

# NOTA TÉCNICA PARA PROPAGAÇÃO DO SARS-CoV-2 NO AMAPÁ POR MODELAGEM MATEMÁTICA - SIR

LEAL, Simone Delphim [1], DIAS, Neylan Leal [2], SILVA, Edcarlos Vasconcelos da [3]

[1] Matemática, Doutora em Modelagem Computacional, Professora e pesquisadora do Curso de Matemática da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

[2] Matemático, Doutorando em Engenharia Mecânica - FEB/UNESP-SP. Professor e pesquisador do Curso de Matemática da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

[3] Matemático, Doutorando em Saúde Pública - FIOCRUZ/RJ. Docente do Curso de Matemática da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

**Palavras-chave** : COVID-19. Pandemia. Modelo Matemático. vSIR.

## 1 INTRODUÇÃO

O coronavírus é uma família de vírus que causam infecções respiratórias conhecidos desde 1937, no entanto, em 31 de dezembro de 2019, após casos registrados na China, em Wuhan, um novo coronavírus (SARS-CoV-2) foi descoberto e identificado como o causador da doença denominada pela OMS de COVID-19 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b).

A doença foi declarada pandemia pela OMS em 11 de março de 2020 e seu primeiro caso registrado no Amapá foi em 25 de março do mesmo ano.

## 2 OBJETIVO

Esta pesquisa tem por objetivo analisar a incidência de casos confirmados de COVID-19 no Amapá/AP com o uso de métodos estatísticos e modelos matemáticos com a finalidade de entender a dinâmica de contágio do vírus, proporcionando informações para promover estratégia de combate mais efetivas contra o covid-19.

Entre outras especificações impulsionadoras, pretende-se, verificar o comportamento forçado da restrição social no ambiente público e doméstico dado como uma das condições de cuidados prioritários para redução prolifera de contágio pelo Coronavírus.

### 3 METODOLOGIA

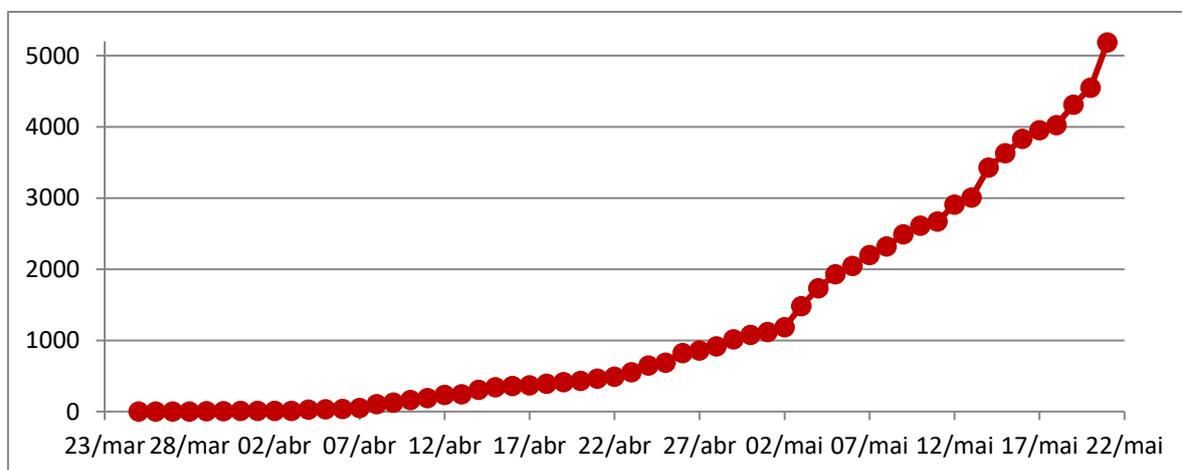
Em geral duas abordagens de modelagem têm se empregado para se obter insights sobre a evolução epidêmica relacionada ao Sars-CoV-2. Por um lado, há uma empreitada para desenvolver modelos sofisticados que levem em conta diversas variáveis que possam descrever a dinâmica epidêmica. Tal abordagem foi empregada, por exemplo, em Zhang(2020) com um sistema de 15 equações diferenciais. Por outro lado, também tem se adotado uma visão matemática focando nas principais características epidêmicas do processo de contágio e tem sido amplamente empregada com êxito para a curva epidêmica do coronavírus através de versões primárias ou estendidas dos modelos SIR (TODA, 2020; KATUL, 2020; ZHONG, 2020). Neste trabalho inicialmente utilizamos o modelo SIR e maiores detalhes podem ser encontrados em:

Artigo: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/health/prediction-of-the-propagation>

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

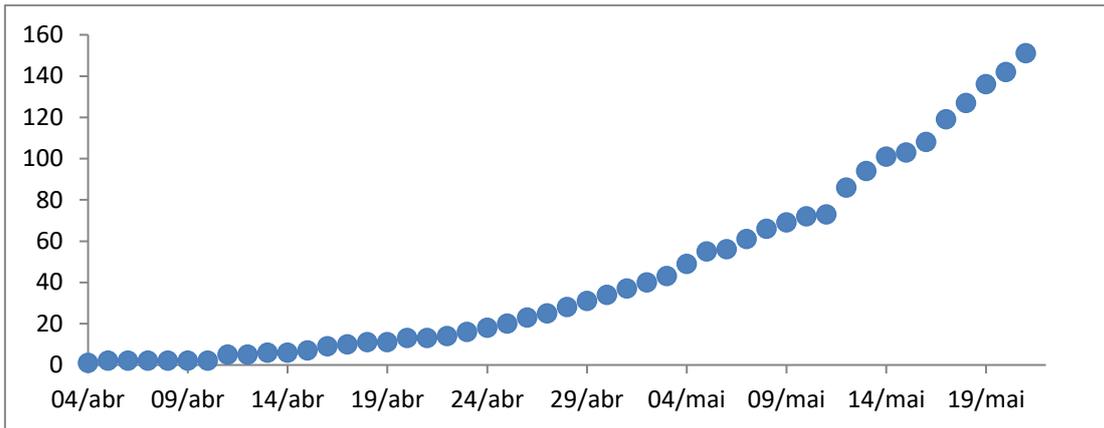
A seguir podemos verificar a evolução de casos acumulados de COVID-19 no Amapá:

Gráfico 01 – Evolução de casos acumulados de COVI-19 no Amapá



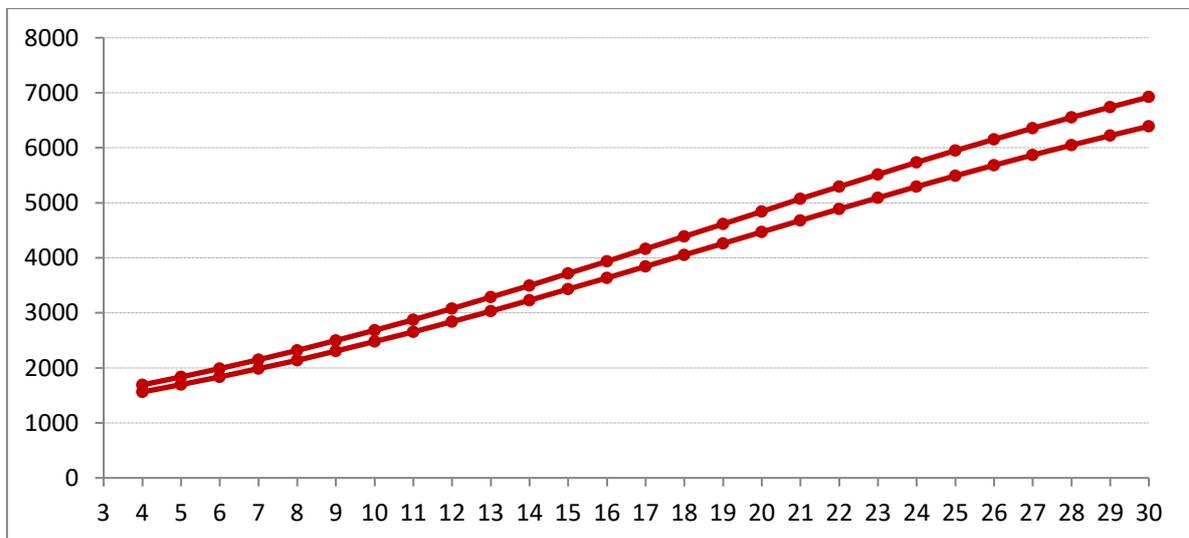
O primeiro óbito no Amapá foi confirmado em 04 de abril. No gráfico a seguir podemos observar a evolução dos óbitos acumulados:

Gráfico 02 – Evolução de óbitos acumulados por COVID-19 no Amapá



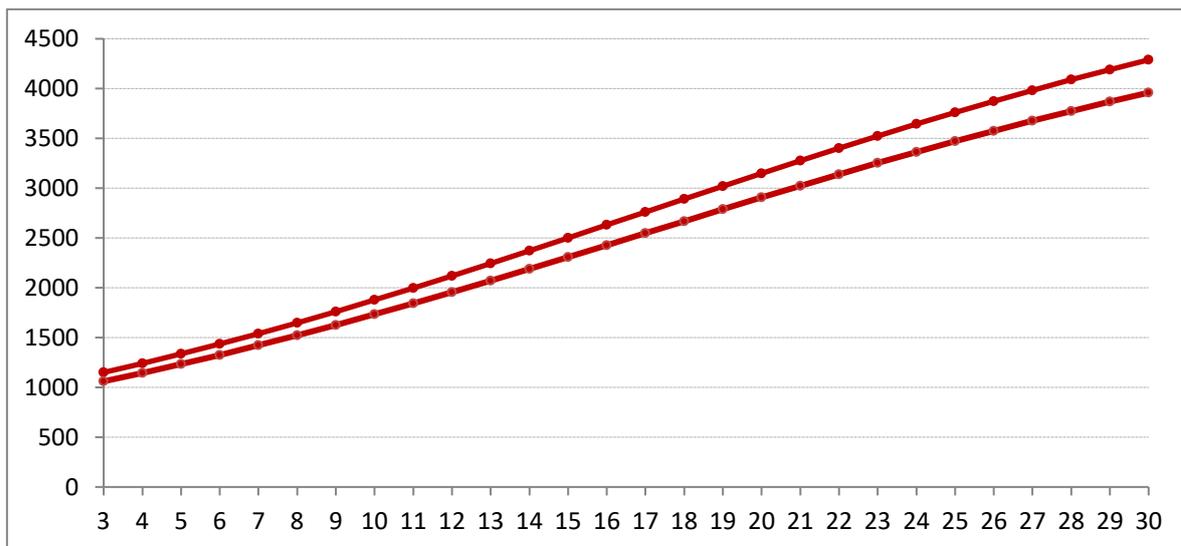
Para analisar a tendência dos casos acumulados de COVID-19 aplicamos a modelagem SIR que é um modelo simples porem ajuda a descrever esse estágio inicial da doença de onde podemos extrair um importante parâmetro chamado de número básico de reprodução. O gráfico a seguir contem as estimativas até 30 de maio para os casos de COVID-19 no Amapá. Até 30 de maio poderemos ter entre 6300 a 7000 casos:

Gráfico 03 – Previsão para casos de COVID-19 no Amapá até 30 de maio



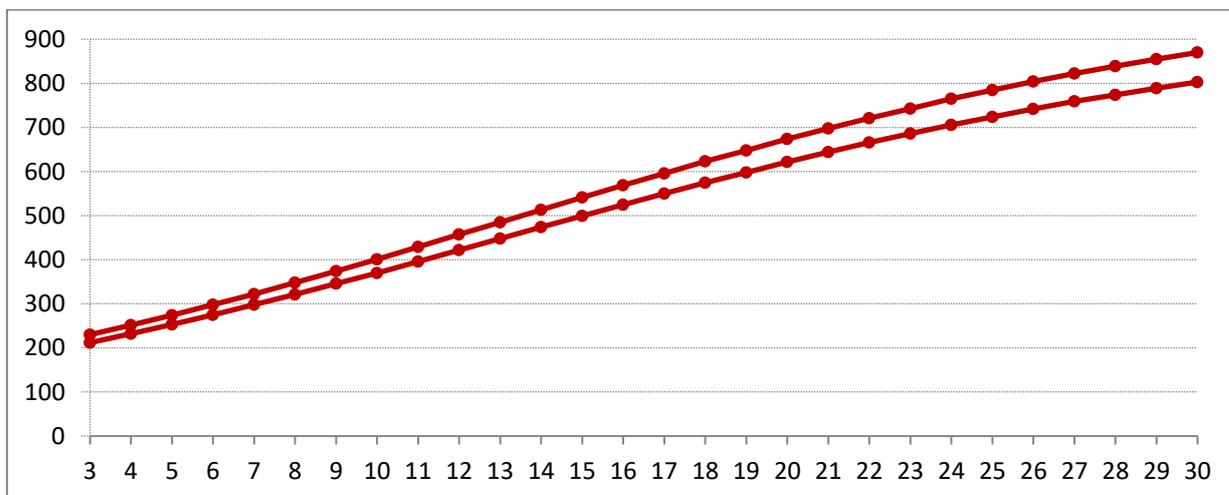
Em relação à capital Macapá, O gráfico a seguir contem as estimativas até 30 de maio para os casos de COVID-19 nesta cidade. Até 30 de maio poderemos ter entre 3000 a 4300 casos no município:

Gráfico 04 – Previsão para casos de COVID-19 em Macapá até 30 de maio



Em relação ao município de Santana, o gráfico a seguir contém as estimativas até 30 de maio para os casos de COVID-19 na cidade. Até 30 de maio poderemos ter entre 800 a 870 casos no município:

Gráfico 05 – Previsão para casos de COVID-19 em Santana até 30 de maio

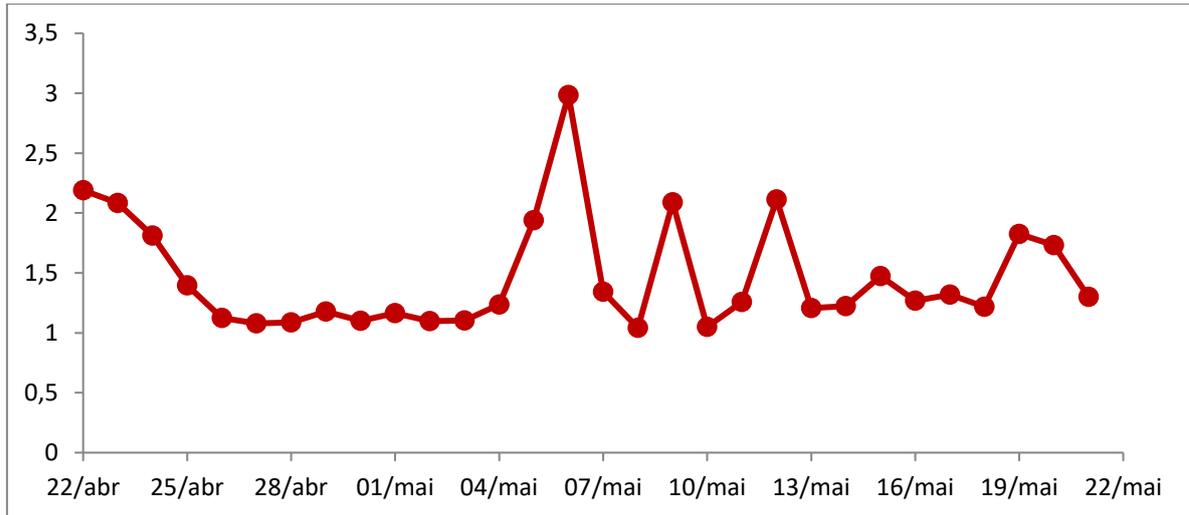


Com relação a velocidade de propagação da epidemia no Estado do Amapá, a modelagem SIR estimou esse valor por meio do  $R_0$ . O número básico de reprodução  $R_0$  representa as interações secundárias que indivíduos infecciosos possuem com indivíduos suscetíveis, ele mede o quão contagioso é a epidemia, indica o número médio de outras pessoas que uma pessoa infectada irá contagiar (LIU, 2020; ALIMOHAMADI, 2020). Para avaliação de uma epidemia temos as seguintes condições:

- Se  $R_0 > 1$  a epidemia se expande;
- Se  $R_0 < 1$  a epidemia está controlada e irá se extinguir.

Para o Amapá, temos a seguinte evolução temporal de  $R_0$ .

