



Universidade Federal do Ceará

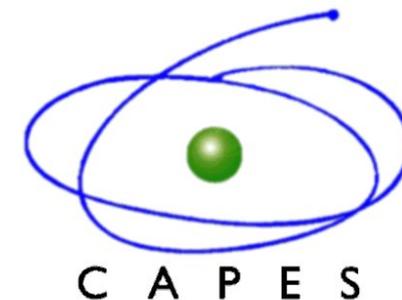
Modelagem epidemiológica do COVID19 para o Estado do Ceará empregando o modelo SEIIR

Equipe Cientista-Chefe de Dados (UFC & CAPP-IPECE):

José Soares de Andrade (UFC-Física)

Humberto Carmona (UFC-Física)

Saulo Reis (UFC-Física)



Modelos Fenomenológicos do tipo SIR

- O objetivo é estimar os níveis de infecção do vírus COVID19 no Estado do Ceará a partir da evolução do número de casos **confirmados e/ou óbitos**.
- Com as estimativas dos parâmetros desse modelo, é possível inferir sobre a eficiência das **medidas de controle adotadas pelo Governo do Estado** e realizar projeções para cenários futuros.
- Modelos desse tipo consideram os aspectos relacionados às características específicas dos mecanismos de contágio e propagação do vírus. Usualmente, são compartimentalizados em termos de **categorias de populações**.
- Os mecanismos de contágio e cura são caracterizados de acordo com taxas de infecção, tempo característico de recuperação do paciente e índices de letalidade. Podem também incluir **dados demográficos e georreferenciados de características relevantes da população (idade, comorbidades e mobilidade urbana)** com relação aos mecanismos específicos de contágio e cura.

COVID19

Indivíduos Assintomáticos ou Oligosintomáticos

- Taxa de contágio reduzida com relação aos sintomáticos (cerca de 50%).
- Representam mais de 80% dos casos de infecção.

Contaminação “Invisível e Silenciosa”

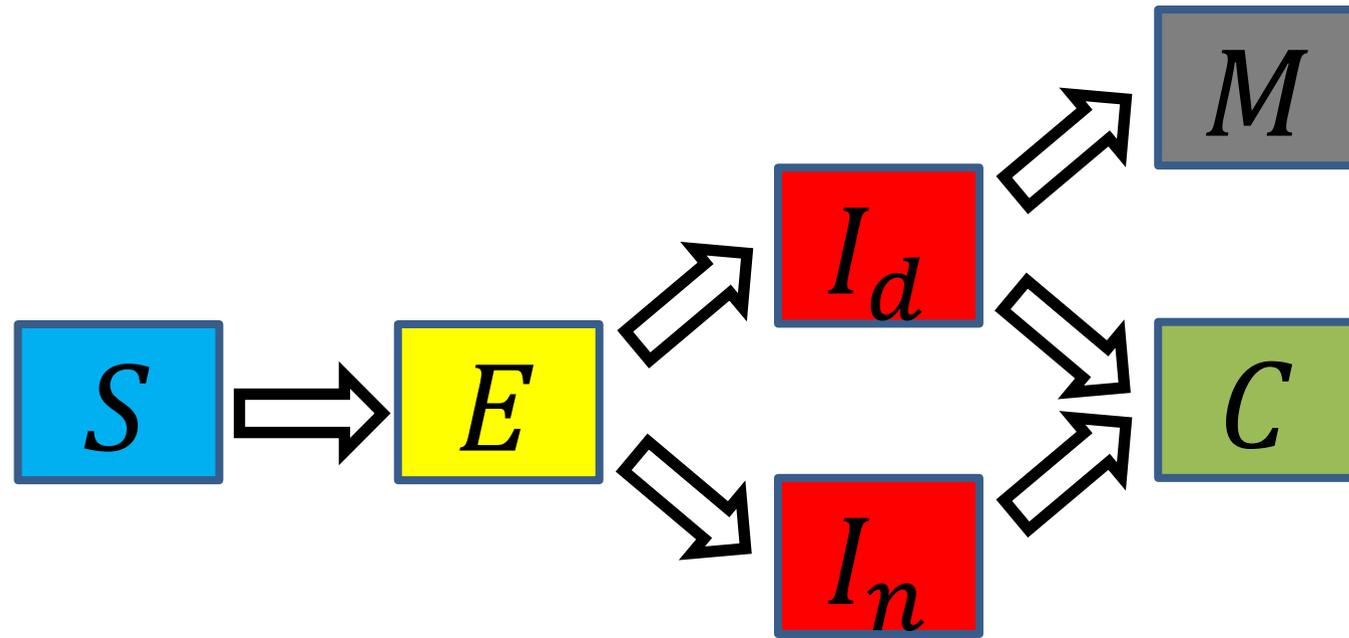
+

=

- Alta eficiência de contágio do patógeno.
- Alto tempo de incubação.
- Alta mobilidade nos tempos modernos.

