

## **Acompanhamento da evolução da Covid-19 na Paraíba e no Município de Cuité para planejamento do retorno das atividades no CES**

Considerando a situação internacional de calamidade pública declarada decorrente da pandemia do novo coronavírus (COVID-19), apresenta-se, neste segundo boletim informativo, a evolução dos casos de Covid-19 na Paraíba e no Município de Cuité para monitoramento das estratégias adotadas para retomada gradual das atividades presenciais do CES/UFCG. O retorno às aulas remotas e/ou presenciais deve ser estudado, de modo que garanta a acessibilidade de todos os alunos, respeitando as condições de vulnerabilidade e os grupos de risco.

### **Contexto Histórico e Cronologia**

- Covid-19 é uma doença causada pelo **novo coronavírus**, batizado oficialmente como **Sars-CoV-2**.
- O primeiro caso oficial foi registrado no dia 12 de dezembro de 2019 em **Wuhan, China**. No **Brasil**, o primeiro caso reportado foi em **25 de fevereiro de 2020**.
- Na **Paraíba**, o primeiro caso confirmado de Covid-19 foi registrado em **18 de março de 2020**. Em Cuité, o primeiro caso confirmado foi registrado em **11 de maio de 2020**.
- Foram 167 países atingidos em menos de 4 meses.
- Em **29/06/2020** registrou-se **mais de 10 milhões de casos** e **mais de 500 mil mortes** no mundo. No **Brasil** registrou-se **mais de 58 mil mortes** e **mais de 1 milhão de casos confirmados**. Na **Paraíba** foram **mais de 45 mil casos** confirmados e **931 mortes** por coronavírus.
- Segundo dados do DASA ANALYTICS em 23/02/2021, disponível em <https://dadoscoronavirus.dasa.com.br/>, o mundo registrou 112.258.806 casos acumulados e 2.486.888 óbitos. No Brasil, registrou-se 10.266.573 casos acumulados e 248.757 óbitos. Até esta data, a Paraíba teve 214.207 casos confirmados, 4.404 óbitos e 157.099 recuperados, segundo informações da Secretaria de Estado da Saúde.
- Situação da distribuição de vacinas na Paraíba em 23/02/2021: 223.680 doses recebidas, 187.892 doses distribuídas e 123.003 doses aplicadas. Até o momento

as doses estão sendo aplicadas para grupos de profissionais da saúde, idosos em instituição de longa permanência e idosos com 80 anos ou mais.

- Situação da distribuição de vacinas no Município de Cuité em 23/02/2021: 958 doses recebidas, 657 vacinados (1ª dose) e 225 vacinados (2ª dose).

## Parâmetros de Monitoramento

- O parâmetro  $R_0$  (**Número de Reprodução Básico**) mede indiretamente a velocidade com que o vírus é transmitido, ou seja, quantas pessoas em média um indivíduo contaminado pode infectar. O  $R_0$  desempenha um papel crucial em decisões de saúde pública, pois fornece a dimensão do potencial de expansão do número de casos. Monitorar os valores de  $R_0$  até que  $R_0 < 1$  por 14 dias consecutivos.
- Sistema de Saúde: Taxa de ocupação de leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI) menor que 60% no Estado da Paraíba. Em 23/02/2021, a ocupação total de leitos de UTI (adulto, pediátrico e obstétrico) em todo o estado é de 63%. Fazendo um recorte apenas dos leitos de UTI para adultos na Região Metropolitana de João Pessoa, a taxa de ocupação chega a 77%. Em Campina Grande estão ocupados 56% dos leitos de UTI adulto e no sertão 77% dos leitos de UTI para adultos. Dados disponíveis em <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/noticias/atualizacao-covid-19-23-02-2021>.
- Linha de tendência média móvel. Variação acima de 15% nos últimos 14 dias tem-se casos de Covid-19 em alta. Variação de 15% para mais ou para menos nos últimos 14 dias tem-se casos de Covid-19 estáveis. Variação abaixo de -15% tem-se casos de Covid-19 em baixa.
- Vigilância em Saúde Pública: Articular com a rede de saúde do Município para identificar e isolar casos suspeitos e apoiar rastreamento dos contatos.

