

# Projeções de curto prazo para número de hospitalizados por SRAG no município de São Paulo

Baseado nas notificações de SRAG Hospitalizados na base SIVEP Gripe

Observatório COVID-19 BR

29-05-2020\_19h14min07s

## Sumário executivo

- Este relatório usa notificações de casos de SRAG Hospitalizados na base **SIVEP-Gripe** do dia 29 de maio de 2020.
- Nesta base de dados, observamos 16281 casos hospitalizados de **SRAG**. Destes, 4595 estão hospitalizados em UTI. Corrigindo para o atraso de notificação, estimamos que o número de hospitalizados está entre 18297 e 21268, e número de casos em UTI está entre 5187 e 6055.
- No cenário pessimista, utilizando um crescimento **Exponencial**, a projeção para dia 04 de junho do total de casos hospitalizados é de entre 19678 e 32926, e de casos em UTI é de entre 5033 e 8140.
- No cenário otimista, utilizando um crescimento **Logístico**, a projeção para dia 04 de junho do total de casos hospitalizados é de entre 13149 e 20376, e de casos em UTI é de entre 3636 e 5614.

## Projeções de número total de casos de SRAG hospitalizados

Tabela 1: Projeção do número de casos hospitalizados de SRAG para os próximos 7 dias no cenário pessimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-05-29 | 23389    | 17142           | 29153           |
| 2020-05-30 | 23830    | 17677           | 29786           |
| 2020-05-31 | 24328    | 18147           | 30375           |
| 2020-06-01 | 24694    | 18373           | 30964           |
| 2020-06-02 | 25242    | 18772           | 31564           |
| 2020-06-03 | 25883    | 19294           | 32399           |
| 2020-06-04 | 26285    | 19678           | 32926           |

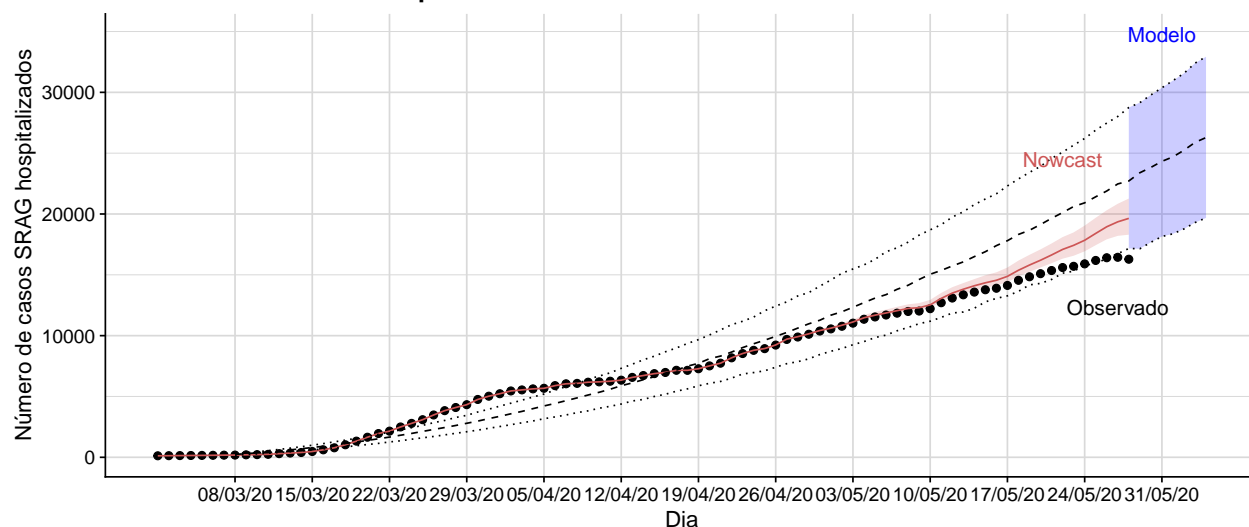
Tabela 2: Projeção do número de casos hospitalizados de SRAG pra os próximos 7 dias no cenário otimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-05-29 | 15942    | 12794           | 19644           |
| 2020-05-30 | 16036    | 12848           | 19776           |
| 2020-05-31 | 16158    | 12803           | 19820           |
| 2020-06-01 | 16291    | 13041           | 20139           |
| 2020-06-02 | 16340    | 13086           | 20180           |
| 2020-06-03 | 16427    | 13111           | 20262           |
| 2020-06-04 | 16568    | 13149           | 20376           |

## Gráfico das projeções

- Pontos pretos : número de casos hospitalizados observados a cada dia.
- Região e linha vermelha : correção para ao atraso de notificação dos casos hospitalizados. Média e intervalo de confiança de 95%.
- Região azul e linhas pontilhadas : Previsão usando modelos de curto prazo em diferentes cenários. Média e intervalo de confiança de 95%.

