

# 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

07-08-2020\_18h28min09s

## Sumário executivo

- Este relatório usa notificações de casos de SRAG Hospitalizados na base **SIVEP-Gripe** do dia 07 de agosto de 2020.
- Nesta base de dados, observamos 15664 casos hospitalizados de **SRAG**. Destes, 4596 estão hospitalizados em UTI. Corrigindo para o atraso de notificação, estimamos que o número de hospitalizados está entre 16659 e 18523, e número de casos em UTI está entre 4862 e 5417.
- No cenário pessimista, utilizando um crescimento **Exponencial**, a projeção para dia 13 de agosto do total de casos hospitalizados é de entre 18769 e 42098, e de casos em UTI é de entre 5080 e 9698.
- No cenário otimista, utilizando um crescimento **Logístico**, a projeção para dia 13 de agosto do total de casos hospitalizados é de entre 12155 e 16440, e de casos em UTI é de entre 3587 e 4976.

## Projeções de número total de casos de SRAG hospitalizados

Tabela 1: Projeção do número de casos hospitalizados de SRAG para os próximos 6 dias no cenário pessimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-08-08 | 28944    | 17548           | 40239           |
| 2020-08-09 | 29172    | 17924           | 40969           |
| 2020-08-10 | 29165    | 18216           | 41199           |
| 2020-08-11 | 29748    | 18179           | 41646           |
| 2020-08-12 | 30115    | 18407           | 41643           |
| 2020-08-13 | 30476    | 18769           | 42098           |

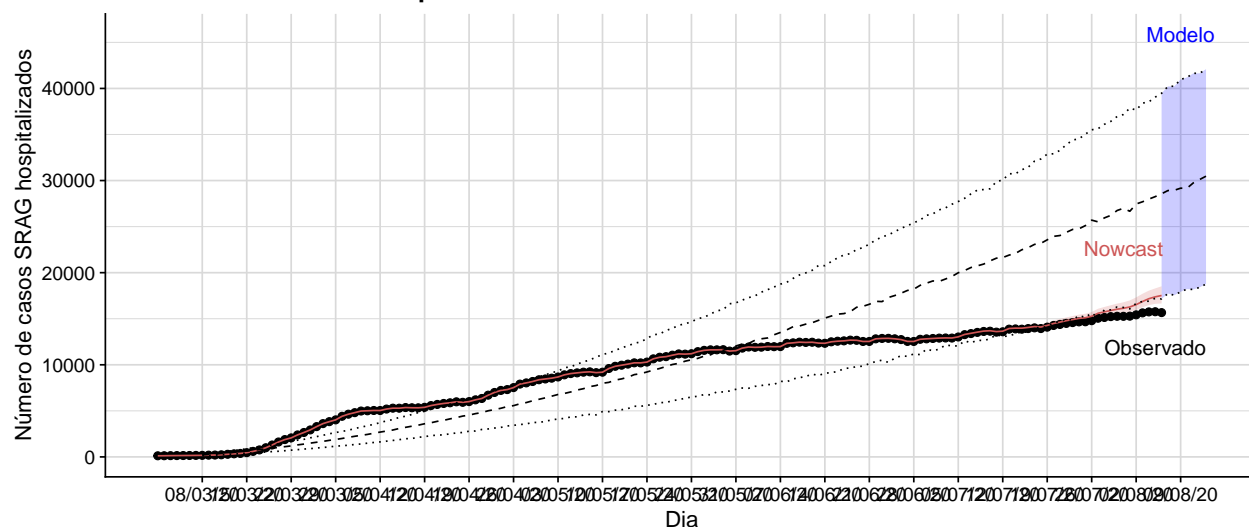
Tabela 2: Projeção do número de casos hospitalizados de SRAG pra os próximos 6 dias no cenário otimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-08-08 | 14049    | 12129           | 16423           |
| 2020-08-09 | 14019    | 12098           | 16380           |
| 2020-08-10 | 14023    | 12159           | 16377           |
| 2020-08-11 | 14052    | 12113           | 16482           |
| 2020-08-12 | 14011    | 12193           | 16451           |
| 2020-08-13 | 14043    | 12155           | 16440           |