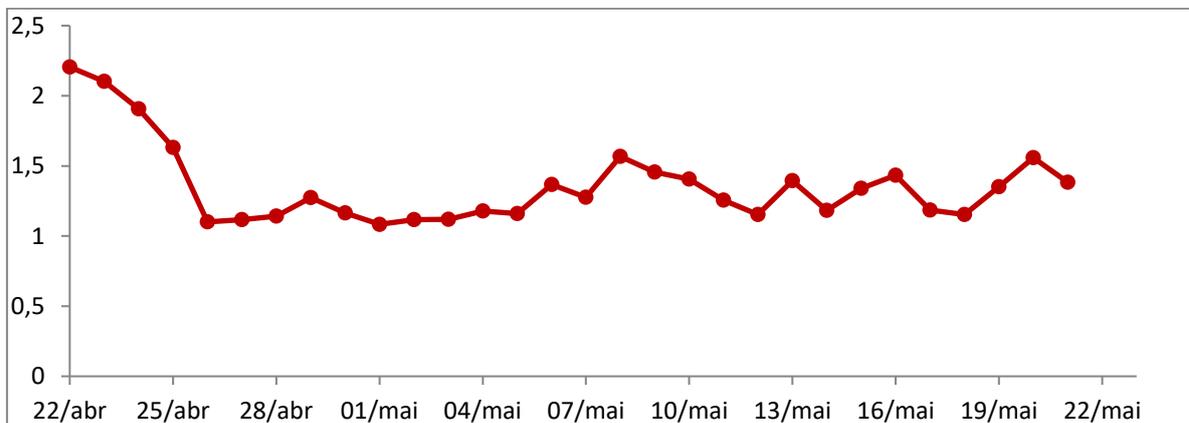
Gráfico 06 – Evolução Temporal de  $R_0$  no Amapá de 22/04 a 21/05



Em 21 de maio o valor de  $R_0$  para o Amapá estava em  $R_0 = 1,30$  como seu valor é maior do que 1, indica que nesta data, indivíduos infectados transmitiam o vírus para mais 1,3 pessoas por dia.

Para a capital Macapá temos a seguinte evolução temporal de  $R_0$ :

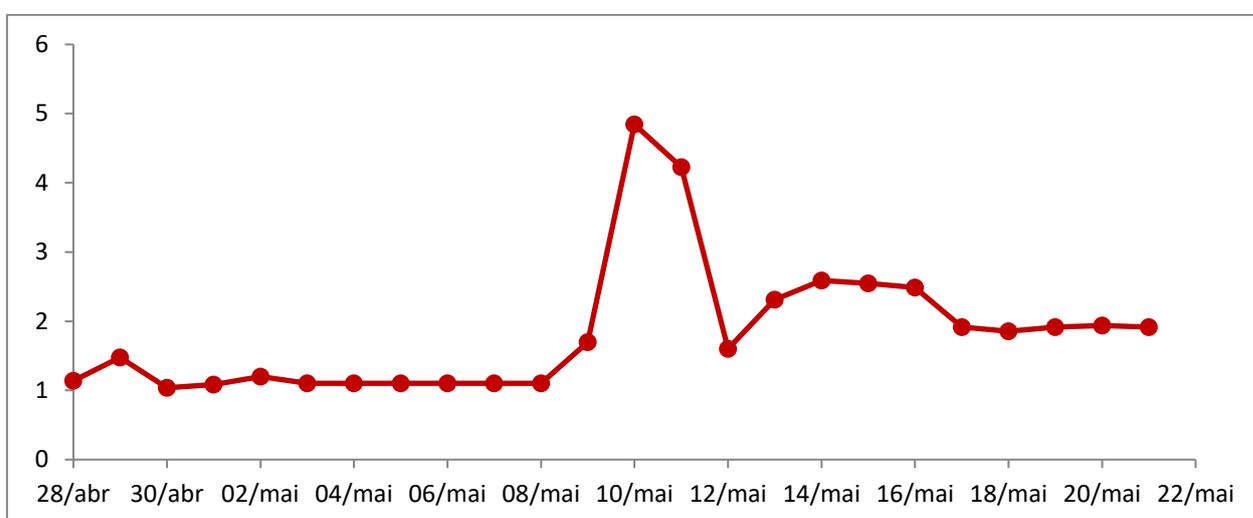
Gráfico 07 – Evolução Temporal de  $R_0$  em Macapá de 22/04 a 21/05



Em 21 de maio o valor de  $R_0$  para Macapá estava em  $R_0 = 1,38$  como seu valor é maior do que 1, indica que nesta data, indivíduos infectados transmitiam o vírus para mais 1,38 pessoas por dia.