### A SRAG – Leitos totais – Exponencial



### B SRAG – Leitos totais – Logístico

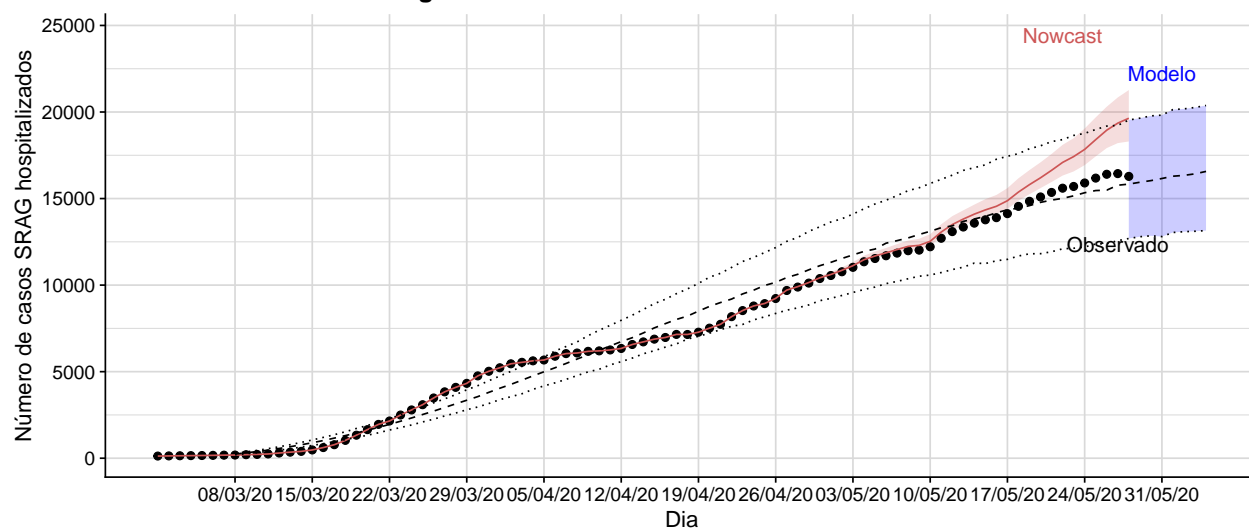


Figura 1: Estimativas de crescimento (A) exponencial e (B) logístico para os próximos 7 dias para número de internações por SRAG.

## Projeções de número de casos de SRAG hospitalizados em leitos de UTI

Tabela 3: Projeção do número de casos hospitalizados de SRAG em leitos de UTI para os próximos 7 dias no cenário pessimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-05-29 | 5952     | 4541            | 7311            |
| 2020-05-30 | 6045     | 4615            | 7454            |
| 2020-05-31 | 6139     | 4653            | 7624            |
| 2020-06-01 | 6263     | 4789            | 7732            |
| 2020-06-02 | 6330     | 4828            | 7832            |
| 2020-06-03 | 6443     | 4937            | 8007            |
| 2020-06-04 | 6543     | 5033            | 8140            |

Tabela 4: Projeção do número de casos hospitalizados de SRAG em leitos de UTI pra os próximos 7 dias no cenário otimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-05-29 | 4362     | 3511            | 5395            |
| 2020-05-30 | 4391     | 3564            | 5420            |
| 2020-05-31 | 4423     | 3568            | 5452            |
| 2020-06-01 | 4444     | 3589            | 5514            |
| 2020-06-02 | 4486     | 3595            | 5558            |
| 2020-06-03 | 4508     | 3621            | 5603            |
| 2020-06-04 | 4553     | 3636            | 5614            |

## Gráfico das projeções para número de casos de SRAG hospitalizados em leitos de UTI

- Pontos pretos : número de casos hospitalizados observados a cada dia.
- Região e linha vermelha : correção para ao atraso de notificação dos casos hospitalizados. Média e intervalo de confiança de 95%.
- Região azul e linhas pontilhadas : Previsão usando modelos de curto prazo em diferentes cenários. Média e intervalo de confiança de 95%.