## 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 de intervalo de confiança de 95%.

**A SRAG – Leitos totais – Exponencial**



**B SRAG – Leitos totais – Logístico**

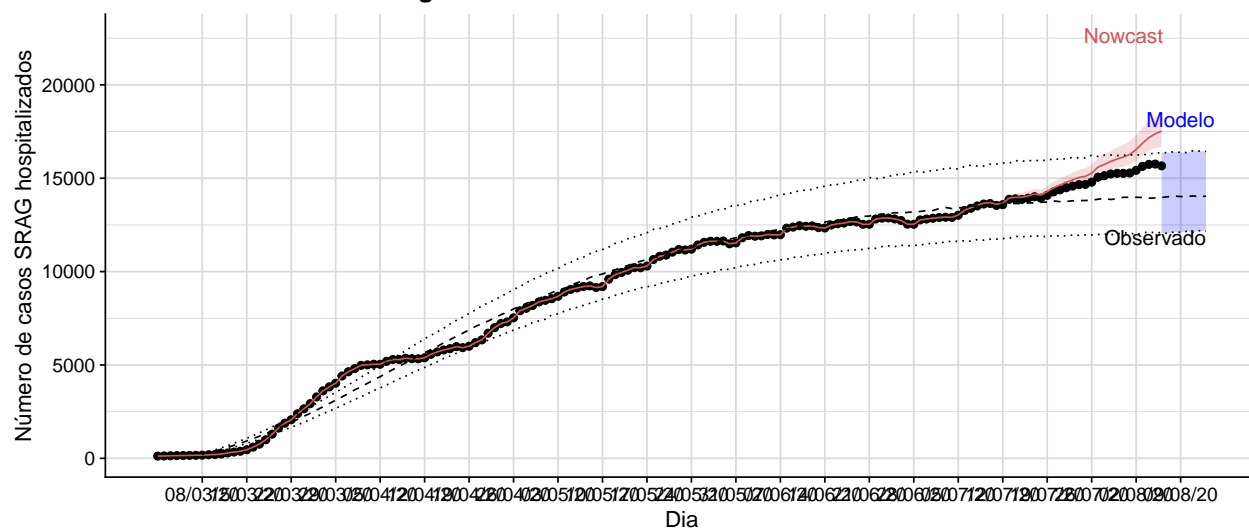


Figura 1: Estimativas de crescimento (A) exponencial e (B) logístico para os próximos 6 dias para número de internações por SRAG.

## 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 6 dias no cenário pessimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-08-08 | 7145     | 4929            | 9354            |
| 2020-08-09 | 7249     | 4998            | 9343            |
| 2020-08-10 | 7196     | 4983            | 9559            |
| 2020-08-11 | 7290     | 5042            | 9511            |
| 2020-08-12 | 7395     | 5098            | 9601            |
| 2020-08-13 | 7485     | 5080            | 9698            |

Tabela 4: Projeção do número de casos hospitalizados de SRAG em leitos de UTI pra os próximos 6 dias no cenário otimista.

| Data       | Previsto | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------|----------|-----------------|-----------------|
| 2020-08-08 | 4150     | 3562            | 4947            |
| 2020-08-09 | 4164     | 3579            | 4936            |
| 2020-08-10 | 4166     | 3587            | 4941            |
| 2020-08-11 | 4152     | 3584            | 4969            |
| 2020-08-12 | 4185     | 3596            | 4983            |
| 2020-08-13 | 4179     | 3587            | 4976            |

