO EDITORIAL</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>25</b>



## APRESENTAÇÃO

O presente Boletim apresenta informes com projeções sobre o comportamento da pandemia de COVID-19 no estado do Pará. As projeções são periodicamente publicadas no link: <https://proex.ufra.edu.br/boletimcovidufra>.

Estas projeções podem ser úteis para a tomada de decisão de gestores públicos, auxiliando na avaliação de impacto das intervenções, na realocação de recursos hospitalares e otimização das estratégias de controle da COVID-19 para as diversas regiões do estado do Pará.

Após o fornecimento do banco de dados do Sistema de Regulação Estadual (SER), órgão vinculado à Secretaria de Estado de Saúde Pública (Sespa), responsável pela regulação de leitos no Pará, passou-se a ter uma série histórica de solicitações de leitos de UTI e assim, uma representação mais real da situação do estado [1]. De posse dessa base, correspondente aos dados do dia 01/03/2020 até o dia 21/07/2021, passou-se a utilizar um sistema de projeção de curto prazo de 15 dias à frente, para as seguintes regiões de saúde: Araguaia, Baixo Amazonas, Carajás, Lago do Tucuruí, Marajó I, Marajó II, Metropolitana I, Metropolitana II, Metropolitana III, Rio Caetés, Tapajós, Tocantins e Xingu.

Foi utilizado a técnica de inteligência artificial denominada Redes Neurais Artificiais, que teve como objetivo projetar o número de solicitações de leitos de UTI, com base nas publicações científicas que detalham a técnica desenvolvida. [2,3,4]

Em especial, neste boletim, são apresentados mapas mensais que mostram o comportamento da variável número solicitações de leitos de UTI por 100 mil habitantes durante a pandemia. A análise desse indicador é de fundamental importância para a racionalização dos esforços no enfrentamento da Covid-19, visto que contribui com a elaboração de protocolos de internação, na gestão do fluxo de pacientes, na otimização dos recursos, no aumento da resolução dos casos e na humanização do atendimento. Assim, com este indicador, é possível comparar regiões com tamanhos de populações distintas e descobrir os locais em que necessitou-se de mais leitos de UTI, sofrendo maiores impactos durante a pandemia. Adicionalmente, é possível separar os efeitos das regiões de saúde na dinâmica de solicitação de leitos de UTI, e sugerir a quantidade de leitos que atendem as necessidades de cada região do estado. Foi excluído da análise os dados dos pacientes internados procedentes de outros estados, como do estado do Amazonas.

Foram criados 17 mapas que correspondem aos 17 meses de pandemia. O último mapa, de julho de 2021, foi modelado com base nos dados projetados pela Rede Neural Artificial. O nível de atenção exibido na legenda dos mapas correspondem aos níveis de atenção determinados pela técnica de aprendizado de máquina não-supervisionado k-means++ [5], utilizada posteriormente sobre a série histórica do número de solicitações de leitos de UTI por 100 mil habitantes por região de saúde.

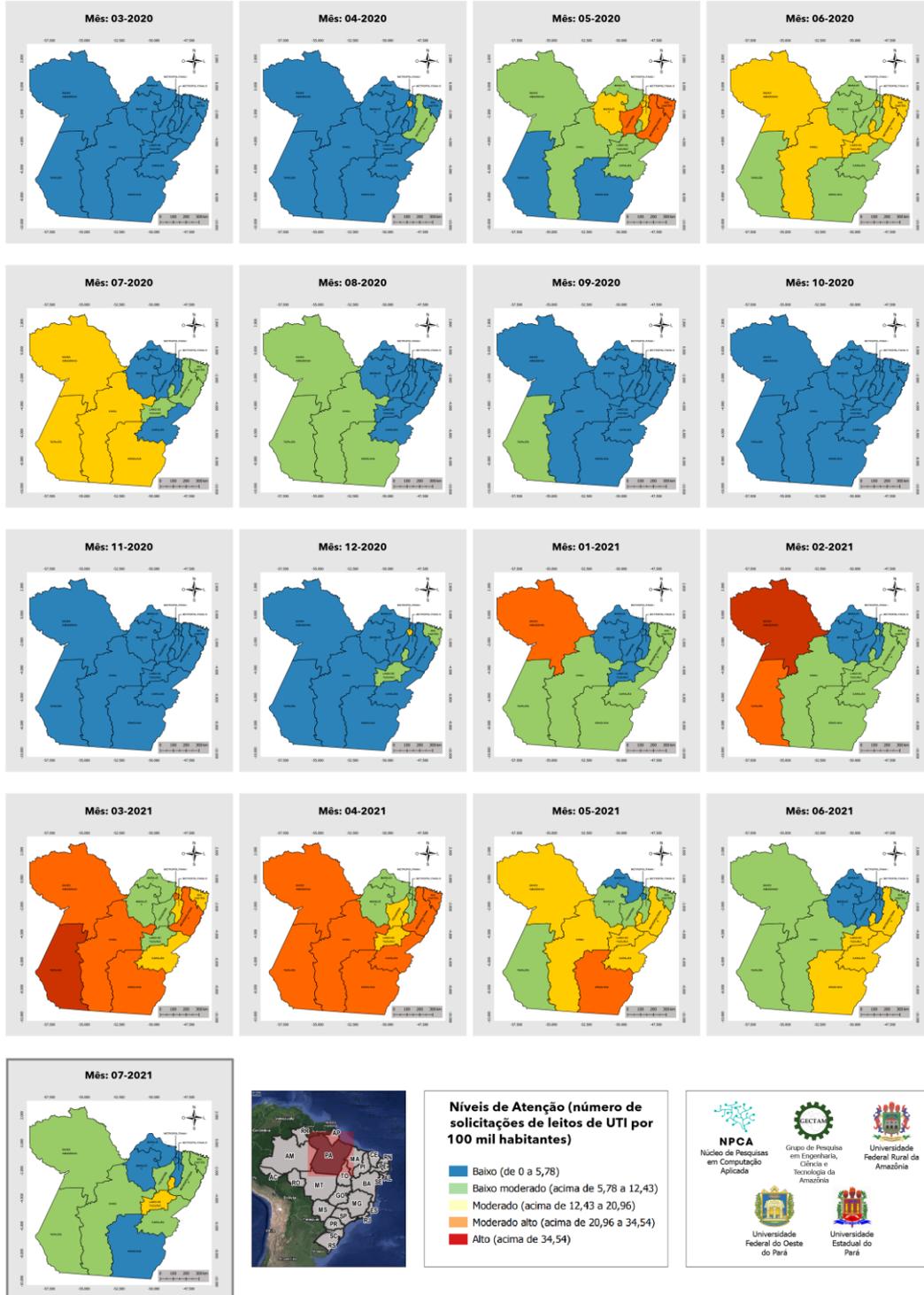
Este método foi usado para particionar as  $n$  instâncias de dados em  $k$  grupos, com cada instância pertencendo a um grupo mais próximo a um centro médio de um determinado grupo e possui uma melhoria no algoritmo de inicialização para encontrar os centros médios. O número máximo de iterações do algoritmo como condição de parada foi igual a 300 e o  $k$  foi definido com número igual a 5.

Após a identificação dos grupos, a variável número de solicitações de leitos de UTI por 100 mil habitantes foi ordenada possibilitando a estratificação de dados em cinco níveis de atenção. Esses níveis de atenção estratificados foram classificados como: Baixo (azul), Baixo moderado (verde), Moderado (amarelo), Moderado alto (laranja) e Alto (vermelho).