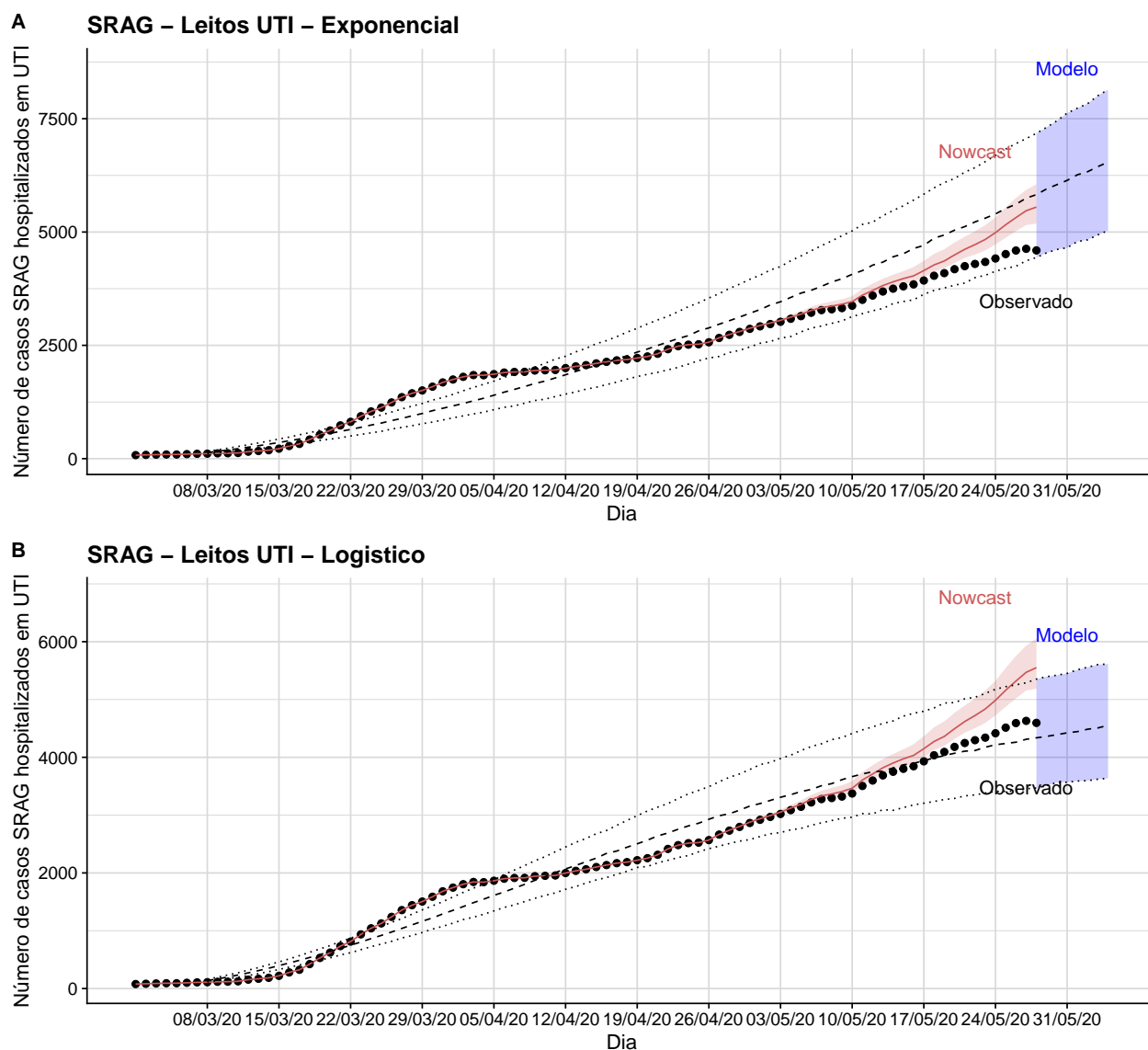


Figura 2: Estimativas de crescimento (A) exponencial e (B) logístico para os próximos 7 dias para número de internações em UTI por SRAG.

## Métodos

### Correção do atraso de notificação pelo método de *Nowcasting*

Para corrigir o efeito de atraso da notificação de casos na tabela de notificações, nós utilizamos o método de *nowcasting* descrito em McGough et al. (2019). Esse método utiliza a diferença entre as datas de primeiro sintoma e notificação do caso no banco de dados para estimar o atraso de inclusão de novos casos no sistema de notificação. O pacote NobBS fornece o número de novos casos esperados por dia pelo modelo de atraso nas notificações.

### Tempos de hospitalização em leito comum e UTI

Para modelar a ocupação dos hospitais, nós estimamos a distribuição de tempos entre aparecimento de sintomas e internação, internação e evolução, entrada e saída da UTI, e probabilidade de internação em UTI.

### Estimando número de hospitalizados

O número estimado de hospitalizados por dia é dado pelos indivíduos notificados na tabela original do Sivep-Gripe + indivíduos não-observados mas esperados pelo *nowcast*, que são incluídos na tabela com datas de entrada e evolução simuladas a partir das distribuições de tempos. Esse modelo permite uma avaliação dinâmica da curva de hospitalizações já corrigida pelo atraso de notificação e tempos de permanência no hospital.

### Projeções de curto prazo utilizando modelos estatísticos

Para realizar as projeções de curto prazo, nós ajustamos duas curvas ao número de casos hospitalizados. As curvas representam cenários diferentes: uma curva exponencial generalizada, que é adequada para modelar o começo de uma epidemia, com crescimento rápido, sendo portanto um cenário pessimista; e uma curva logística generalizada, que apresenta um crescimento que se desacelera com o tempo, representando um cenário otimista. Ambos os modelos são descritos em Wu et al. (2020).

Os modelos usados são dados pelas seguintes equações diferenciais, nas quais  $C(t)$  representa o número de hospitalizados, e os parâmetros são definidos como:  $r$  taxa de crescimento,  $p$  parâmetro de modulação do crescimento (pode variar entre 0 e 1, valores mais baixos correspondem a curvas de crescimento mais lento), e, no caso da logística,  $K$ , um parâmetro de assíntota da curva.

- Exponencial generalizada:

$$\frac{dC(t)}{dt} = rC(t)^p$$

- Logística generalizada:

$$\frac{dC(t)}{dt} = rC(t)^p \left(1 - \frac{C(t)}{K}\right)$$

### Limitações

- O método de *nowcasting* utilizado assume que a dinâmica de inclusão de novos casos no banco de dados é parecida com o passado. Se o atraso de inclusão aumenta muito, o modelo vai subestimar quantidade de novos casos. O mesmo se aplica aos modelos de distribuição dos tempos de hospitalização e probabilidade de internação em UTI.
- As previsões de curto prazo utilizam curvas fenomenológicas que não se prestam a previsões de longo prazo, portanto não são adequadas para prever a dinâmica da epidemia numa escala de tempo maior. Em particular, o uso de uma curva logística não implica que uma assíntota no número de hospitalizações é sugerida pelos dados.

## Referências

McGough, Sarah , Michael A. Johansson, Marc Lipsitch, Nicolas A. Menzies(2019). Nowcasting by Bayesian Smoothing: A flexible, generalizable model for real-time epidemic tracking. bioRxiv 663823; doi: <https://doi.org/10.1101/663823>

McGough, Sarah, Nicolas Menzies, Marc Lipsitch and Michael Johansson (2020). NobBS: Nowcasting by Bayesian Smoothing. R package version 0.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=NobBS>

Wu, Ke, Didier Darcet, Qian Wang, and Didier Sornette (2020). Generalized Logistic Growth Modeling of the COVID-19 Outbreak in 29 Provinces in China and in the Rest of the World. arXiv [q-bio.PE]. arXiv. <http://arxiv.org/abs/2003.05681>.

## Observatório COVID-19 BR

O Observatório Covid-19 BR é uma iniciativa independente, fruto da colaboração entre pesquisadores com o desejo de contribuir para a disseminação de informação de qualidade baseada em dados atualizados e análises cientificamente embasadas.

