

# DASHBOARD COVID19

ALAGOAS

RELATÓRIO COVID NÚMERO 1

01 de Abril de 2020

**A transparência é crucial e começa dentro do governo. Quando o primeiro surto começou, o público reagiu à transparência, informações abrangentes e oportunas, e dados fornecidos. A retenção das informações criou um ciclo vicioso de desconfiança nas autoridades.**

- Organização Mundial da Saúde

**Execução:**

Prof. Dr. Adriano Barbosa - FACET/UFGD

Prof. Dr. Bruno Pimentel - IC/UFAL

Prof. Dr. Fernanda Matias - IF/UFAL

Prof. Dr. Francisco Moura - IF/UFAL

Prof. Dr. Krerley Oliveira - IM/UFAL

Prof.Dr. Marcelo Lyra – IF/UFAL

Prof. Dr. Rodrigo

Prof. Dr. Rafael Nóbrega - IM/UFAL

Prof. Dr. Sérgio Lira IF/UFAL

Prof. Dr. Thales Vieira - IC/UFAL

Profa. Dra. Xu Yang (IC/UFAL)

Prof. Dr. Yuri Saporitto - FGV/RIO

Jéssika Rocha - LED/UFAL

**Colaboração:** Prof. Dr. José Garcia Vivas (DF/UFBA)

# Sumário

<b>Introdução</b>	2
<b>Resumo Executivo</b>	3
<b>Resultados</b>	3
Modelo 1 - SEIR COM ISOLAMENTO	3
Modelo 2 - SIMULAÇÃO SIR ACOPLADA COM MOBILIDADE INTERMUNICIPAL	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Modelo intermunicipal	7
<b>Descrição dos Cenários e Parâmetros</b>	8
CENÁRIO 1 - SEM SUPRESSÃO DE FLUXO	8
CENÁRIO 2 - COM SUPRESSÃO DE FLUXO	9
Comparação de Maceió nos dois cenários:	10

# Introdução

Os modelos que usamos são modelos epidemiológicos clássicos (SIR, SEIR, SEIR com isolamento social) levando em conta contato social e taxas de infecção e recuperação da doença, adaptados à realidade de Alagoas (dados demográficos relevantes, mobilidade urbana intermunicipal, estrutura de bairros de maceió, distribuição por faixa etária).

Neste momento (01/04/20), implementamos os modelos levando em conta a mobilidade das pessoas entre municípios. Os modelos permitem simular períodos com quarentena (com níveis variados de afastamento) intercalados com períodos sem isolamento social.

Todos os parâmetros do modelo foram obtidos usando os dados disponibilizados pela OMS<sup>1</sup> em 19/03/20. Na medida que tenhamos dados atualizados da epidemia em Alagoas (mobilidade urbana, taxa de infectados, testados e suspeitos), melhoramos o modelo.

Estamos melhorando o modelo para contemplar a estrutura de bairros de Maceió. Os resultados de nossas simulações são compatíveis com os trabalhos de outros grupos do país que temos contato e, infelizmente, apontam para um desafio gigantesco nos próximos meses. Esclarecemos que infectados não significam doentes, mas pessoas que transmitem a doença. A partir dos infectados, pode-se estimar hospitalizados em leitos normais e UTI, incluindo mortos. Em uma primeira aproximação, estima-se com base nos dados coletados até o momento que 4% da população infectada precisará de leitos hospitalares e que um pouco mais de 1% precisará de UCI (UTI com respiradores). Destes, 50% estima-se que irão morrer<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> "COVID-19 Outbreak Data Analysis and Prediction - World ...." 19 Mar. 2020, [https://www.who.int/bulletin/online\\_first/20-255695.pdf](https://www.who.int/bulletin/online_first/20-255695.pdf). Accessed 1 Apr. 2020.

<sup>2</sup> "Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) - Imperial ...." 16 Mar. 2020, <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf>. Accessed 1 Apr. 2020.