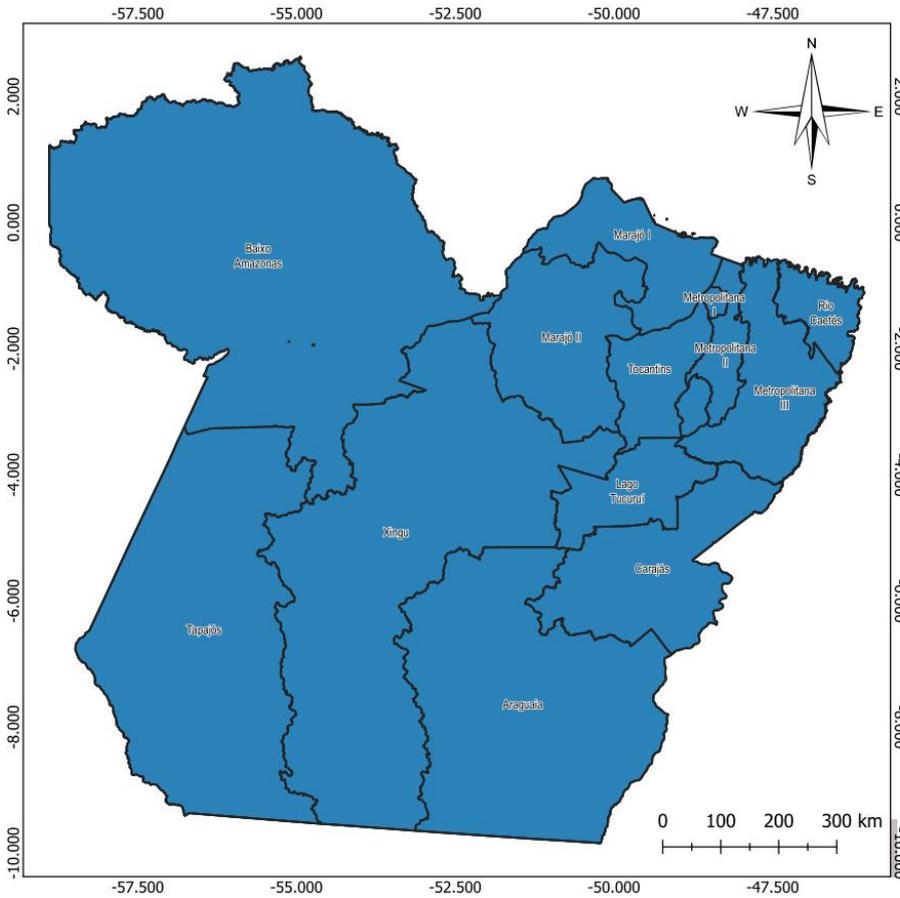
O presente Boletim COVID - PA foi compilado por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), e contou com a colaboração de pesquisadores da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Universidade do Estado do Pará (UEPA) e Universidade Federal do Pará (UFPA), formando uma equipe multidisciplinar e interinstitucional. Recomendamos cautela ao se tomar qualquer decisão baseada em previsões, pois estas modelam fenômenos presentes a partir de dados passados para tentar estimar o comportamento futuro.

Pontuados estes aspectos, reafirma-se a necessidade de continuidade do distanciamento social e medidas sanitárias, tais quais o uso de máscaras, uso de álcool em gel para higienização das mãos, e distanciamento social como medidas fundamentais e permanentes de controle da pandemia bem como na vacinação em massa da população paraense.

**SÉRIE HISTÓRICA E PROJEÇÃO DO NÚMERO DE SOLICITAÇÕES DE LEITOS DE UTI POR 100 MIL HABITANTES**



**MAPAS DA SÉRIE HISTÓRICA**



**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 03-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

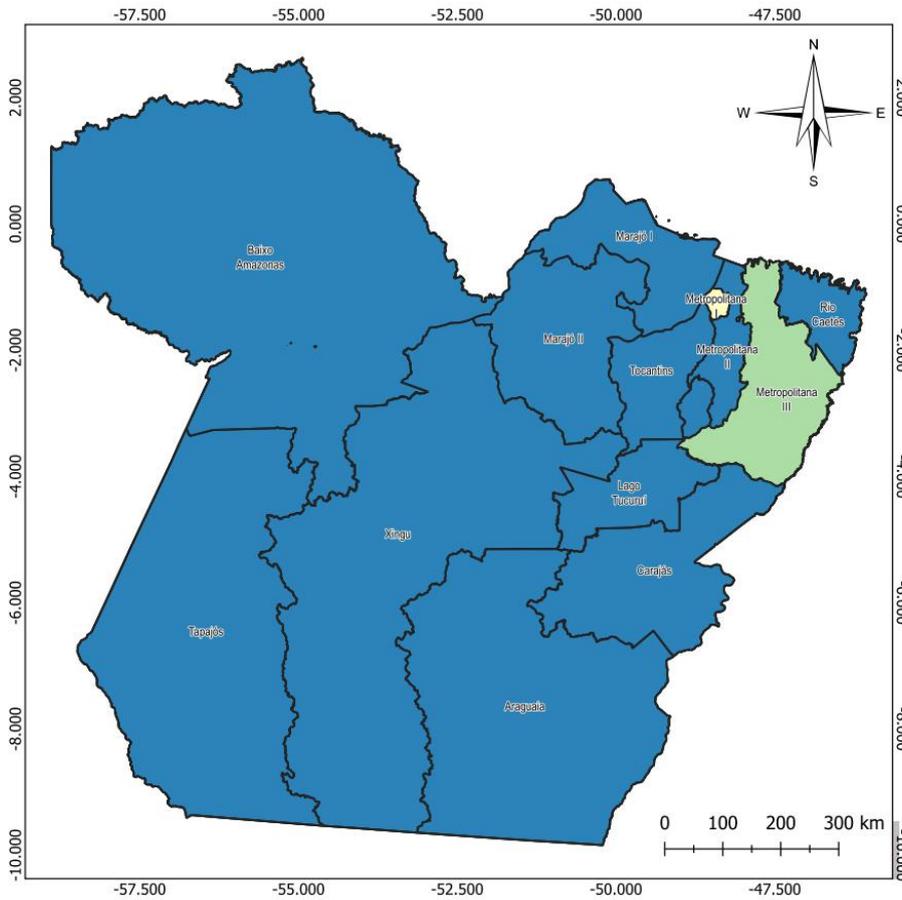
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 04-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