## 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 de intervalo de confiança de 95%.

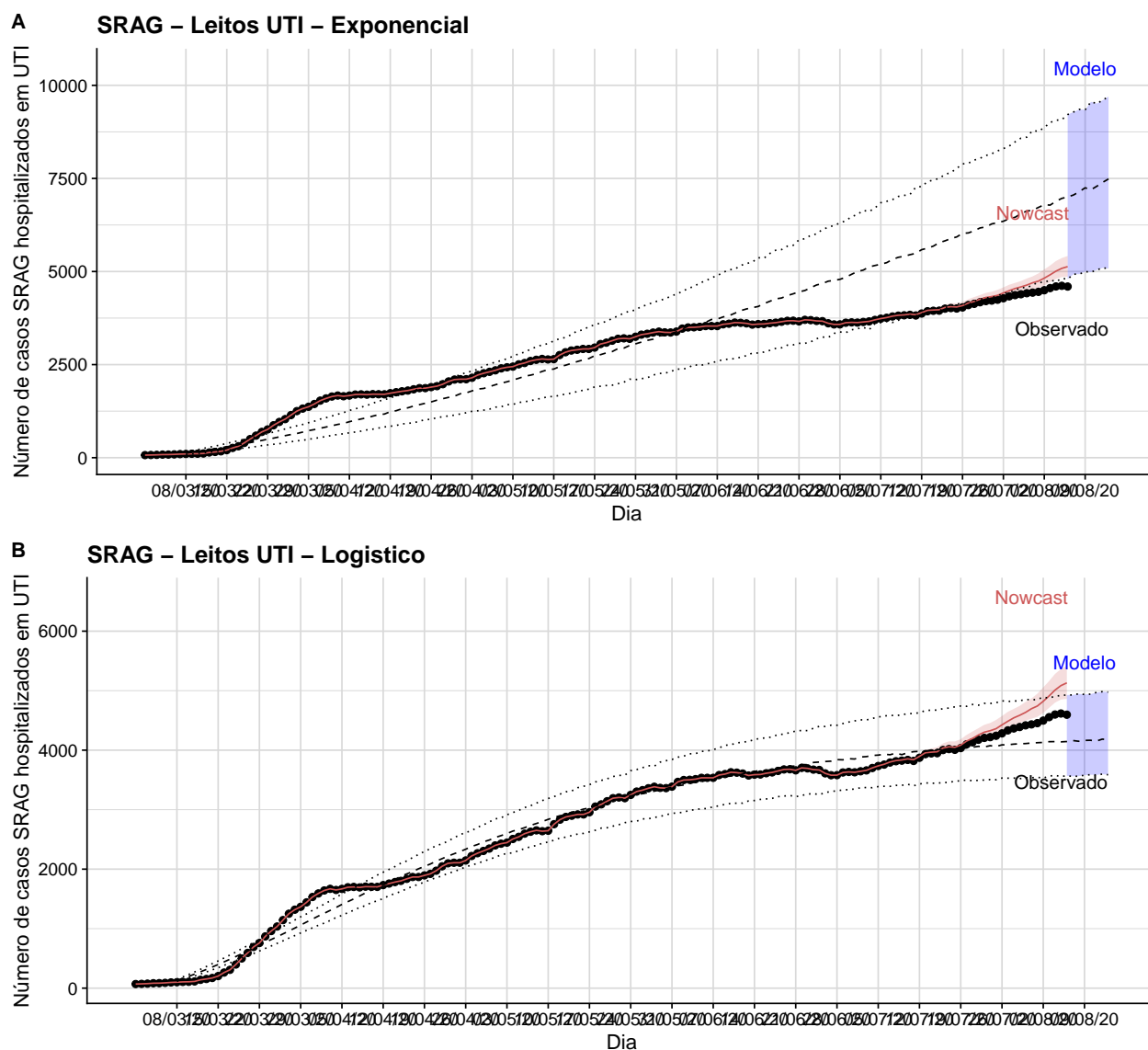


Figura 2: Estimativas de crescimento (A) exponencial e (B) logístico para os próximos 6 dias para número de internações em UTI por SRAG.