Para a cidade de Santana temos a seguinte evolução temporal de  $R_0$ :

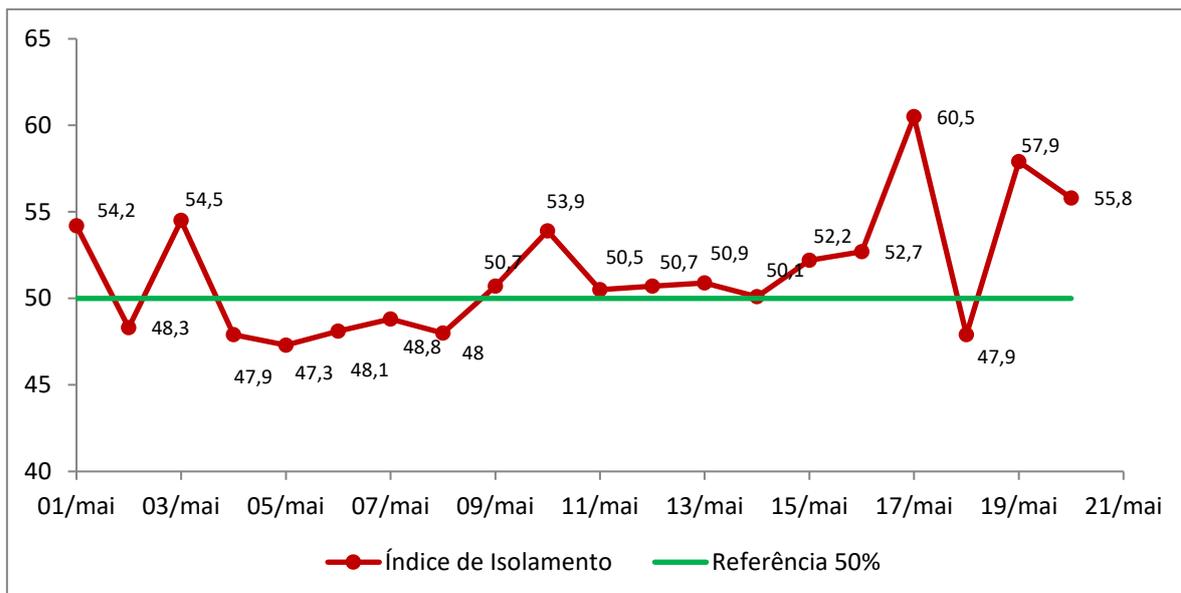
Gráfico 08 - Evolução Temporal de  $R_0$  em Santana de 28/04 a 21/05



Em 21 de maio o valor de  $R_0$  para Santana estava em  $R_0 = 1,91$  (maior que Macapá), como seu valor é maior do que 1, indica que nesta data, indivíduos infectados transmitiam o vírus para mais 1,91 pessoas por dia.

Com relação ao isolamento social, até 21 de maio o estado do Amapá se encontrava na seguinte situação:

Gráfico 09 – Índice de isolamento social no Amapá de 01 a 21 de maio



## REFERÊNCIAS

ALIMOHAMADI, Yousef; TAGHDIR, Maryam; SEPANDI, Mojtaba. The estimate of the basic reproduction number for novel coronavirus disease (covid-19): A systematic review and meta-analysis. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 2020. Disponível em: <<https://www.jpmpm.org/upload/pdf/jpmpm-20-076.pdf>> Acesso em: 01/05/2020

LIU, Ying; GAYLE, ALBERT A.; WILDER-SMITH, Annelies; ROCKLÖV Joacim. The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus. *Journal of travel medicine*, 2020. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jtm/article/27/2/taaa021/5735319>> Acesso em: 10/05/2020

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Sobre a Doença Covid-19*. Brasília. 2020. [internet]. Disponível em <<https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>> Acesso em: 14/05/2020