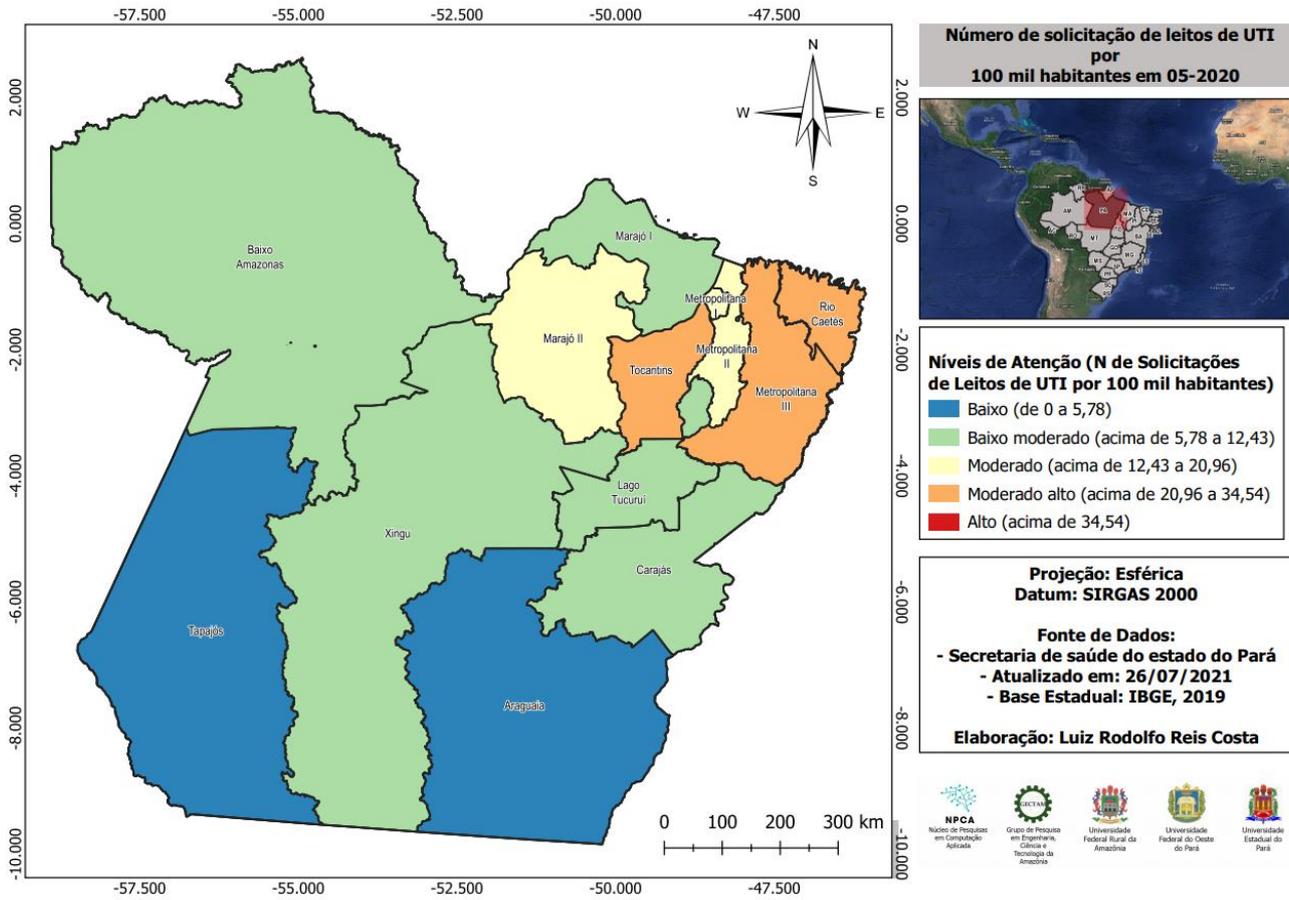
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

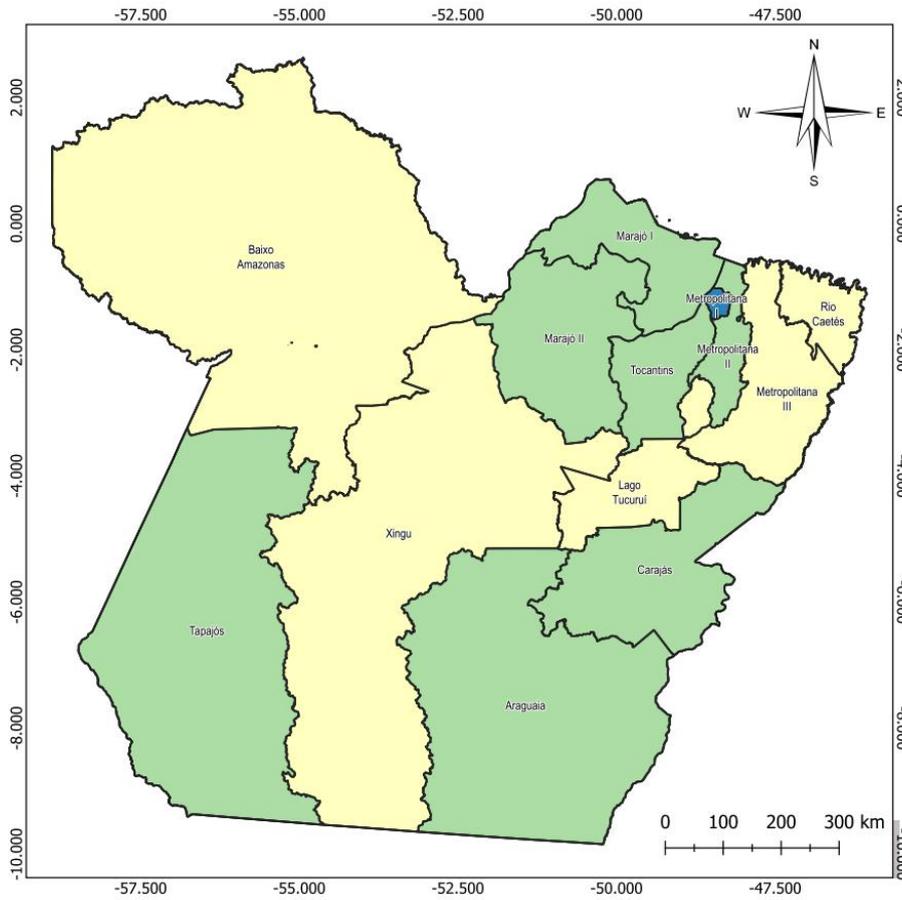
**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**







**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 06-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

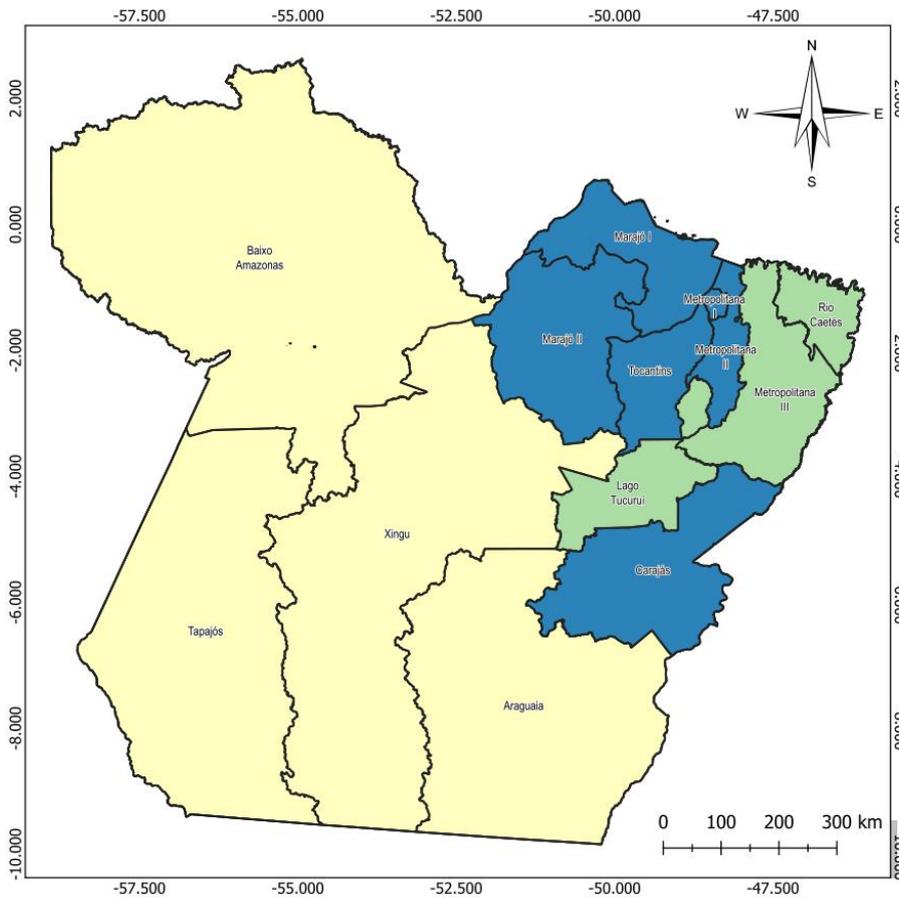
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 07-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