Epidemia sem precedentes!!!

Modelo SEIIR



Tipos de Populações

S - suscetíveis

E - expostos

I_d - infectado documentados

I_n - infectado não-documentados

C - curados

M - mortos

Equações Diferenciais Representativas

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{I_d}{N} S - \mu\beta \frac{I_n}{N} S$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta \frac{I_d}{N} S + \mu\beta \frac{I_n}{N} S - \frac{E}{Z}$$

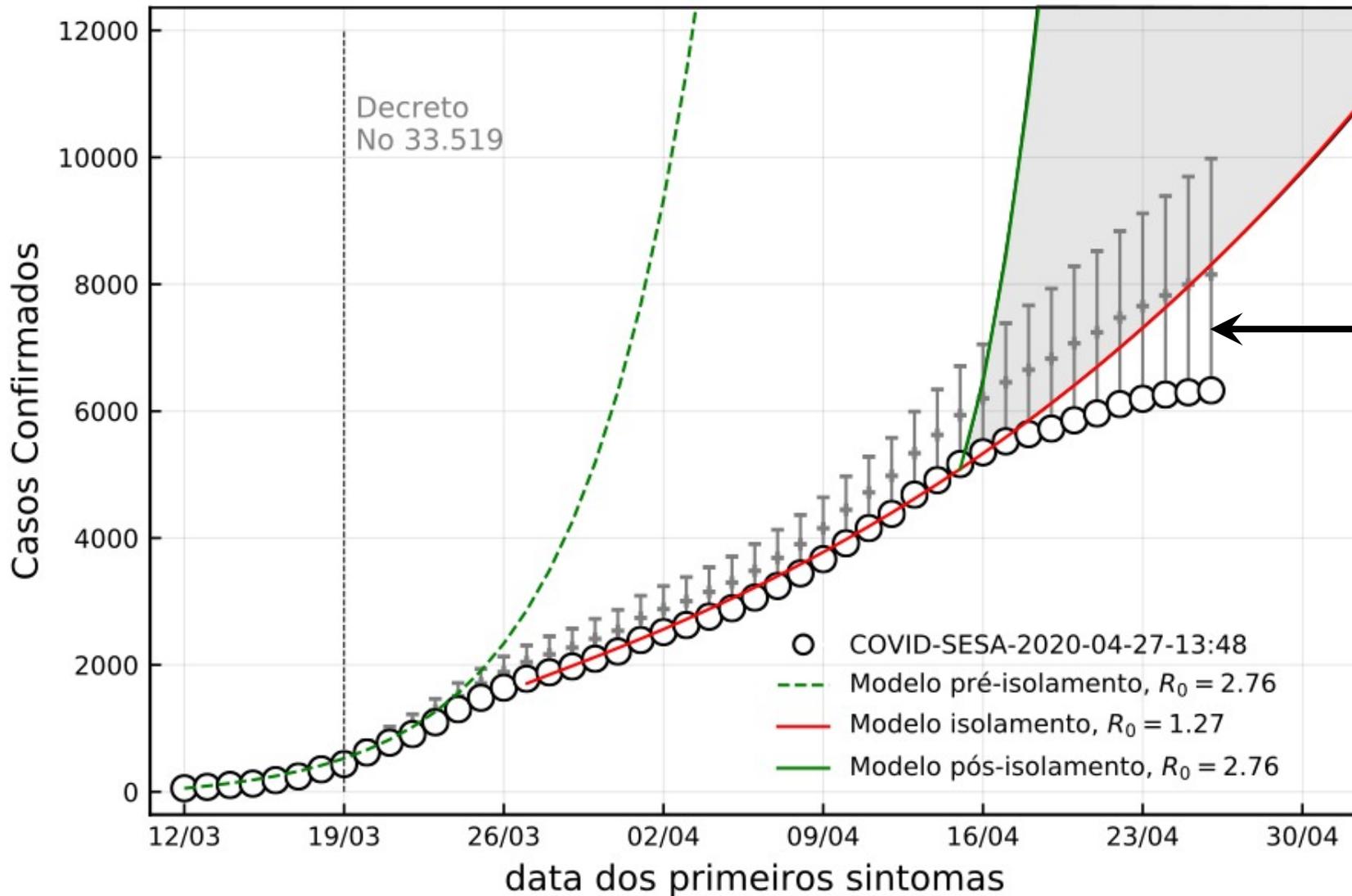
$$\frac{dI_d}{dt} = \alpha \frac{E}{Z} - \frac{I_d}{D} - \gamma I_d$$