## 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.

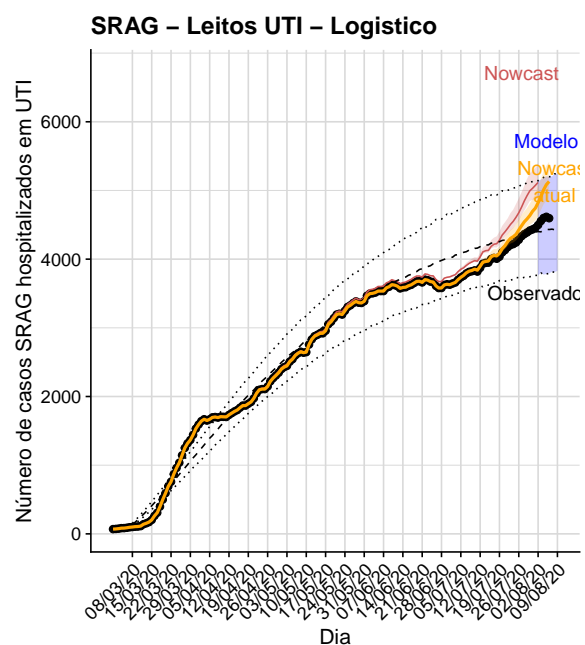
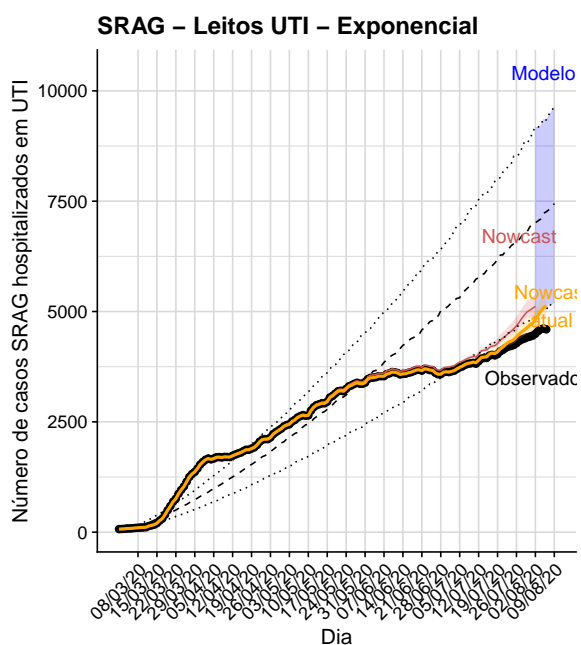
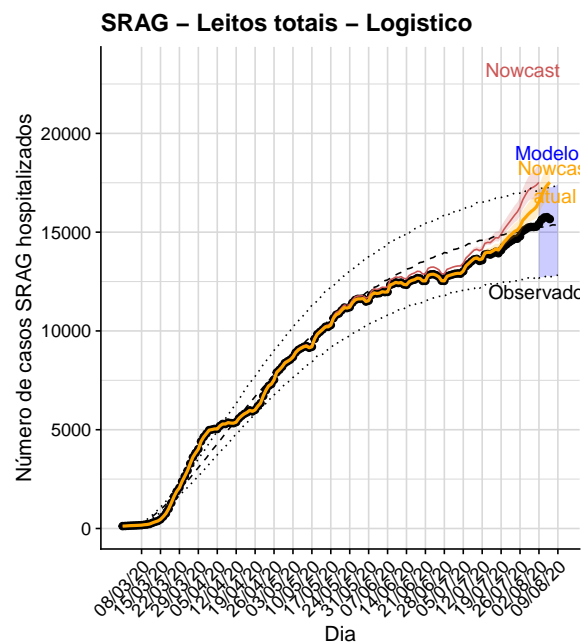
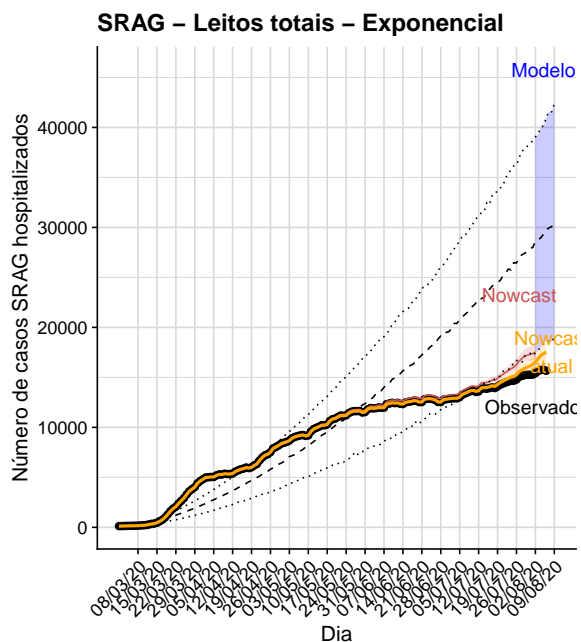
Criamos um sítio com códigos de fonte aberta que nos permite acompanhar o estado atual da epidemia de Covid-19 no Brasil, incluindo análises estatísticas e previsões. Modelos estatísticos e matemáticos para previsões da epidemia estão em preparação