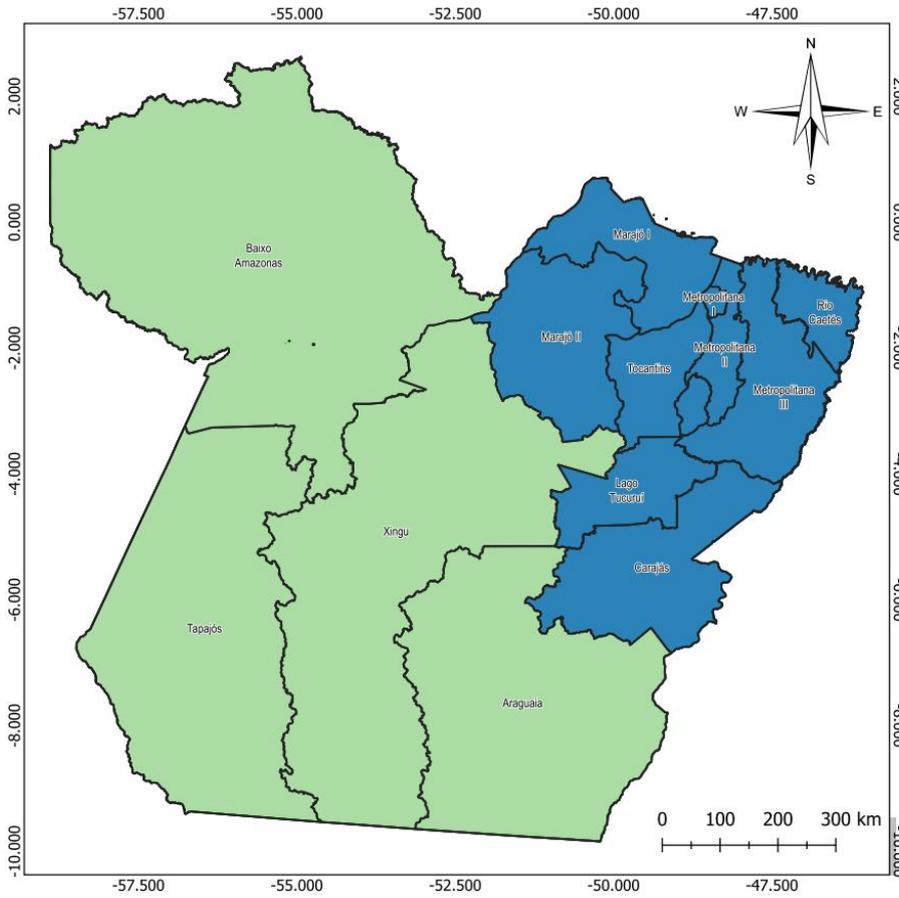
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 08-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

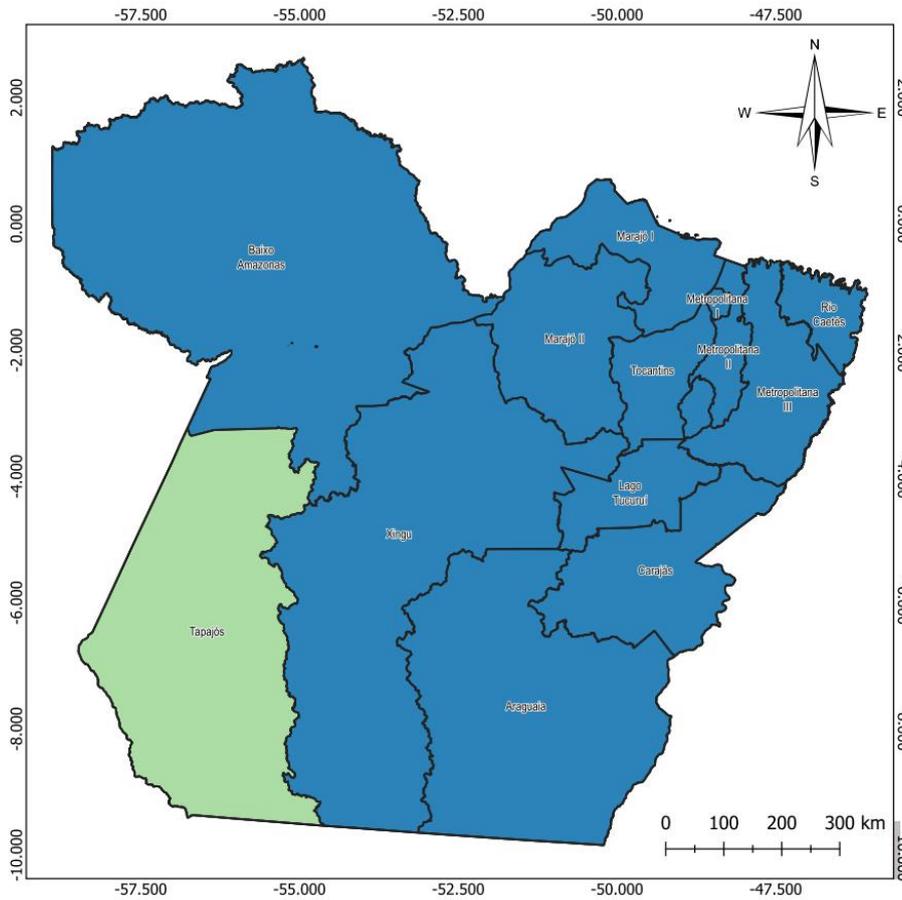
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 09-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

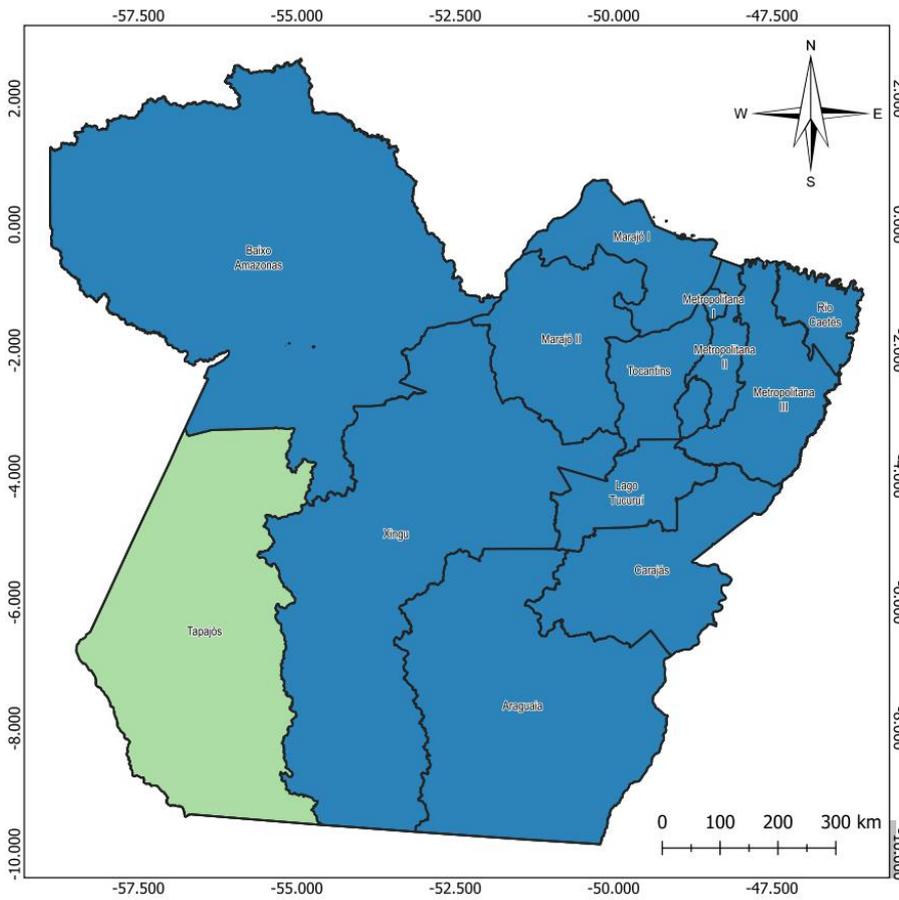
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 10-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