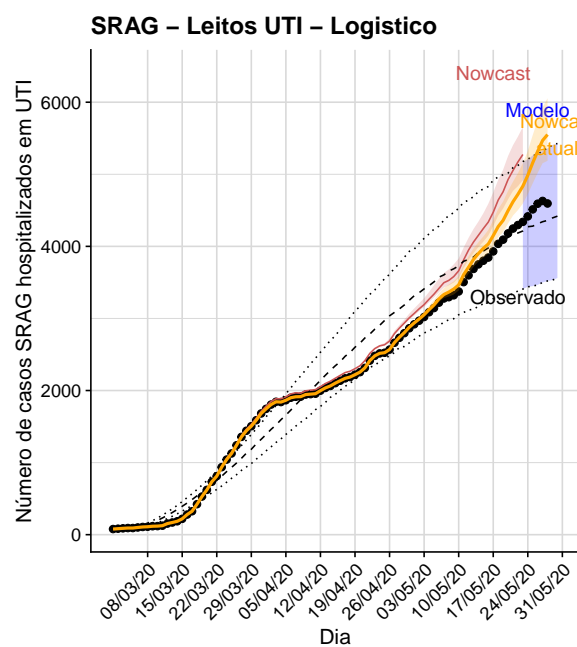
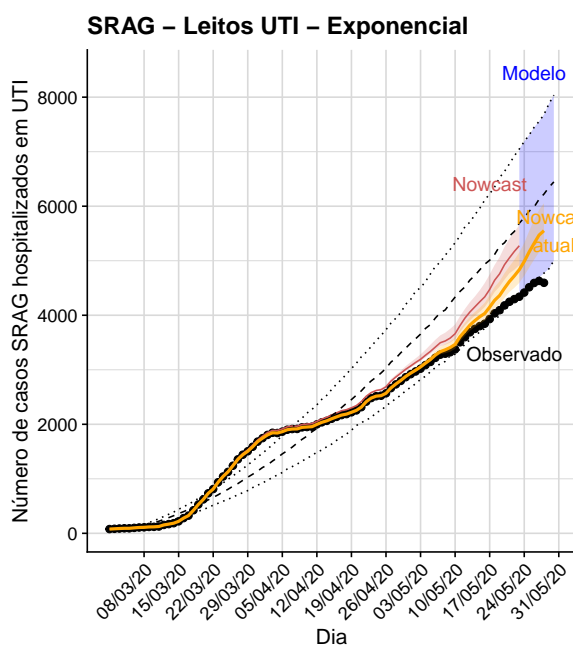
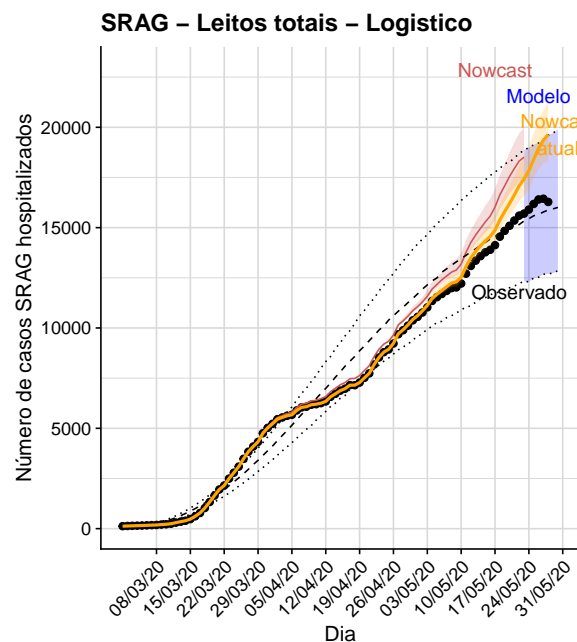
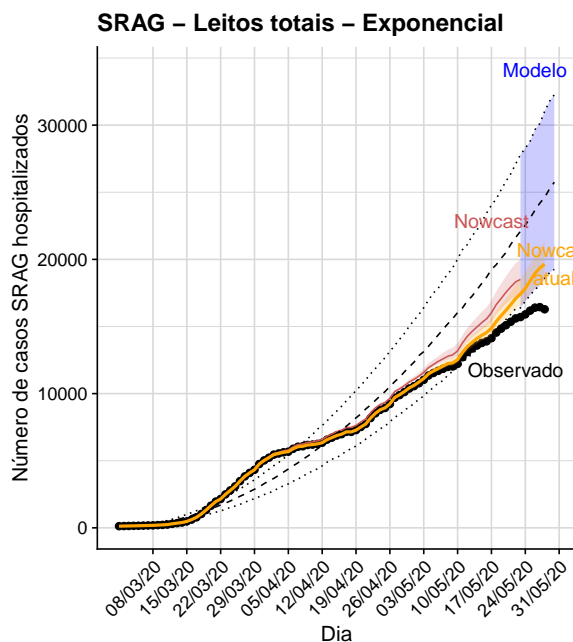
Criamos um sítio com códigos de fonte aberta que nos permite acompanhar o estado atual da epidemia de Covid-19 no Brasil, incluindo análises estatísticas e previsões. Modelos estatísticos e matemáticos para previsões da epidemia estão em preparação