# Resumo Executivo

Implementamos dois modelos e simulamos cenários em cada um deles:

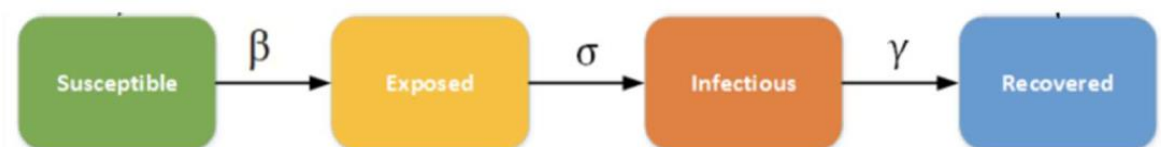
**Modelo 1** – Focado na dinâmica do surto somente em Maceió e nos permite simular cenários de isolamento social intercalado por trabalho normal.

**Modelo 2** – Leva em conta o fluxo de pessoas entre os municípios do Brasil através de transporte terrestre e aéreo, e simula o surto em todos os municípios do país de maneira integrada.

## Resultados

### Modelo 1 - SEIR COM ISOLAMENTO

O modelo SEIR subdivide a população em Suscetíveis, Expostos, Infectados e Removidos (curados e óbitos) e bastante utilizado da literatura. Neste modelo dinâmico alternamos períodos de quarentena e relaxamento como possível estratégia de contenção do surto.



## NÚMERO DE HABITANTES DE MACEIÓ: 1.021.698

### PARÂMETROS ESTIMADOS

**Percentual da população livre durante a quarentena:** 20%

**Percentual da população livre durante relaxamento da quarentena:**  
90%

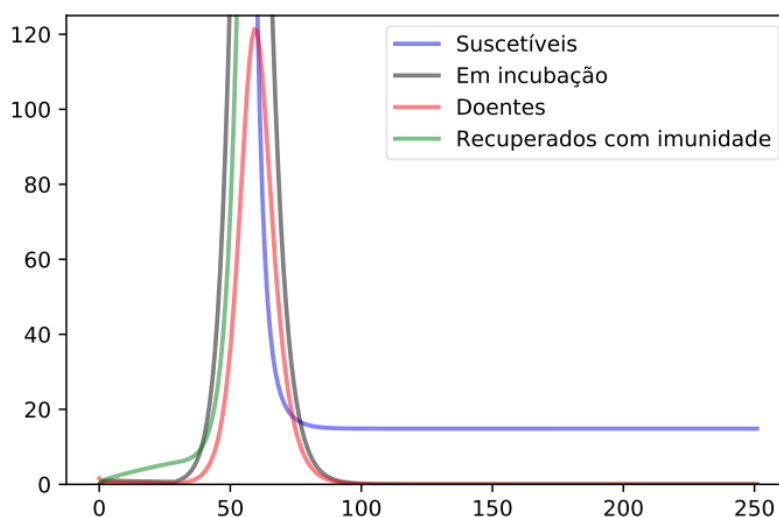
Parâmetros do modelo:  $\alpha = 0.2$   $\beta = 2.2$   $\gamma = 0.5$

**População de Maceió:** 1.021.709

**Obs.:** Eixo vertical em milhares de pessoas, eixo horizontal em dias.

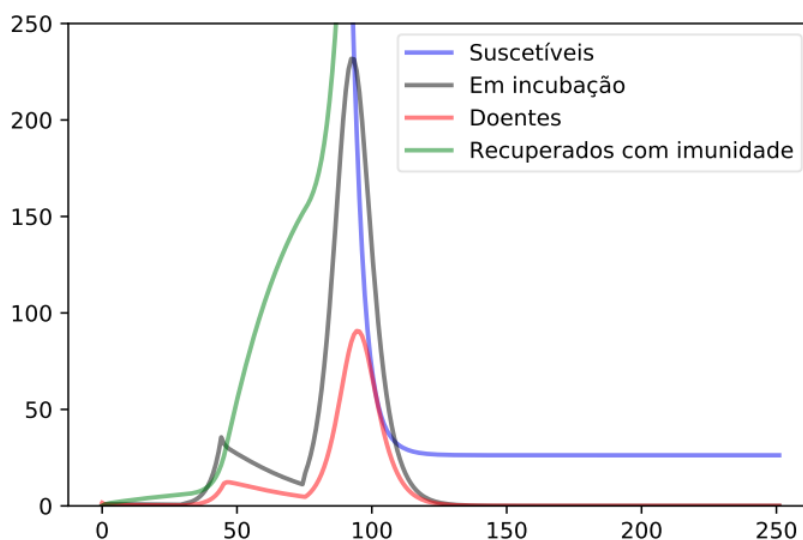
**Cenário 1:** Fim da quarentena no dia 30, considerando atualmente 1.600 infectados. Pico de infectados no dia 59 com 121476 casos neste dia, sem contar casos anteriores.