## Modelo Matemático

No modelo SIR, a população é dividida em compartimentos (ou classes) que refletem o estado em que os indivíduos se encontram no desenvolvimento da doença:

- **Suscetíveis (S)**: indivíduos que estão suscetíveis a contrair a doença;

- **Infectados ( $I$ ):** indivíduos que contraíram a doença e podem transmiti-la aos indivíduos suscetíveis por transmissão direta;
- **Removidos ( $R$ ):** indivíduos que foram infectados, mas não são mais portadores da doença, por motivo de isolamento, cura (adquirindo ou não imunidade), ou morte.

Assim, pode-se escrever a população total  $N$  como a soma dos indivíduos das classes acima citadas, ou seja,  $N = S + I + R$ .  $N$  é constante, isto é, ignoramos nascimentos, mortes ou efeitos migratórios.

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\alpha S \frac{I}{N} \\ \frac{dI}{dt} = \alpha S \frac{I}{N} - \beta I \\ \frac{dR}{dt} = \beta I \end{cases}$$

onde  $\alpha$  é a taxa de infecção, isto é, a média de contatos que um infectado faz por dia multiplicado pela probabilidade desse contato infectar a outra pessoa (foi obtida por ajuste); o  $\beta$  é a taxa de recuperação, isto é, a taxa de indivíduos que adquiriram imunidade (ou morreram) em um dia, ou melhor, se  $D$  é o número de dias que uma pessoa leva para se recuperar/morrer então:  $\beta = D^{-1}$ .

Considerou-se um período de contágio de 10 dias. Então, em cada dia, espera-se que aproximadamente  $\beta = \frac{1}{10}$  (taxa de recuperação) ou 10% do número total de infectados mova-se da classe  $I$  para a classe  $R$ .

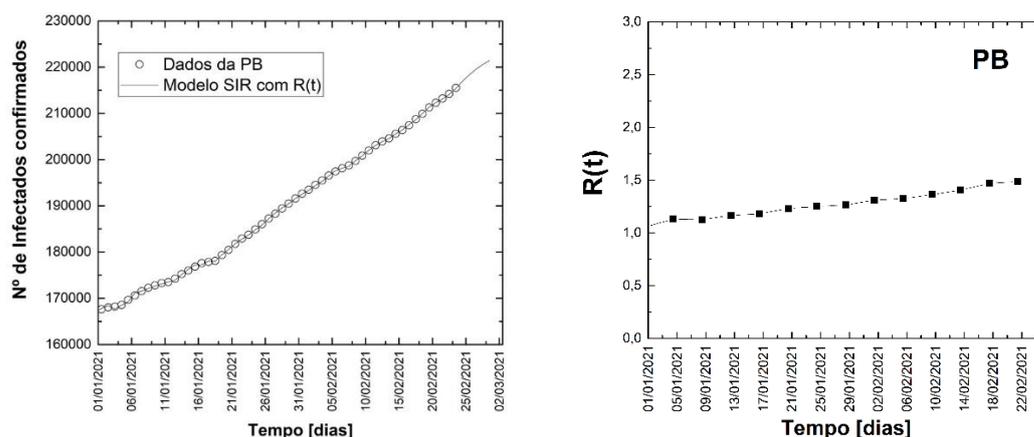
O parâmetro  $R_0$ , que **mede a velocidade com que a epidemia se propaga**, é obtido por:  $R_0 = \frac{\alpha}{\beta}$ . Medidas como distanciamento social e quarentena tem o efeito de diminuir a taxa de infecção  $\alpha$ , e conseqüentemente o  $R_0$ .