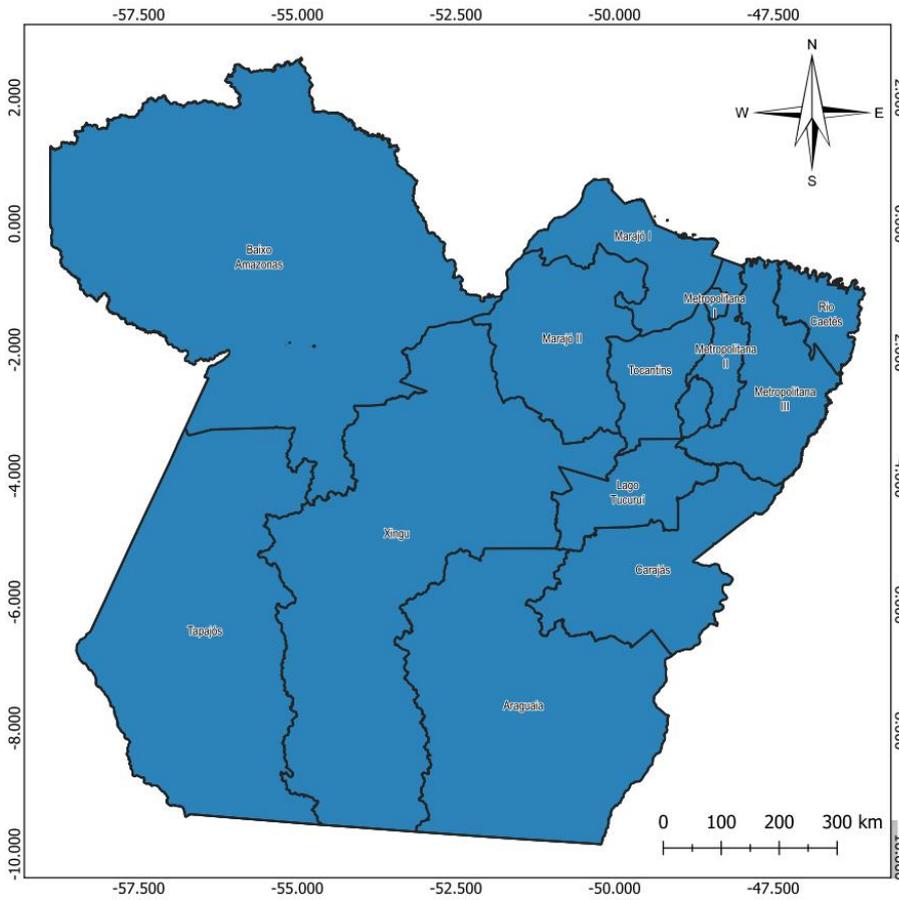
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 11-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

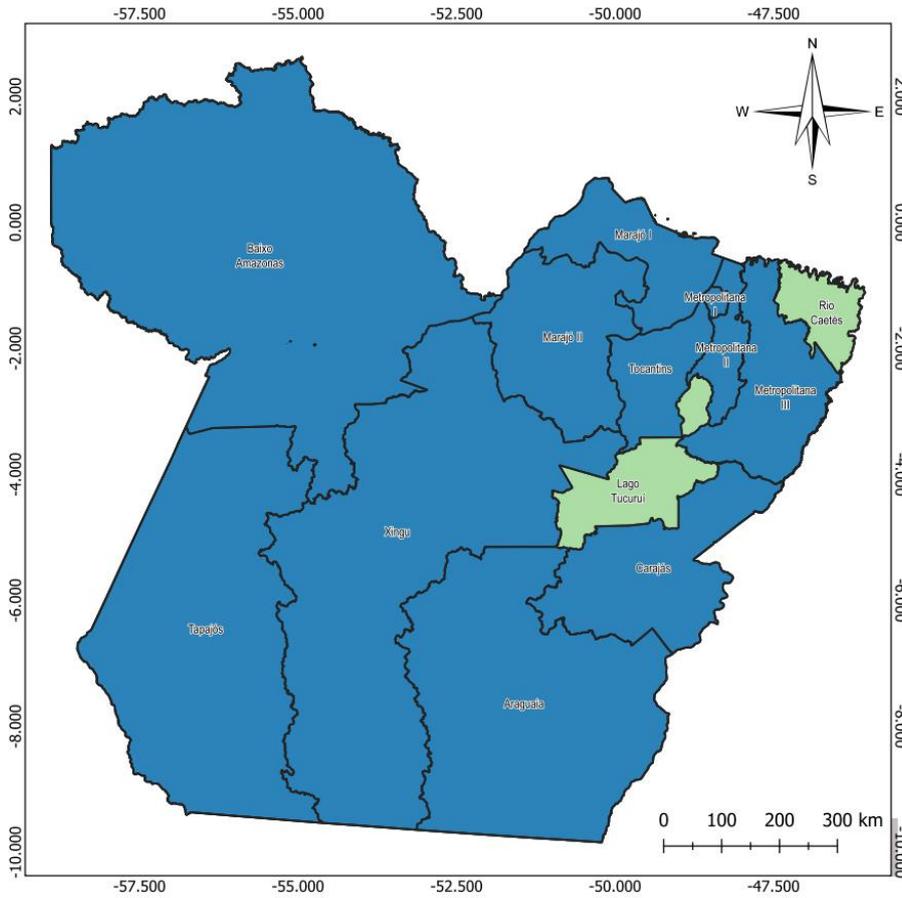
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 12-2020**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

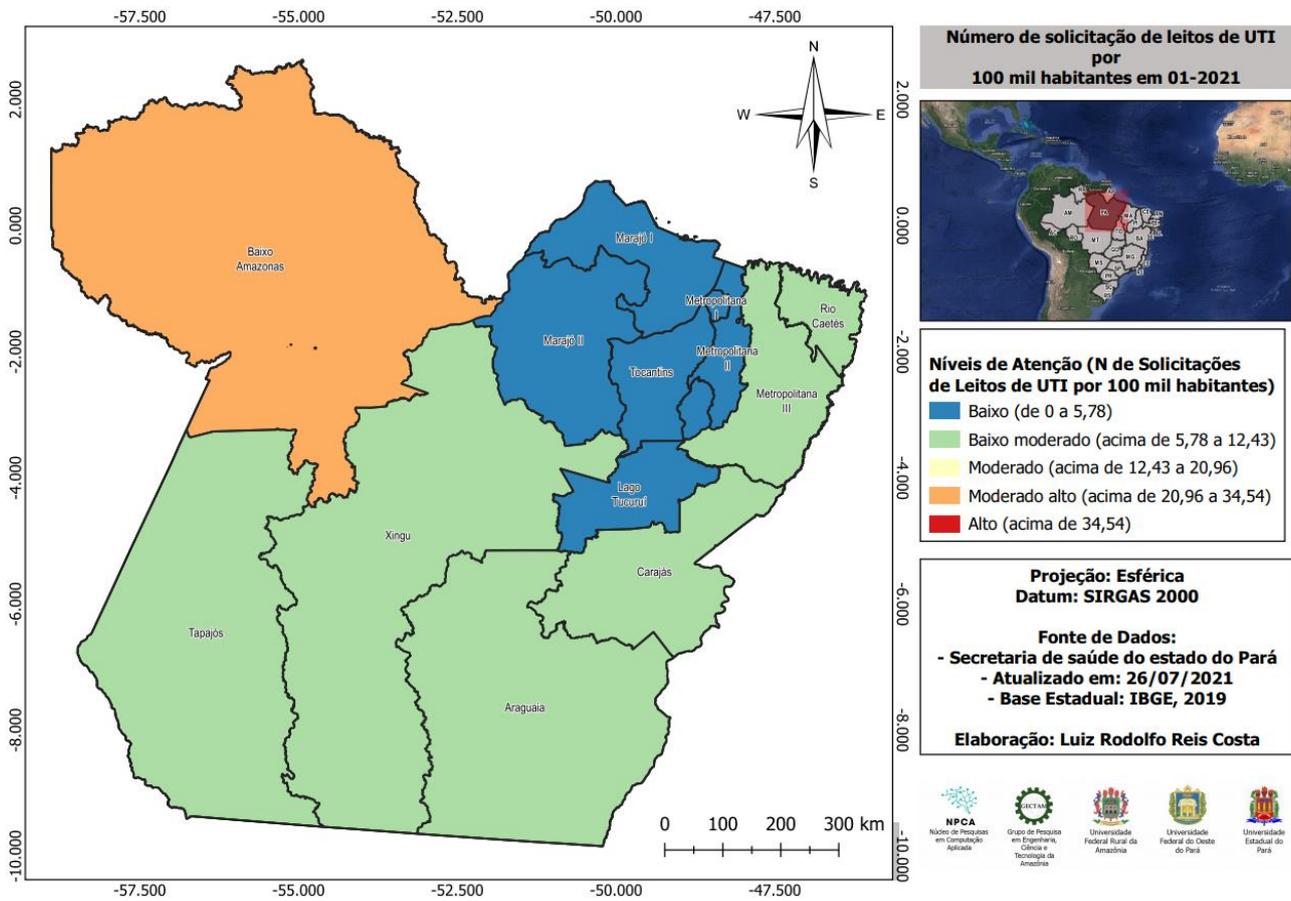
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