**Site:** <https://covid19br.github.io/>

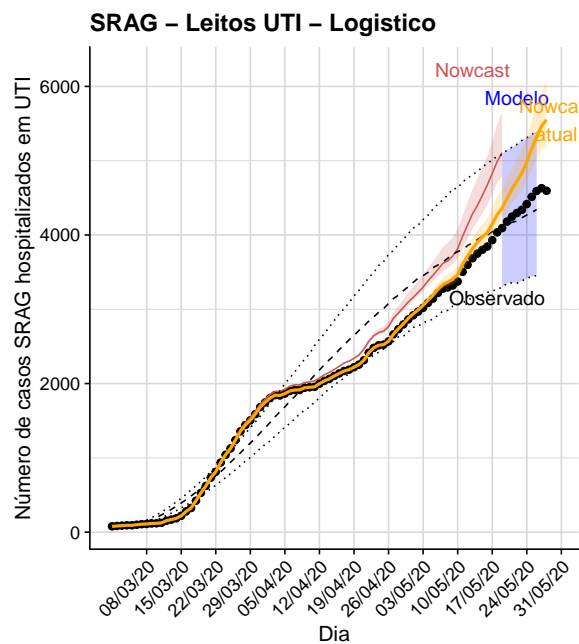
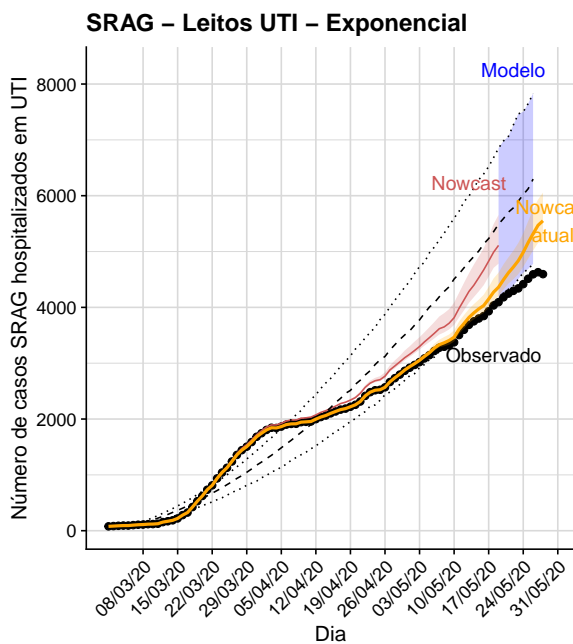
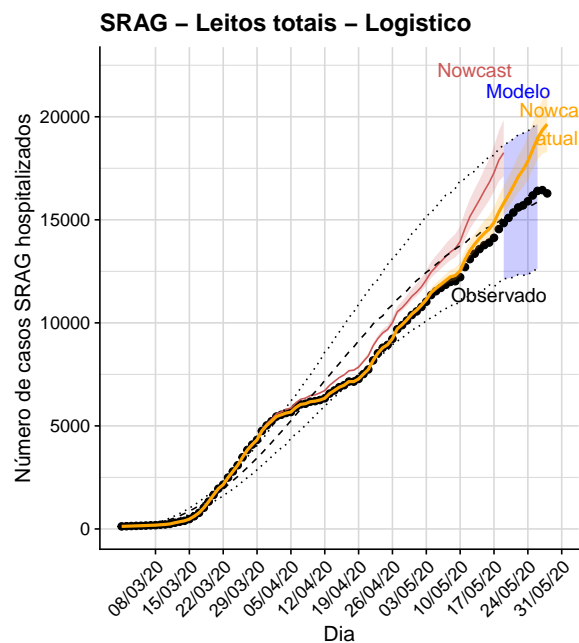
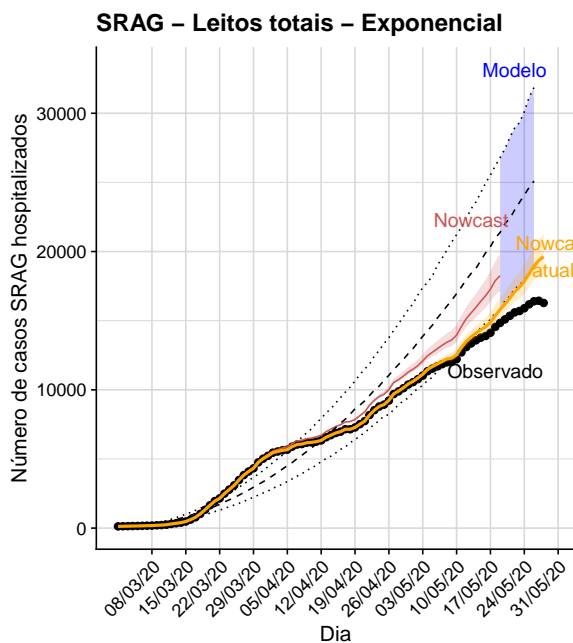
**Contato:** [obscovid19br@gmail.com](mailto:obscovid19br@gmail.com)

## Comparação com previsões anteriores

Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-25  
contra observados atuais