## **Evolução dos casos de Covid-19 no Estado da Paraíba (MODELO SIR)**

**Período analisado: 01/01/2021 a 24/02/2021.**

O gráfico a esquerda da Figura 1 mostra a evolução no tempo dos casos confirmados e a linha ajustada com o modelo SIR, considerando o número de reprodução

básico ( $R_0$ ) variando. O modelo se ajustou bem aos dados oficiais para o período analisado. Após o dia 24/02/2021 foi feita uma extrapolação (predição) de 5 dias, obtendo-se uma projeção de aproximadamente 221 mil casos em 01/03/2021. O gráfico a direita da Figura 1 mostra  $R_0(t)$  médio em função do tempo. O valor do  $R_0(t)$  médio no início (01/01/2021) foi de 1.05, seguindo uma tendência de crescimento com valor de 1.48 em 22/02/2021.



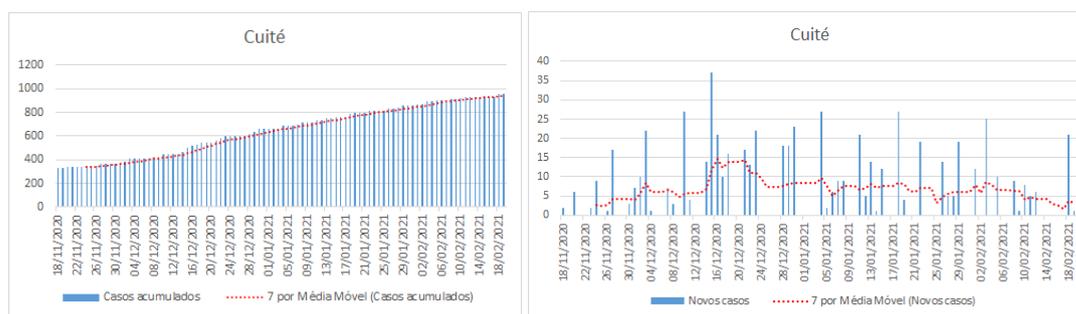
**Figura 1:** O gráfico a esquerda mostra a evolução no tempo de casos confirmados e do modelo SIR com  $R_0(t)$  variando. O gráfico a direita mostra  $R_0(t)$  médio em função do tempo.

## Média Móvel

A média móvel, utilizada em estatística, ajuda a prever tendências e auxilia na tomada de decisão. Consiste em somar os números divulgados pelas Secretarias Estaduais de Saúde de novos casos e/ou novas mortes pela Covid-19 nos últimos sete dias e dividir o resultado por sete. O que se obtém desse cálculo é uma média de novos casos ou vítimas por dia, nos últimos sete dias. Por esse indicador, atualmente, é possível perceber o que pode ser uma pequena tendência de queda de novos casos.

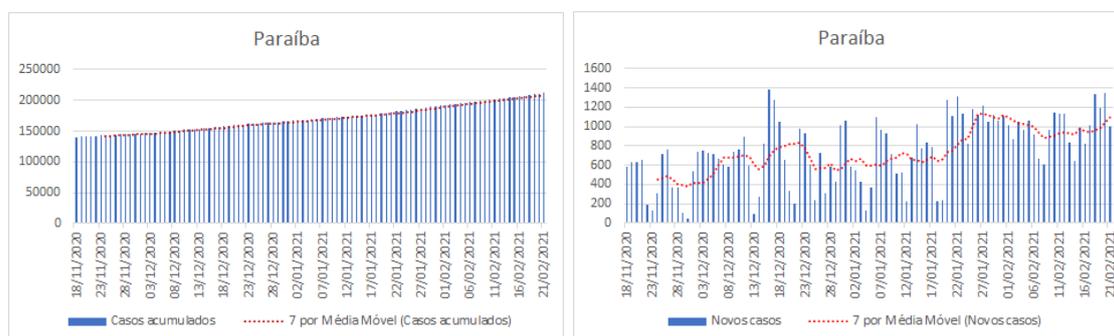
A Figura 2 apresentada os casos acumulados e novos casos no Município de Cuité no período de 18/11/2020 a 19/02/2021. Observa-se que no período de 05/02/2021 a 12/02/2021 foram 29 casos e no período de 12/02/2021 a 19/02/2021 foram 22 casos. Observando a linha móvel, tem-se uma tendência de estabilização de novos casos.