Em milhares de casos. O eixo x é em dias.

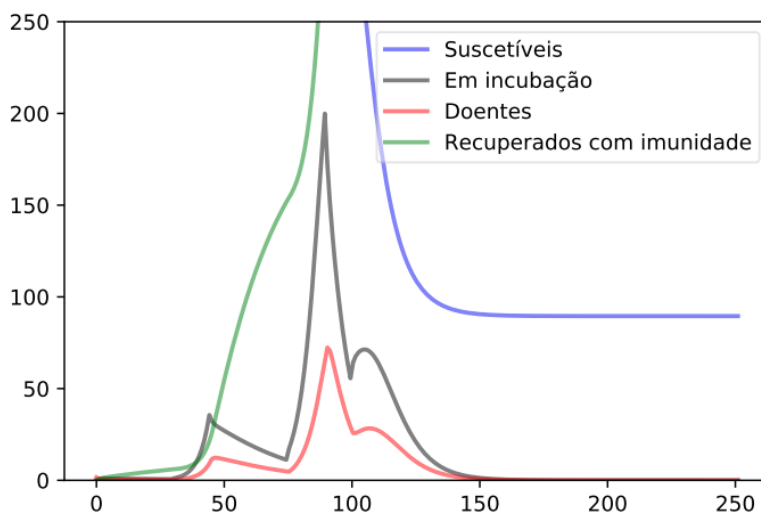


**Cenário 2:** Fim da quarentena no dia 30, com nova quarentena de 30 dias (dia 45 a 75). Pico de infectados no dia 94 com 90678 casos neste dia, sem contar casos anteriores..

Em milhares de casos. O eixo x é em dias.



**Cenário 3:** Três períodos de quarentena: 0 à 30, 45 à 75, 90 a 100. Pico de infectados no dia 90 com 72388 casos nesse dia, sem contar casos anteriores. Em milhares de casos. O eixo x é em dias.



## Modelo 2 - SIMULAÇÃO SIR ACOPLADA COM MOBILIDADE INTERMUNICIPAL

**NÚMERO DE HABITANTES DE MACEIÓ: 1.021.698**

**Resultados da simulação:**

	<b>Com isolamento social</b>	<b>Sem isolamentos social</b>
<b>Número total de infectados</b>	875.760	980.790
<b>Dia do Pico de Infectados</b>	134	80
<b>Número de infectados simultâneos na data de pico</b>	202.000	339.000