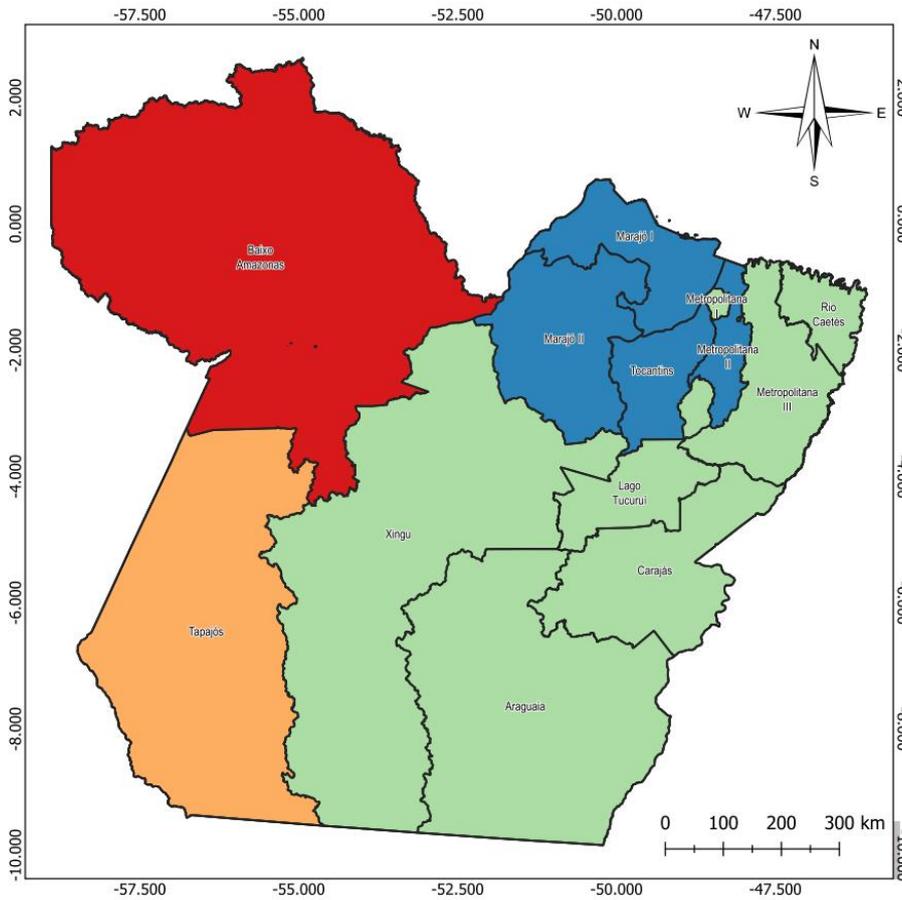
**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**







**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 02-2021**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

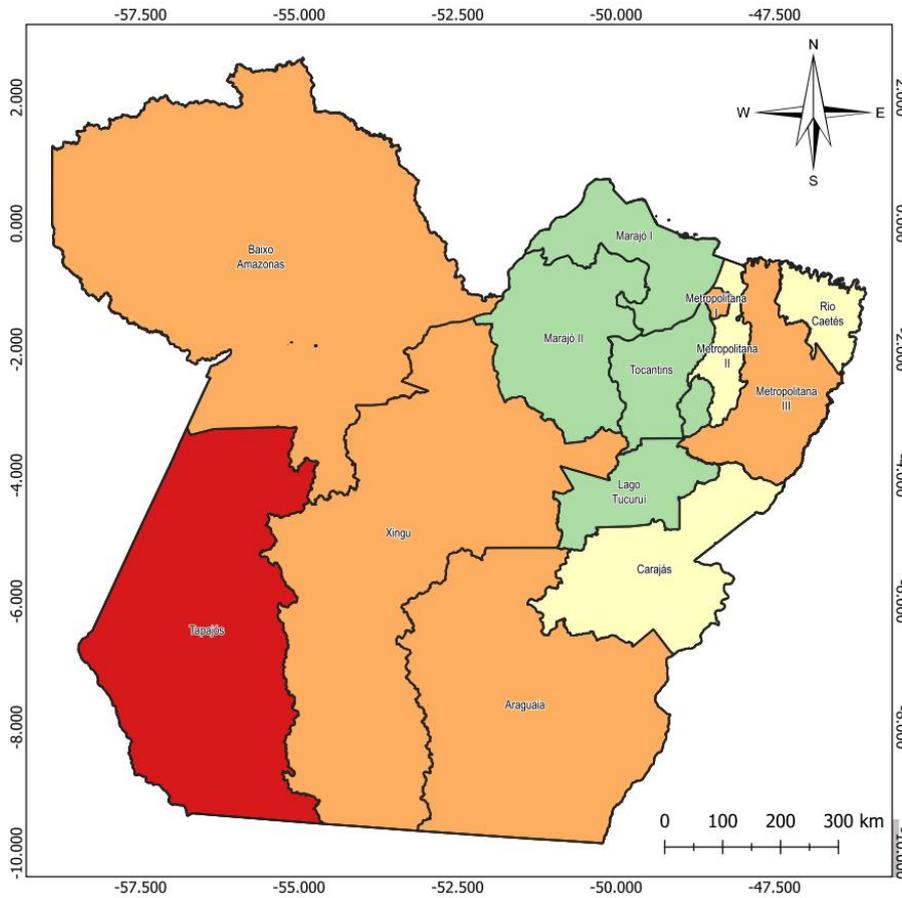
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 03-2021**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