**Figura 2:** Casos acumulados e novos casos em Cuité-PB no período de 18/11/2020 a 21/02/2021



A Figura 3 apresentada os casos acumulados e novos casos para o Estado da Paraíba no período de 18/11/2020 a 21/02/2021. Observa-se que na semana de 07/02/2021 a 14/02/2021 os casos foram 6.460 e na semana seguinte (14/02/2021 a 21/02/2021) foram 7.702 casos, o que representa alta de 19,22%. A variação da média móvel no período de 08/02/2021 a 21/02/2021 foi de 25,5%, o que indica uma tendência de crescimento de novos casos.

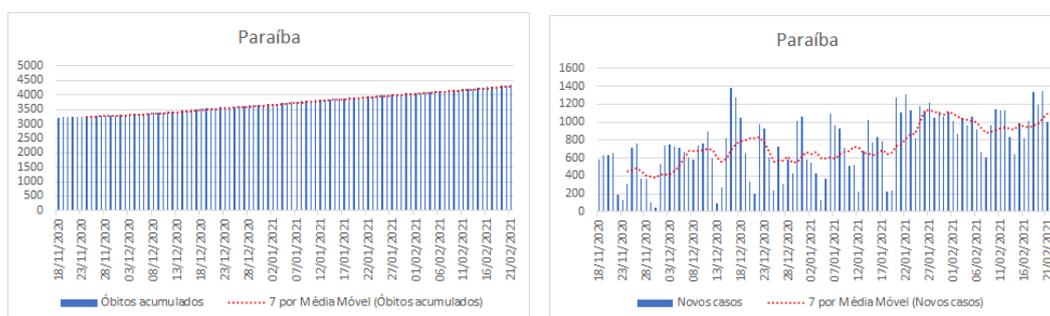
**Figura 3:** Casos acumulados e novos casos na Paraíba no período de 18/11/2020 a 21/02/2021



O número de óbitos acumulados no Município de Cuité aumentou de 4 para 5 em 01/02/2021 e permaneceu 5 até a data de 19/02/2021. Foram registrados 2 óbitos entre janeiro/2021 e fevereiro/2021, sendo um em 15/01/2021 e o segundo em 01/02/2021.

A Figura 4 apresenta as curvas de óbitos acumulados e novos óbitos para o Estado da Paraíba. Observa-se que na semana de 07/02/2021 a 14/02/2021 os óbitos totais foram 96 e na semana seguinte (14/02/2021 a 21/02/2021) aumentou para 114 óbitos. A variação da média móvel no período de 08/02/2021 a 21/02/2021 foi de 26,66% e, portanto, a linha móvel indica que os óbitos podem continuar crescendo na próxima semana.

**Figura 4:** Óbitos acumulados e novos óbitos no Estado da Paraíba no período de 18/11/2020 a 21/02/2021



## Matriz Analítica do NOVO NORMAL PB

O Decreto N° 40.304 de 12 de junho de 2020 do Governo do Estado da Paraíba estabelece níveis distintos de riscos representados por bandeiras e para os quais haverá um conjunto de recomendações a cada um dos Municípios. O conjunto de indicadores é formado por 4 (quatro) eixos e 2 (duas) calibrações, que compõem a Matriz Analítica:

**Eixo 1:** Taxa de Progressão de Casos Novos (TPCN)

**Eixo 2:** Taxa de Letalidade Observada (TLO)

**Eixo 3:** Taxa de Obediência ao Isolamento Social (TOIS)

**Eixo 4:** Taxa de Ocupação Hospitalar (TOH)

Cada eixo apresentado tem 4 diferentes níveis de avaliação e nota (SCORE) correspondente, de forma que, quanto melhor avaliado, menor a nota, incluindo-se inclusive notas (SCORE) negativas como -20 (menos vinte) e -10 (menos dez). Desta forma deve-se compreender que maiores notas (SCORE) em cada eixo, correspondem a uma avaliação pior.