$$\frac{dI_n}{dt} = (1 - \alpha) \frac{E}{Z} - \frac{I_n}{D}$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{I_d}{D} + \frac{I_n}{D}$$

$$\frac{dM}{dt} = \gamma I_d$$

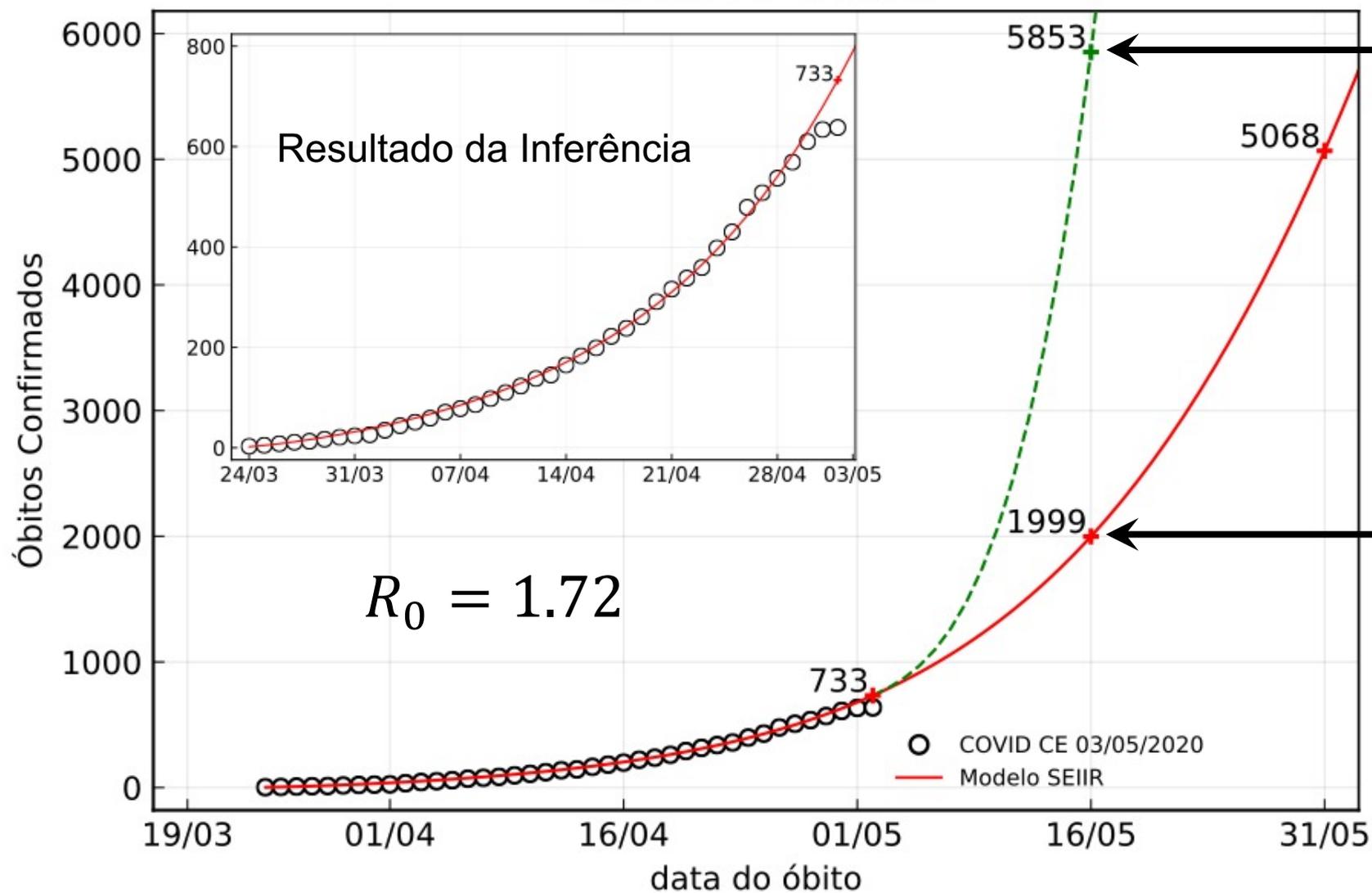
COVID19 - Ceará



comprimento da barra corresponde ao número de exames pendentes na data de referência

- ✓ O comportamento tipicamente exponencial da curva acumulada de casos confirmados no regime de pré-isolamento até o dia 26 de março de 2020 foi substituído por outro comportamento também tipicamente exponencial, porém menos acentuado, no período de isolamento. A comparação com a projeção do modelo empregando parâmetros obtidos no regime de pré-isolamento (linha verde tracejada) demonstra a eficácia das medidas restritivas contidas no Decreto 33.519.