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

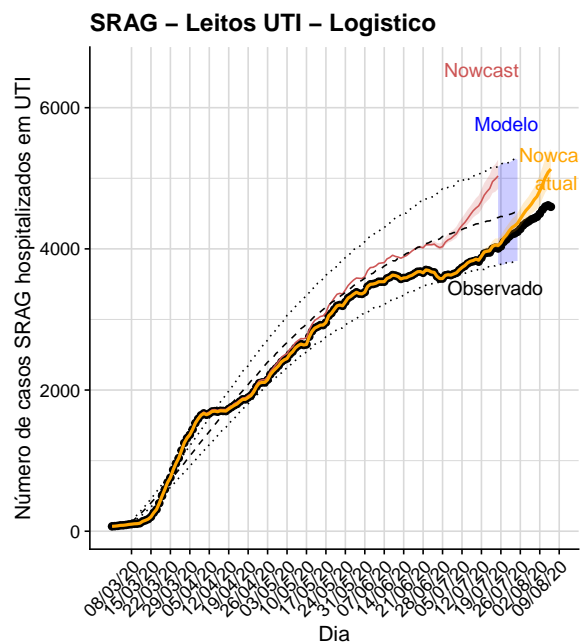
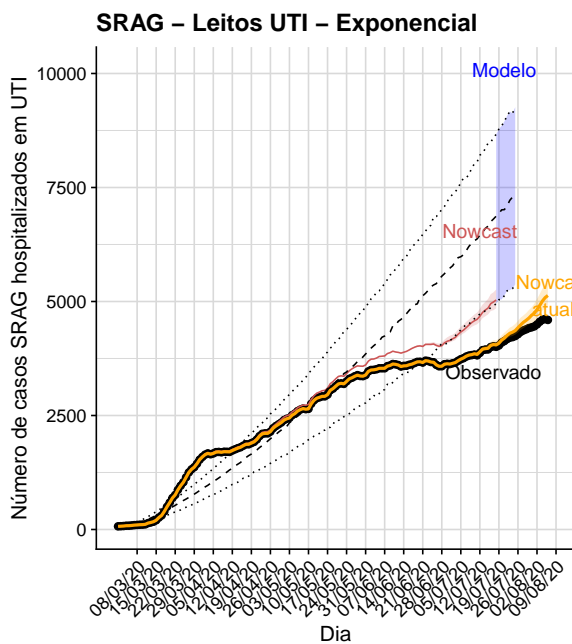
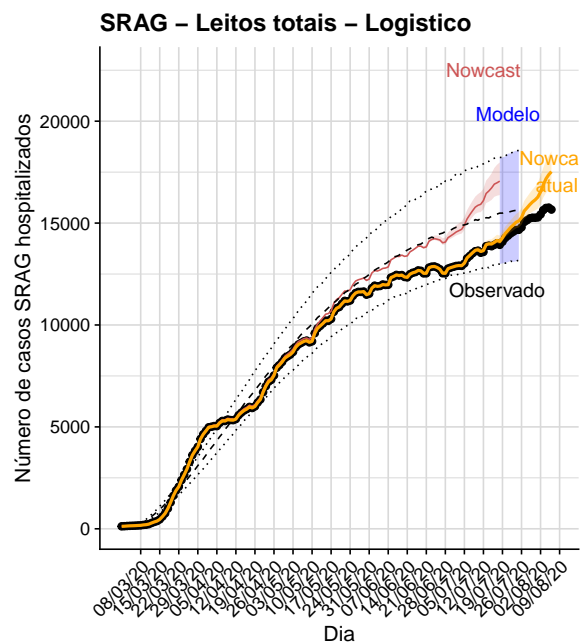
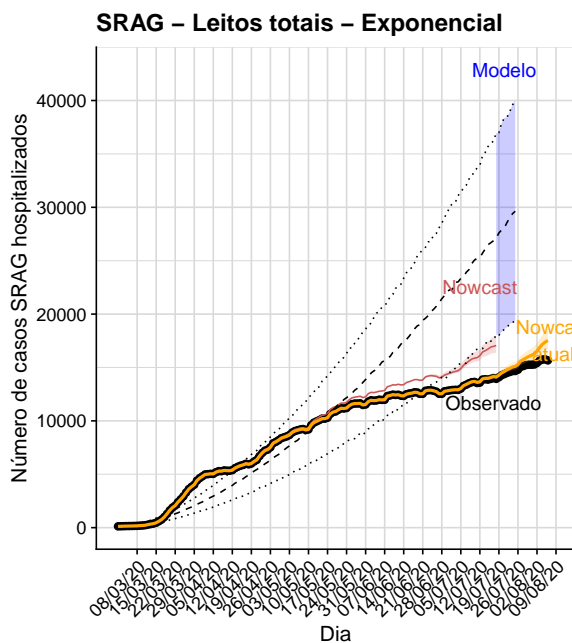
**Contato:** [obscovid19br@gmail.com](mailto:obscovid19br@gmail.com)