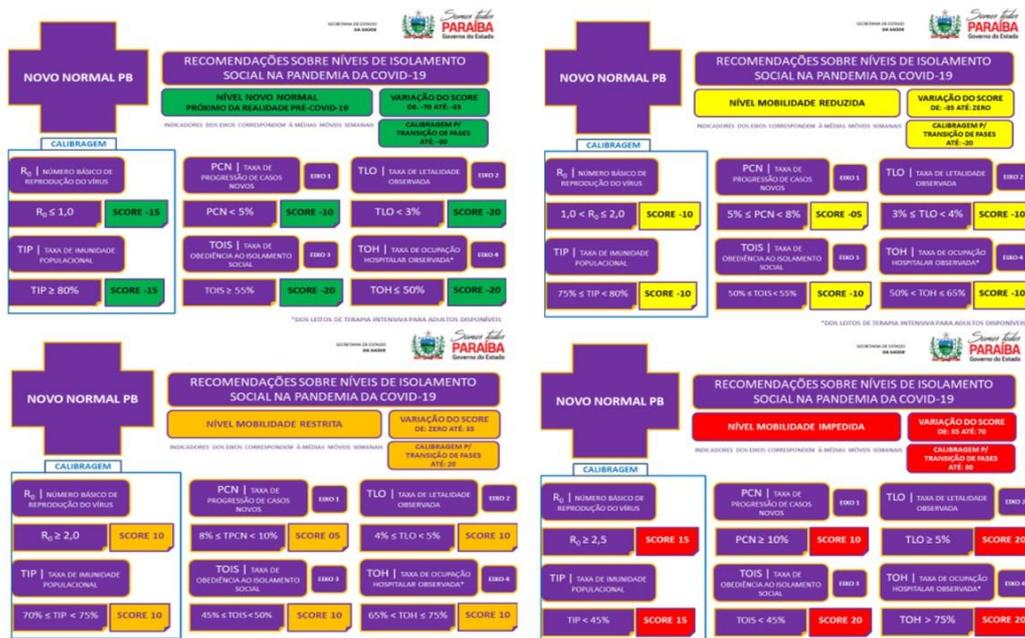
A calibragem da Matriz Analítica contempla dois indicadores sendo composta por:

- Número de Reprodução Básico do Vírus ( $R_0$ )
- Taxa de Imunidade Populacional (TIP)

Seguindo a classificação fornecida pelas bandeiras, o decreto flexibiliza ou restringe os serviços e atividades por cidade. Para mais informações sobre acesse o site <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/novonormalpb>.

O Decreto do Governo do Estado da Paraíba foi publicado em 12 de junho de 2020 e classifica o Município de Cuité na primeira avaliação como bandeira Vermelha. Na 19ª Avaliação (início da vigência em 22 de fevereiro de 2021), a cidade de Cuité é classificada como bandeira Amarela – Nível Mobilidade Reduzida. Destaca-se que na 18ª Avaliação (início da vigência em 08 de fevereiro de 2021) a cidade de Cuité também foi classificada como bandeira Amarela e não teve nenhuma cidade da Paraíba com Bandeira Vermelha. Já na 19ª Avaliação, seis cidades da Paraíba foram classificadas como bandeira Vermelha.

**Figura 5: SCORES e critérios para as bandeiras VERDE, AMARELO, LARANJA e VERMELHA.**



A Tabela 1 apresenta a classificação da Bandeira para Cidade de Cuité-PB e o número de municípios da Paraíba com Bandeira Vermelha nas duas últimas avaliações da Secretaria de Saúde do Estado, disponível em <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/novonormalpb>.

**Tabela 1:** Classificação da Bandeira para a cidade de Cuité-PB e quantidade de municípios da Paraíba em Bandeira vermelha

	<b>Classificação da Bandeira para cidade de Cuité</b>	<b>Quantidade de Municípios da Paraíba com bandeira Vermelha</b>
<b>18ª Avaliação</b> (início da vigência em 08 de fevereiro de 2021)		<b>0</b>
<b>19ª Avaliação</b> (início da vigência em 22 de fevereiro de 2021)		<b>6</b>