COVID19 Ceará

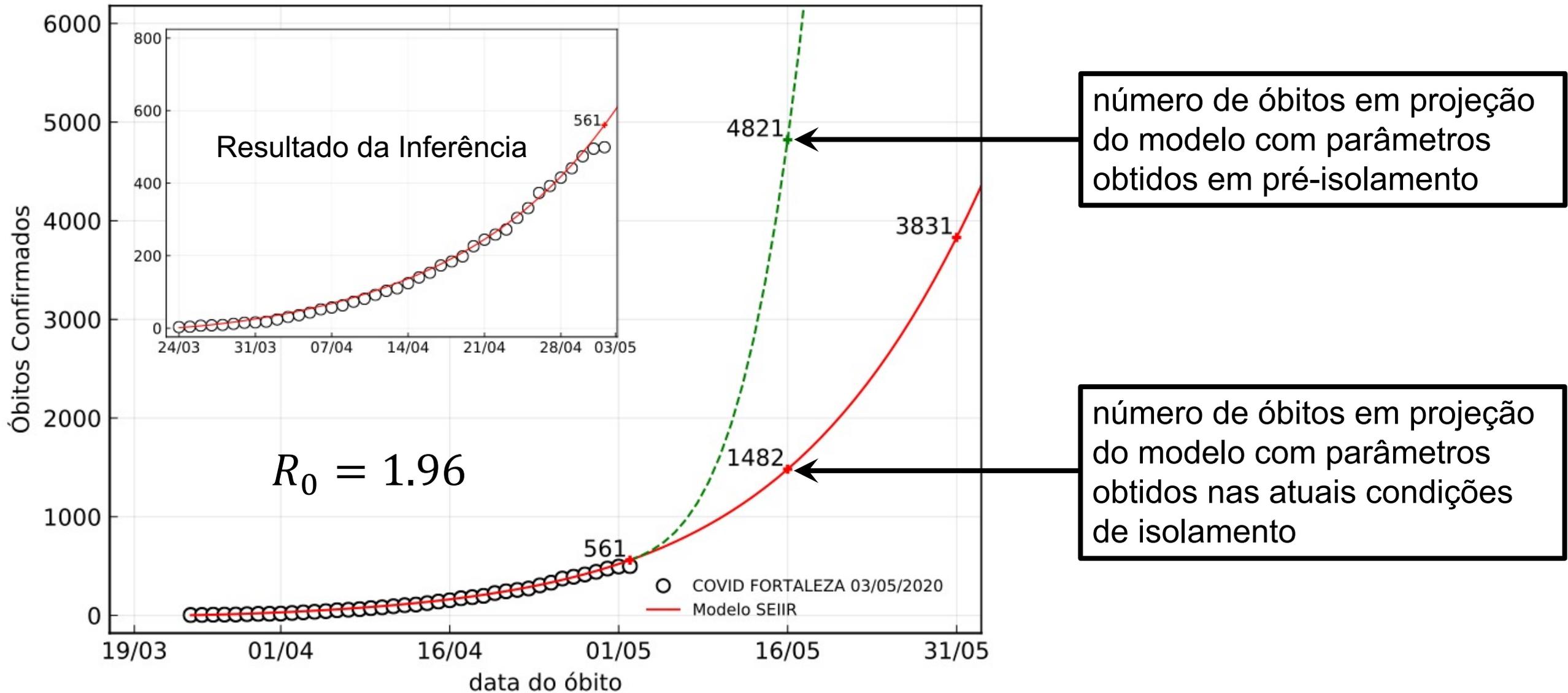


número de óbitos em projeção do modelo com parâmetros obtidos em pré-isolamento

número de óbitos em projeção do modelo com parâmetros obtidos nas atuais condições de isolamento

- ✓ A projeção do modelo com parâmetros obtidos nas condições atuais de isolamento e distanciamento social indica um número da ordem de 5000 óbitos para o final de maio de 2020.
- ✓ O comportamento tipicamente exponencial da curva acumulada de óbitos e o alto valor da taxa de reprodução de 1.72 obtido através do modelo, sugerem que a epidemia ainda encontra-se em franca expansão no Estado do Ceará e que medidas restritivas mais severas, tal como o *lockdown*, tornam-se necessárias.