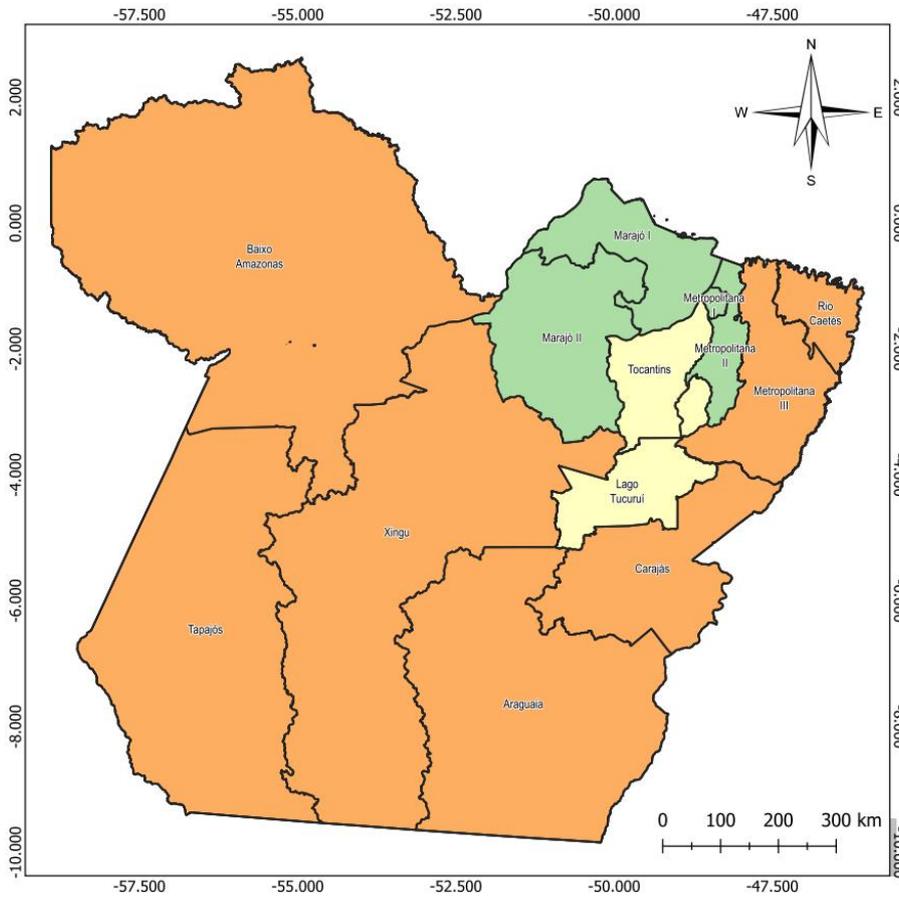
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 04-2021**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

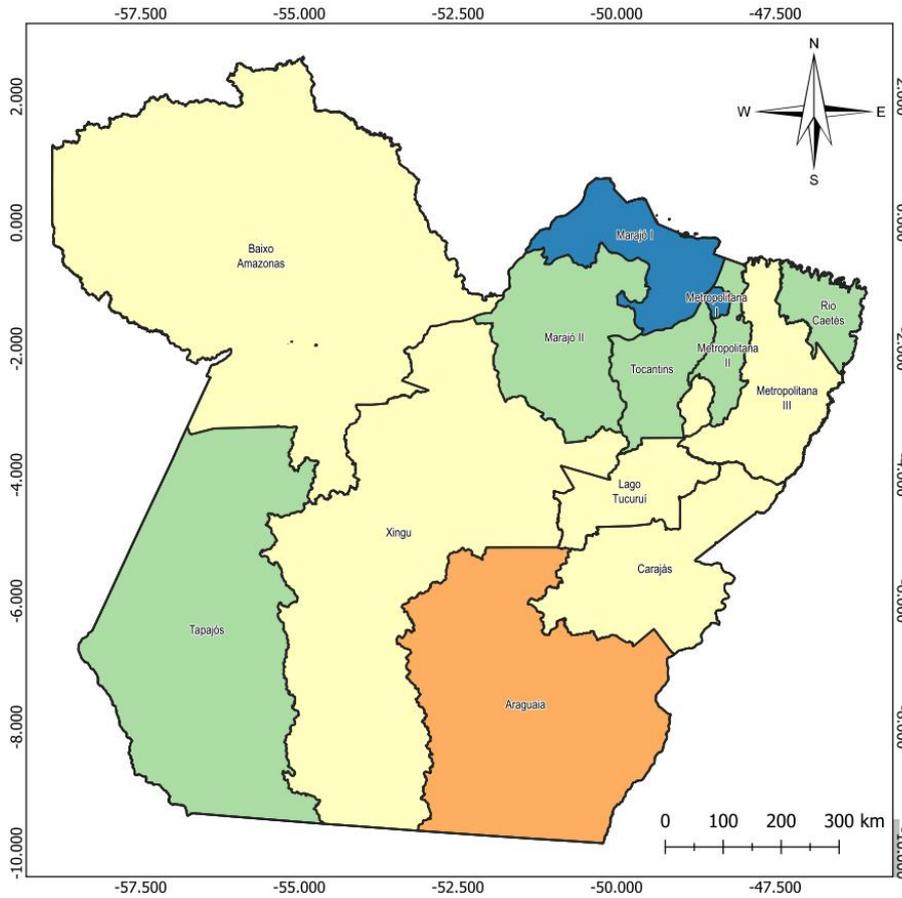
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 05-2021**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

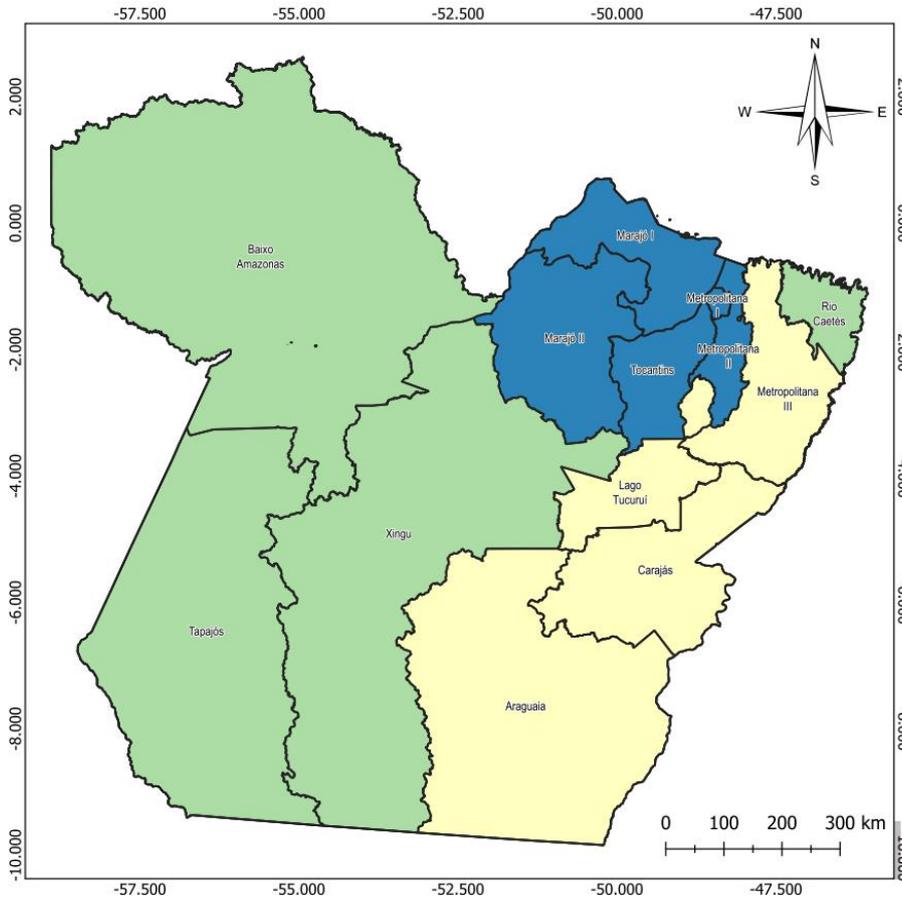
- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**