## Comparação com previsões anteriores

Validação das previsões usando a base do dia 2020-08-03  
contra observados atuais

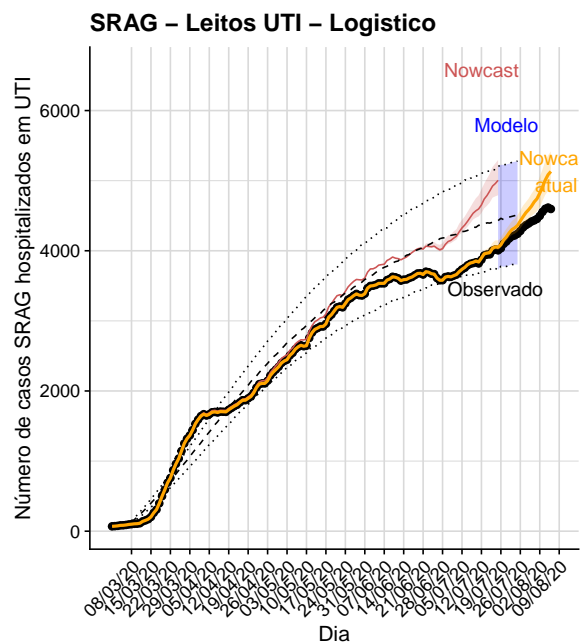
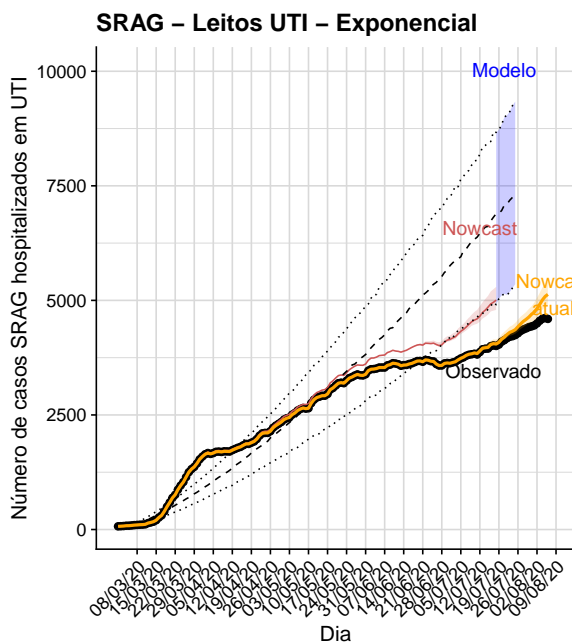
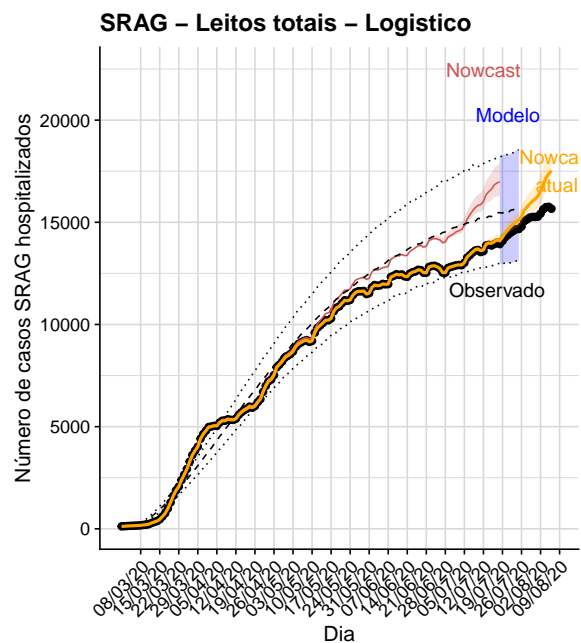
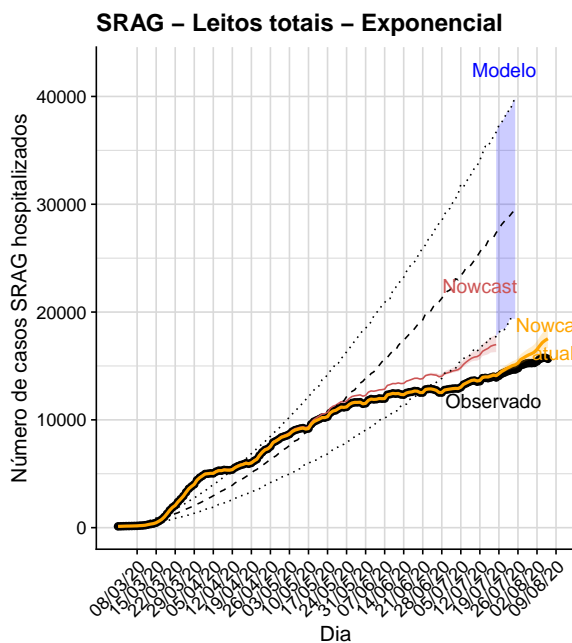