A avaliação mais recente do Plano Novo Normal do Estado da Paraíba mostra que houve um aumento significativo na quantidade de municípios que transitaram para as classificações mais restritivas. De acordo com esse 19º levantamento, 99% dos municípios paraibanos encontram-se nas bandeiras amarela, laranja e vermelha – esta última aumenta as restrições de mobilidade nos locais classificados. Baía da Traição é o único dos 223 municípios paraibanos que está em bandeira verde. 62% dos municípios paraibanos encontram-se em bandeira laranja, esboçando um crescimento expressivo em relação à 18ª avaliação, na qual cerca de 10% dos municípios encontravam-se nesta bandeira. Até a análise anterior, a Paraíba não tinha cidades em bandeira vermelha. Já na avaliação atual, que passou a vigorar em 22/02/2021, os municípios de Igaracy, Catingueira, São José do Bonfim, São Mamede, Cuité de Mamanguape e Cacimbas compõem os 2,4% de localidades classificadas em vermelho, com recomendação de restrição de mobilidade e serviços.

### **Comentários Finais**

Usando o modelo SIR foi possível obter o Número de Reprodução Básico ( $R_0$ ) temporal e analisar a velocidade de crescimento do número de infectados na Paraíba. No período considerado, o maior Número de Reprodução Básico ( $R_0$ ) obtido foi  $R_0 = 1.48$  em 22/02/2021, o que reflete uma menor adesão do isolamento social da população. Medidas de distanciamento social são importantes para reduzir a taxa  $R_0$  para um valor menor que 1, o qual caracteriza o controle da epidemia. O pior cenário na Paraíba, registrado no Boletim anterior, correu em 01/04/2020 com  $R_0 = 3.0$ .

De acordo com a última classificação, apresentada pelo Governo da Paraíba, a cidade de Cuité permanece na Bandeira Amarela. A variação da média móvel de novos casos, nos últimos 14 dias avaliados, indicou tendência de queda no número de casos em

Cuité. Nova avaliação deve ser feita nos próximos 14 dias. Medidas preventivas são importantes para a Cidade de Cuité progredir para Bandeira Verde.

O Estado da Paraíba voltou a apresentar cidades na Bandeira Vermelha. De acordo com a análise da 19ª Avaliação do Plano Novo Normal, houve um aumento significativo no número de pacientes internados e uma redução de municípios que estavam classificados como Bandeira Amarela. Já a bandeira verde teve sua participação reduzida de 1% para 0,4% dos municípios paraibanos. A variação da média móvel de novos casos e novos óbitos, nos últimos 14 dias avaliados, foi acima de 15% na Paraíba. Desta forma, medidas efetivas estão sendo implementadas pelo governo da Paraíba para preservar o sistema de saúde e reduzir as dimensões de sofrimento humano e social em todo Estado.

Por fim, as doses de vacina aplicadas na Paraíba é de apenas 123 mil até a data 23/02/2021, para grupos específicos, o que representa mais um motivo para as pessoas evitarem aglomerações em reuniões, festividades, bares e restaurantes e reforçar o uso de máscara e da higiene pessoal.

## Referências

- ✓ BASSANEZI, R. C.; FERREIRA Jr., W. C. Equações Diferenciais com Aplicações. São Paulo: HARBRA Ltda, 1988.
- ✓ BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. **Equações diferenciais elementares e problemas e valores de contorno**. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- ✓ LUIZ, M. H. R. Modelos Matemáticos em Epidemiologia. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 2012.
- ✓ Wu, F., Zhao, S., Yu, B. *et.al.* Um novo coronavírus associado a doenças respiratórias humanas na China. *Nature* 579, 265–269 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>.
- ✓ A evolução epidêmica do COVID-19 – Modelo SIR. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/fentransporte/2020/04/09/a-evolucao-epidemica-do-covid-19-modelo-sir/>. Acesso em 02 de maio de 2020.

- ✓ <https://covid.saude.gov.br/>
- ✓ <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus>
- ✓ <https://covid19.cct.ufcg.edu.br>

Célia Maria Rufino Franco

Membro do Comitê de Emergência do Combate à Covid-19

Professora de Matemática da UFCG

UAFM/CES

celiarufino@ufcg.edu.br

Colaboração:

Renato Ferreira Dutra

Doutorando em Física

Instituto de Física da UFAL

renatodutra@ufrn.edu.br