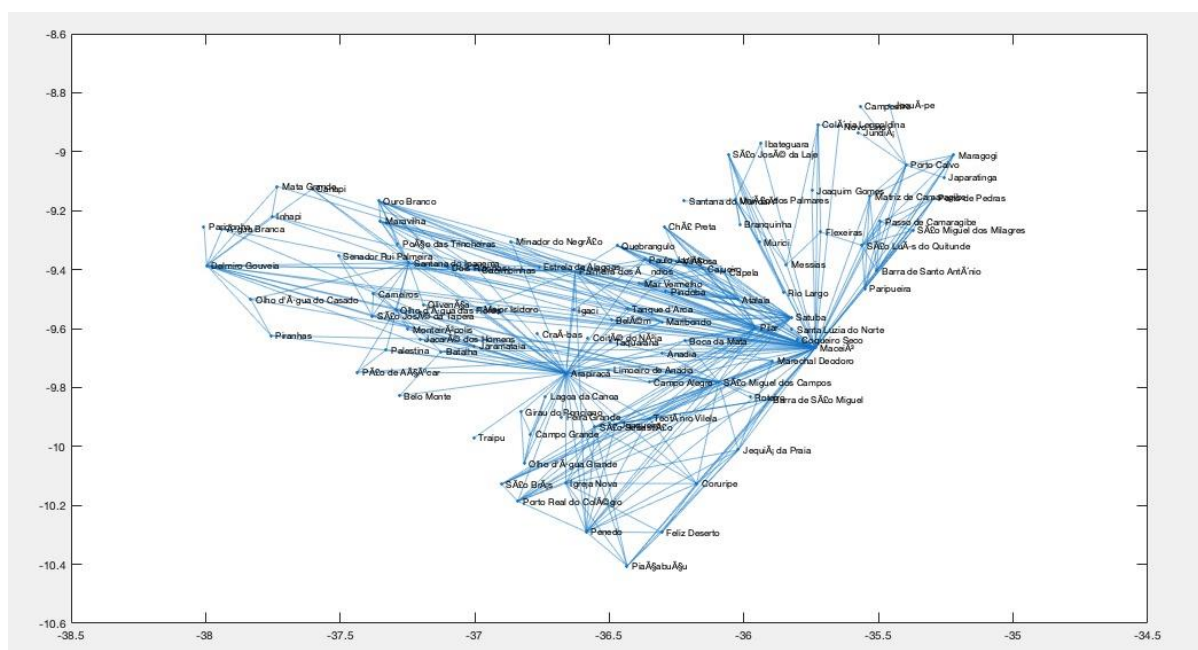
Em colaboração com a equipe do prof. José Garcia Vivas, elaboramos uma simulação computacional para o surto de COVID-19 no estado de Alagoas que leva em conta a dinâmica de cada município do estado e a mobilidade de pessoas entre eles. O intuito é ser capaz de prever em cada município os números de infectados, demanda de leitos de UTI e óbitos nas próximas semanas. Além disto, a simulação tem o objetivo de munir os gestores públicos do estado com previsões matemáticas capazes de orientar os efeitos de medidas públicas não-farmacêuticas de contenção da epidemia, tais com quarentena em municípios específicos ou limitação de circulação em cidade e rodovias.

## Modelo intermunicipal

Inicialmente uma estrutura de dados em formato de grafo foi elaborada a partir dos dados coletado no censo de transporte do IBGE em 2016 (IBGE, 2017) para transportes, aéreos e rodoviários do Brasil (Fig. 1).

Figura 1 – Direita: rede de transporte rodoviário da Bahia. Esquerda: rede de transporte aéreo da Bahia. (dados IBGE, 2017)

A partir da junção dos grafos apresentados na Figura 1, o fluxo de pessoas alterará a dinâmica dos diferentes municípios.



Modelo SIR intermunicipal



# Descrição dos Cenários e Parâmetros

## Parâmetros utilizados:

$\gamma = 1/14$  (14 dias em média para a recuperação de um infectado)