**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 06-2021**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

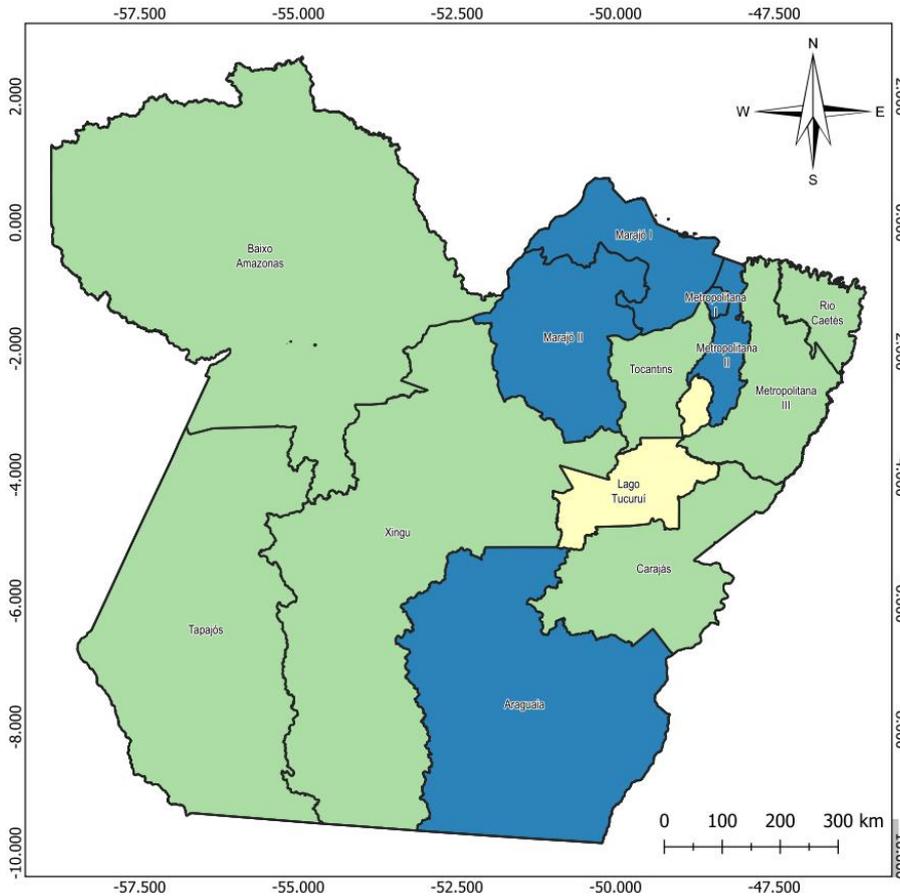
**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**



**PROJEÇÃO PARA O MÊS DE JULHO DE 2021**



**Número de solicitação de leitos de UTI por 100 mil habitantes em 07-2021**



**Níveis de Atenção (N de Solicitações de Leitos de UTI por 100 mil habitantes)**

- Baixo (de 0 a 5,78)
- Baixo moderado (acima de 5,78 a 12,43)
- Moderado (acima de 12,43 a 20,96)
- Moderado alto (acima de 20,96 a 34,54)
- Alto (acima de 34,54)

**Projeção: Esférica  
Datum: SIRGAS 2000**

**Fonte de Dados:**  
- Secretaria de saúde do estado do Pará  
- Atualizado em: 26/07/2021  
- Base Estadual: IBGE, 2019

**Elaboração: Luiz Rodolfo Reis Costa**



## CORPO EDITORIAL

### Editor Executivo

#### Prof. Marcus Braga

Doutor em Genética e Biologia Molecular (Bioinformática)  
Núcleo de Pesquisas em Computação Aplicada  
Campus Paragominas  
Universidade Federal Rural da Amazônia

### Editores Associados

#### Prof. Gilberto Nerino Jr

Doutor em Engenharia Elétrica (Computação Aplicada)  
Campus Paragominas  
Universidade Federal Rural da Amazônia

#### Prof. Jonas Castro

Doutor em Ciências Florestais  
Pró-Reitor Adjunto de Extensão  
Universidade Federal Rural da Amazônia

#### Prof. Rafael Fernandes

Doutor em Engenharia de Produção  
Campus Parauapebas  
Universidade Federal Rural da Amazônia

### Diagramação e Revisão

Raphael Pinheiro

### Corpo Editorial

#### Prof. Marcel Botelho

Doutor em Educação, Desenvolvimento e Treinamento  
Reitor  
Universidade Federal Rural da Amazônia

#### Prof. Hugo Diniz

Doutor em Matemática  
Reitor  
Universidade Federal do Oeste do Pará

#### Profa. Silvana Rossy

Doutora em Engenharia Elétrica  
Instituto Ciberespacial  
Pró-Reitora de Planejamento e Desenvolvimento Institucional  
Universidade Federal Rural da Amazônia

#### Profa. Adriana Folador

Doutora em Genética e Biologia Molecular (Bioinformática)  
Membro Permanente da Academia Paraense de Biomedicina  
Membro Afiliado da Academia Brasileira de Ciências  
Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade Federal do Pará

#### Prof. Antonio Vallinoto

Doutor em Ciências Biológicas (Virologia)  
Bolsista Produtividade CNPq -1C  
Membro Permanente da Academia Paraense de Biomedicina  
Laboratório de Virologia  
Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade Federal do Pará

#### Profa. Luana Rodrigues

Doutora em Medicina Tropical (Virologia)  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde  
Instituto de Saúde Coletiva  
Universidade Federal do Oeste do Pará

#### Profa. Claudia Miranda

Doutora em Biologia Parasitária da Amazônia  
Professora do curso de Biomedicina (ESAMAZ)  
Saúde Coletiva  
Universidade do Estado do Pará

#### Profa. Thais Gleice Martins

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia  
Campus de Capanema  
Universidade Federal Rural da Amazônia

#### Ivaldo Tavares

Doutorando em Ciências Florestais  
Universidade Federal de Viçosa

#### Cícero Dolácio

Doutorando em Engenharia Florestal  
Universidade Federal do Paraná

#### Luiz Rodolfo

Especialista em Georreferenciamento, Geografia e Meio Ambiente  
Universidade Federal Rural da Amazônia



**Cristina Kameyama**

Fisioterapeuta  
Concrem Wood

**Fernando Noronha**

Curso de Engenharia de Produção  
Universidade Federal Rural da Amazônia

**Eduarda Guimarães**

Curso de Bacharelado em Biomedicina  
Universidade do Estado do Pará

**Helloyza Pompeu**

Residente em Enfermagem  
Universidade do Estado do Pará

**Andrea de Souza**

Fisioterapeuta  
Especialista em Terapia Intensiva

**Raphael Pinheiro**

Curso de Engenharia Florestal  
Universidade Federal Rural da Amazônia

**Edson Magalhães**

Curso de Sistemas de Informação  
Universidade Federal Rural da Amazônia

\* Os Boletins, bem como seus integrantes, integram o Projeto e Produto de Extensão:

**Título:** Projeções e análise de dados epidemiológicos de COVID-19 no estado do Pará.

**Código:** PJ081-2020 (PROEX/UFRA)

**Título:** Informes sobre o comportamento da COVID-19 utilizando modelagem matemática e inteligência computacional no estado do Pará.

**Código:** PD004-2021 (PROEX/UFRA)

## REFERÊNCIAS

1. Pará Information and Communication Technology Company. Monitoramento COVID-19 (SESPA). Empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação do Pará - PRODEPA. Published 2020. <https://www.covid-19.pa.gov.br/>
2. Castro J, Souza GN, Brito SR, et al. Redes neurais artificiais na previsão de contágio e óbitos por COVID-19: um estudo no Estado do Pará, Brasil. Int J Dev Res. 2020;10(4):35416-35421. Accessed October 20, 2020. <https://www.journalijdr.com/redes-neurais-artificiais-na-previsão-de-contágio-e-óbitos-por-covid-19-um-estudo-noestado-do-pará>
3. Fernandes R. Compartmental Epidemiological Models for Covid-19: Estimation, Goodness-of-Fit and Forecasting Epidemics | IEEE Latin America Transactions. Special Issue on Fighting against COVID-19. Published 2020. Accessed October 5, 2020. <https://latamt.ieee9.org/index.php/transactions/article/view/4399>
4. Braga MdB, Fernandes RdS, Souza GNd Jr, Rocha JECd, Dolácio CJF, Tavares IdS Jr, et al. (2021). Artificial neural networks for short-term forecasting of cases, deaths, and hospital beds occupancy in the COVID-19 pandemic at the Brazilian Amazon. PLoS ONE 16(3): e0248161. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248161>
5. Arthur D, Vassilvitskii S (2007). K-means++: the advantages of careful seeding. Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms. Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia, PA, USA. pp. 1027–1035.