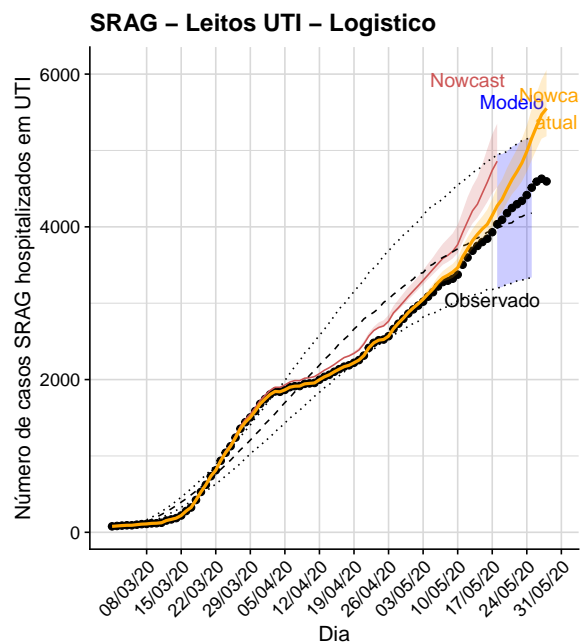
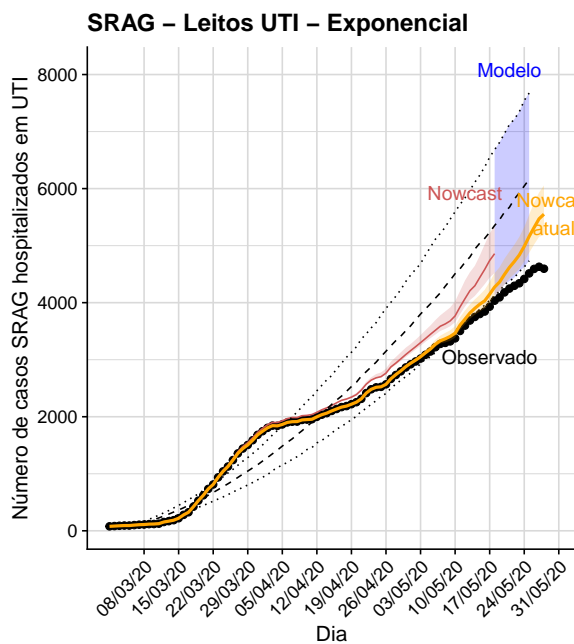
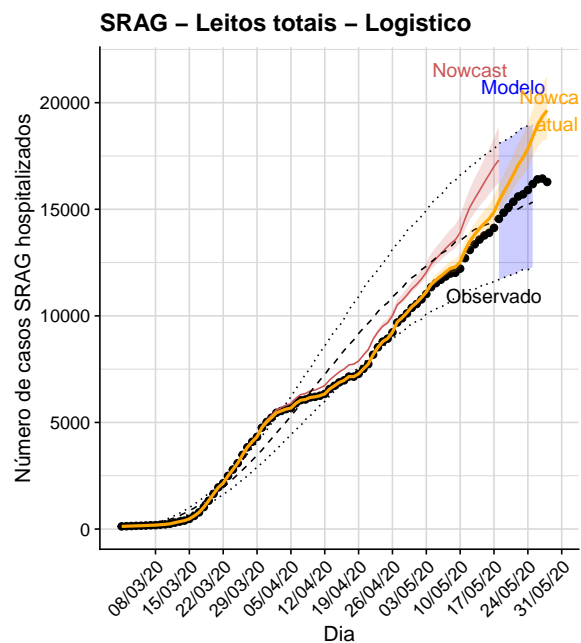
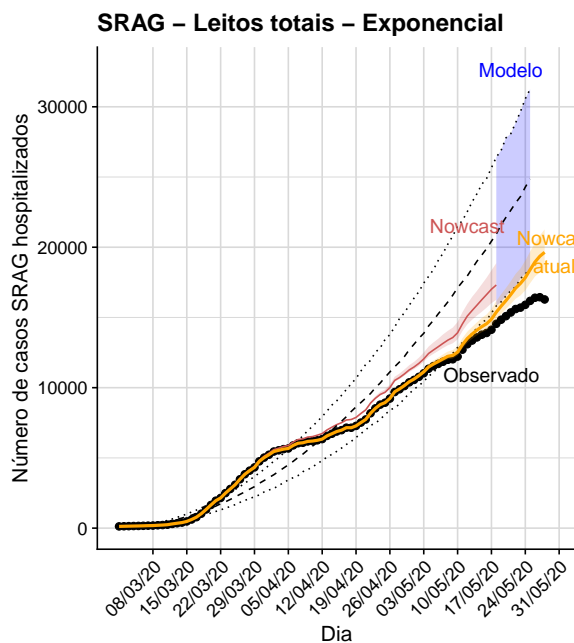


**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-20  
contra observados atuais**

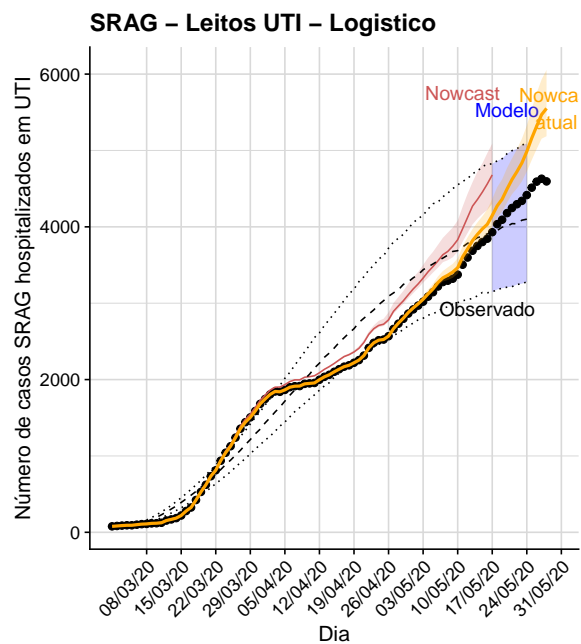
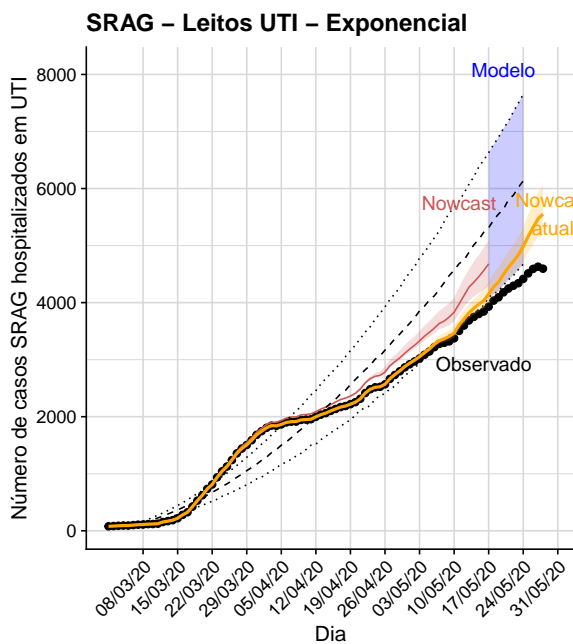
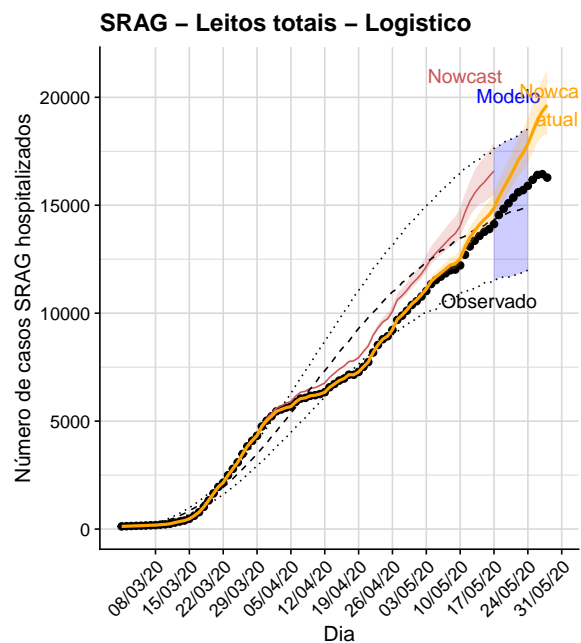
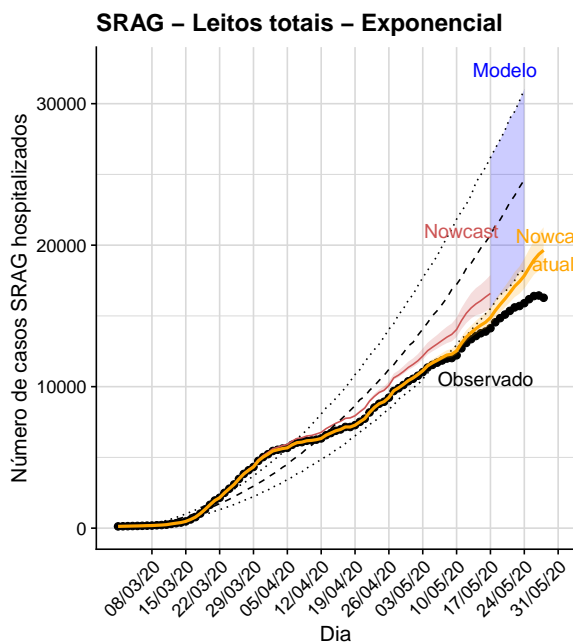