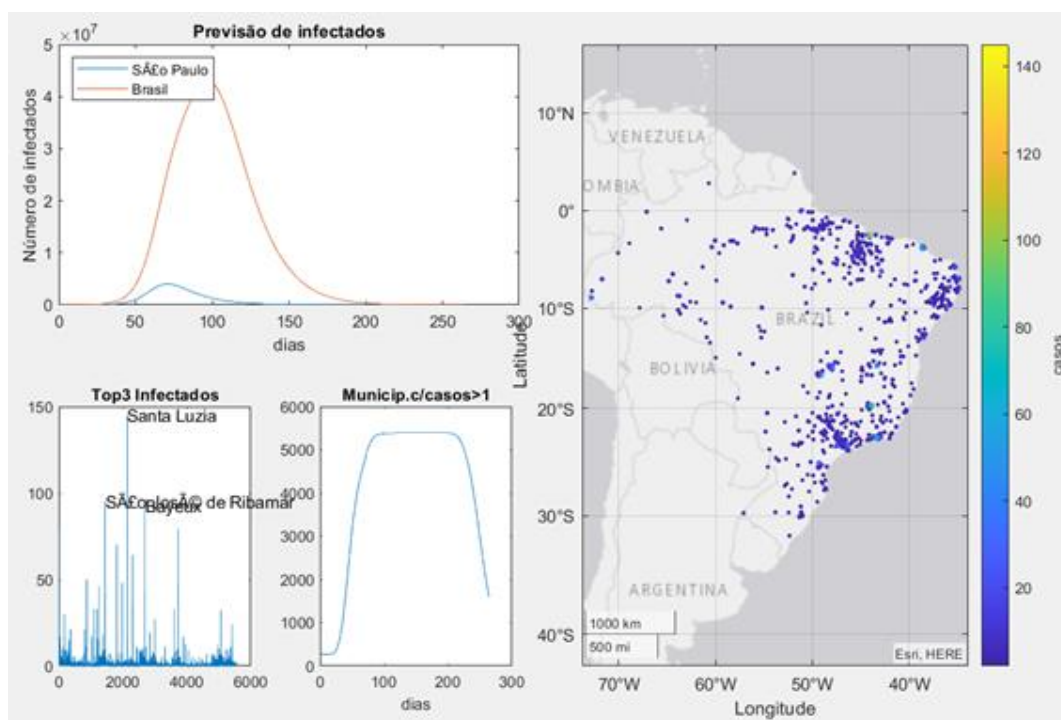
$R_0 = 3.21$  (média do número de contágios por infectado)

$\alpha = 1.0$  (mobilidade sem intervenção)

Desenvolvemos dois cenários para o presente modelo:

## CENÁRIO 1 - SEM SUPRESSÃO DE FLUXO

Neste cenário, a população mantém a circulação normal dentro das cidades e há uma pequena redução (de 30%) do fluxo de pessoas entre as cidades. Espera-se que vários municípios simultaneamente apresentem um aumento acelerado do número de pessoas infectadas. Além disso, o elevado número de pessoas infectadas pode provocar um colapso no sistema público de saúde e conseqüentemente uma alta taxa de mortalidade.



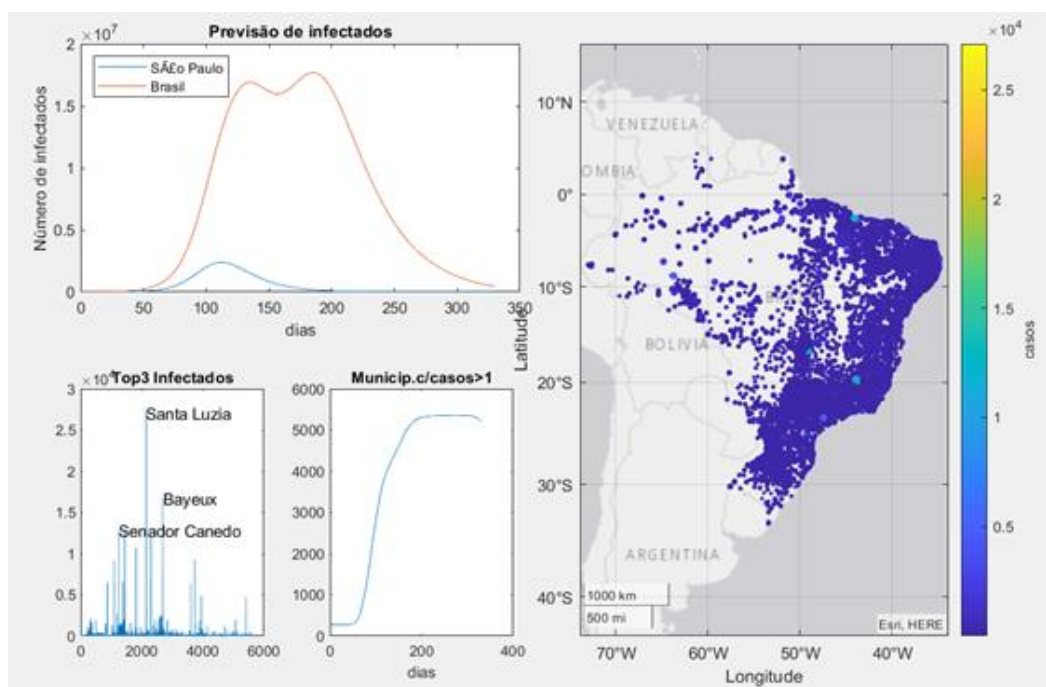
Exemplo de visualização sem supressão (Cenário 1) - Gráficos: Prof. José Garcia Vivas