COVID19 Fortaleza

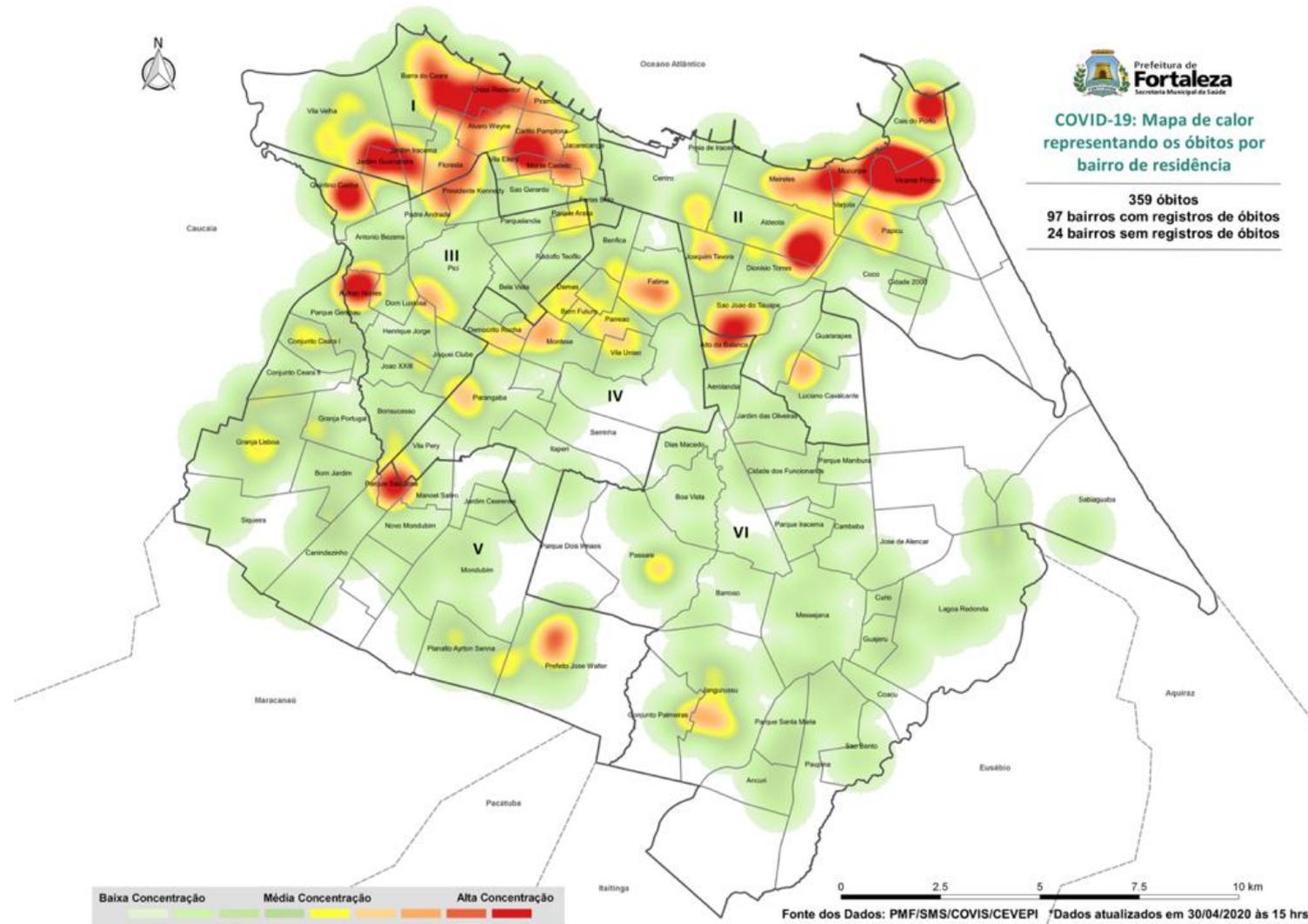


- ✓ A projeção do modelo com parâmetros obtidos nas condições atuais de isolamento e distanciamento social indica um número de óbitos igual a 3831 em Fortaleza para o final de maio de 2020.
- ✓ O comportamento tipicamente exponencial da curva acumulada de óbitos e o alto valor da taxa de reprodução de 1.96 obtido através do modelo, sugerem que a epidemia ainda encontra-se em franca expansão em Fortaleza e que medidas restritivas mais severas, tal como o *lockdown*, tornam-se necessárias.

Próximos passos...



- ✓ Incluir compartimentos geográficos no modelo (bairros e municípios).



Distribuição espacial heterogênea!



Os bairros de Fortaleza encontram-se em fases bem diferentes da epidemia.