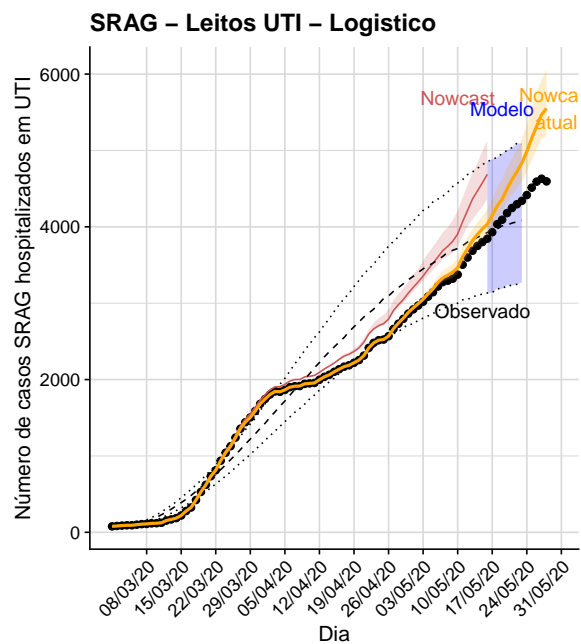
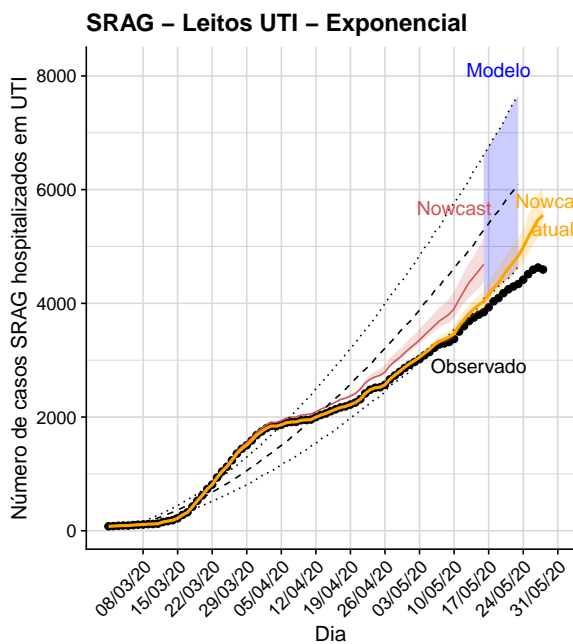
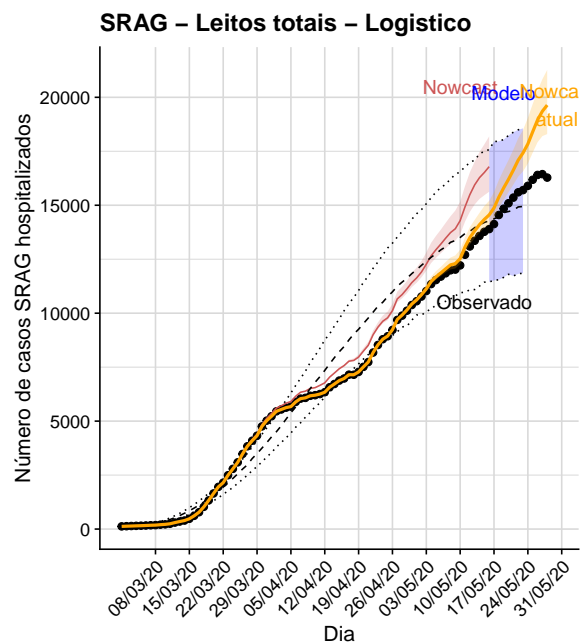
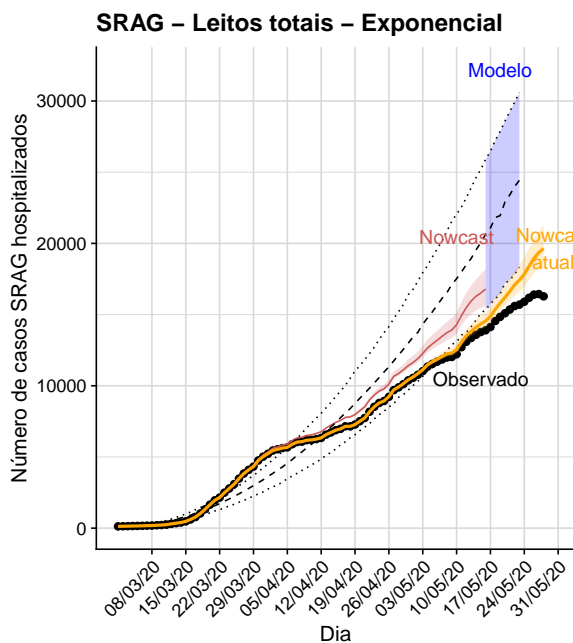
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-19  
contra observados atuais**