Vídeo disponível em:

## CENÁRIO 2 - COM SUPRESSÃO DE FLUXO

Neste segundo cenário, a população entra em quarentena com redução de 30% da circulação dentro das cidades e uma redução de 90% na circulação entre as cidades. Espera-se que haja uma redução no número de infectados e redução da quantidade de municípios afetados pela pandemia. Há uma grande redução no pico de casos, de forma que menos pessoas ficarão sem o atendimento médico em casos de necessidade.

Desta forma podemos perceber que a quarentena é de vital importância para mitigar o efeito do coronavírus sobre a população.

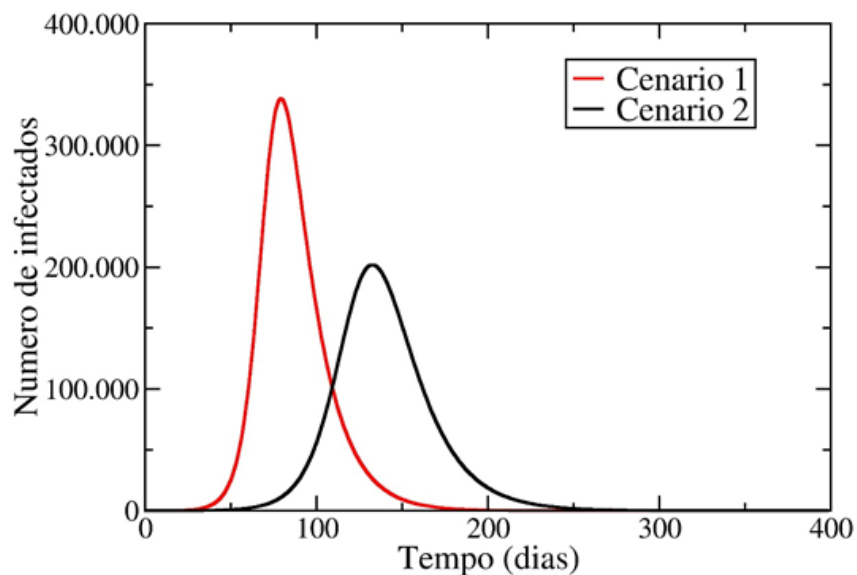


Exemplo de evolução com supressão (Cenário 2) - Gráficos: Prof. José Garcia Vivas

Vídeo disponível em:

## Comparação dos cenários para a cidade de Maceió:

Podemos ver como a população de infectados evolui nestes dois cenários da simulação intermunicipal na figura abaixo. Os valores de número total de infectados, número máximo de infectados e tempo para atingir o pico do surto estão explicitados na tabela a seguir. Notamos um claro achatamento da curva epidemiológica devido às medidas de supressão adotadas.



**NÚMERO DE HABITANTES DE MACEIÓ: 1.021.698**

**Resultados da simulação:**

	<b>Com isolamento social</b>	<b>Sem isolamentos social</b>
<b>Número total de infectados</b>	875.760	980.790
<b>Dia do Pico de Infectados</b>	134	80
<b>Número de infectados simultâneos na data de pico</b>	202.000	339.000