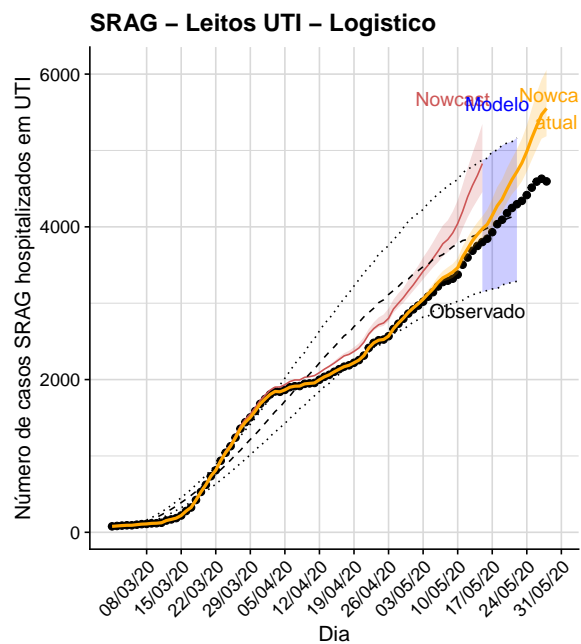
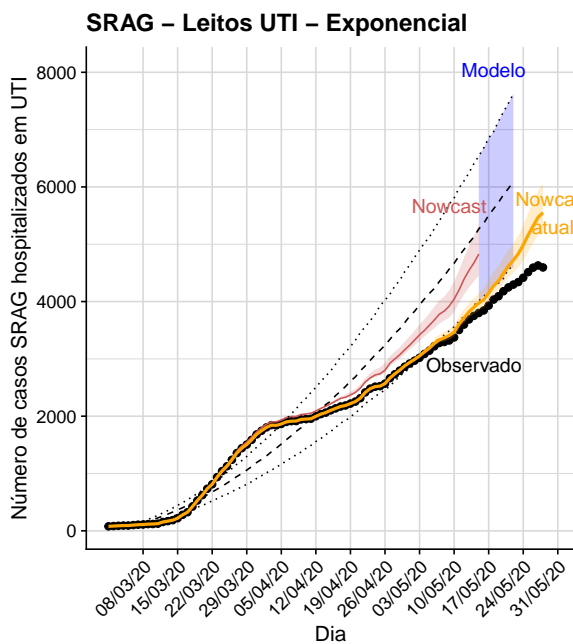
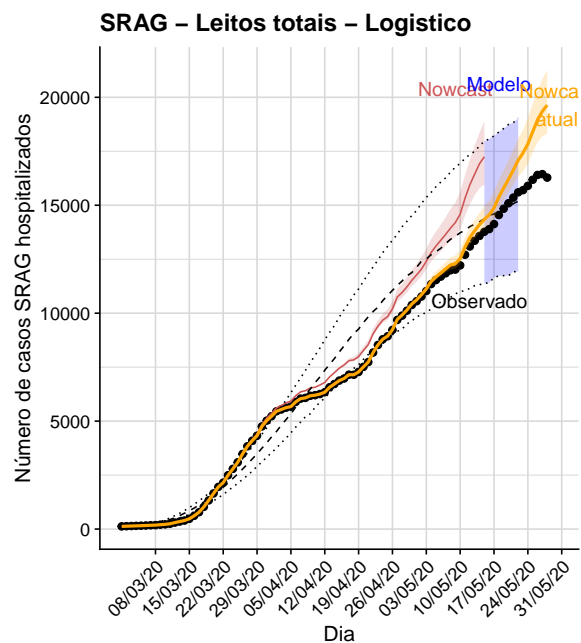
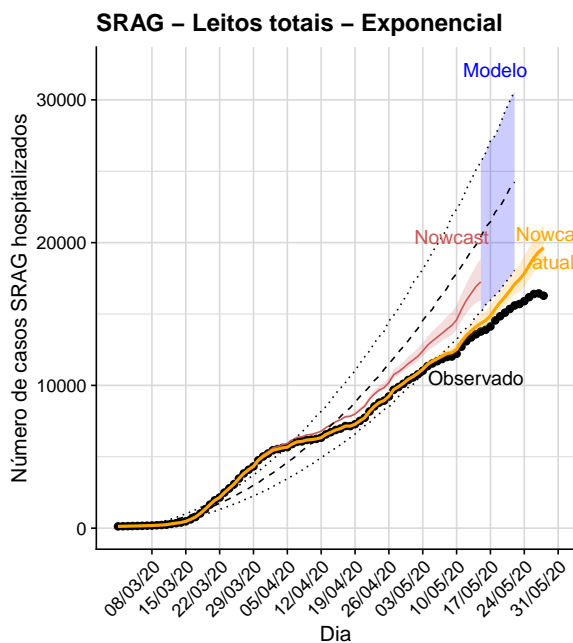
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-18  
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-17  
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-16  
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-15  
contra observados atuais**