**Validação das previsões usando a base do dia 2020-07-24  
contra observados atuais**

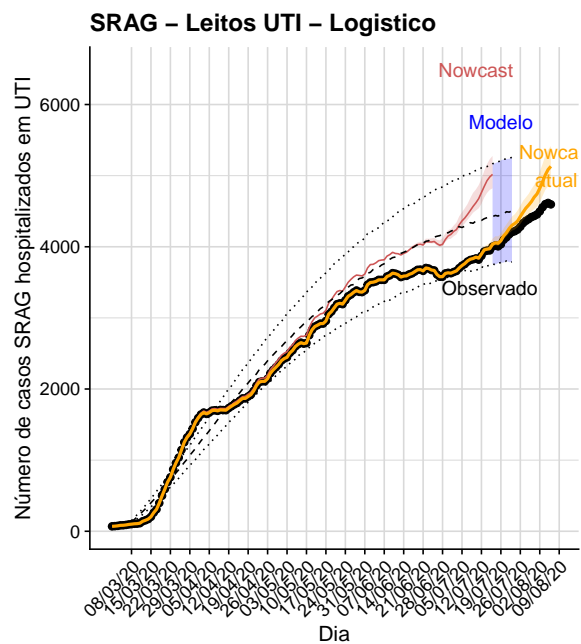
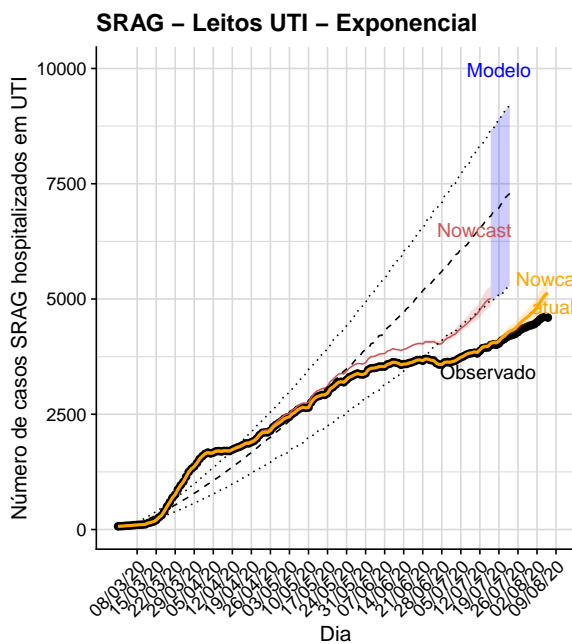
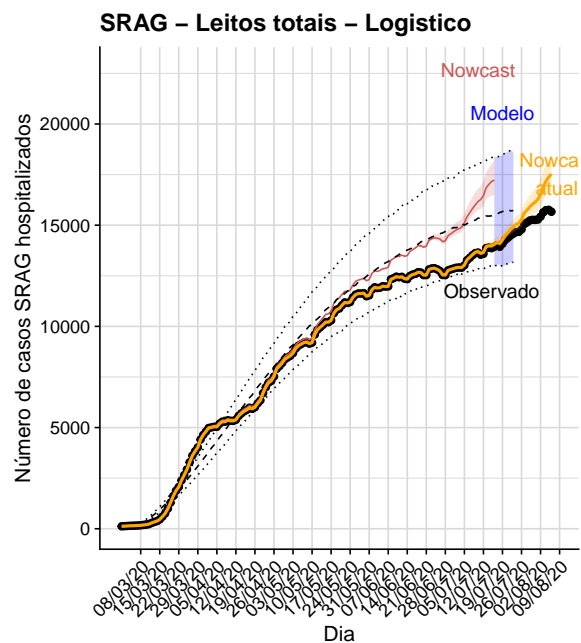
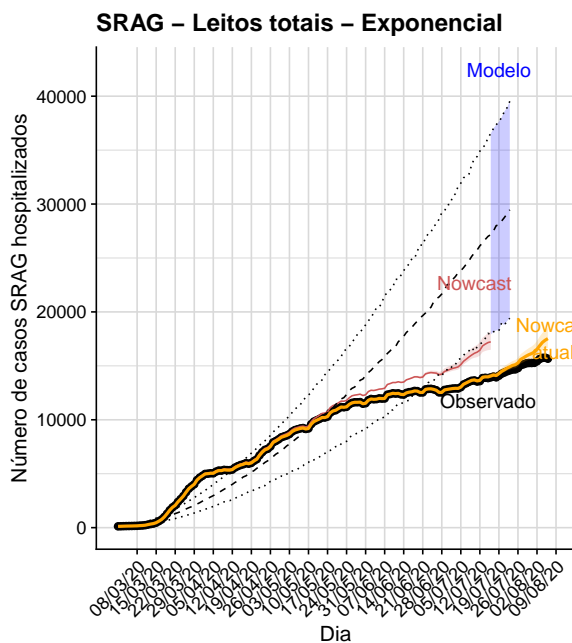




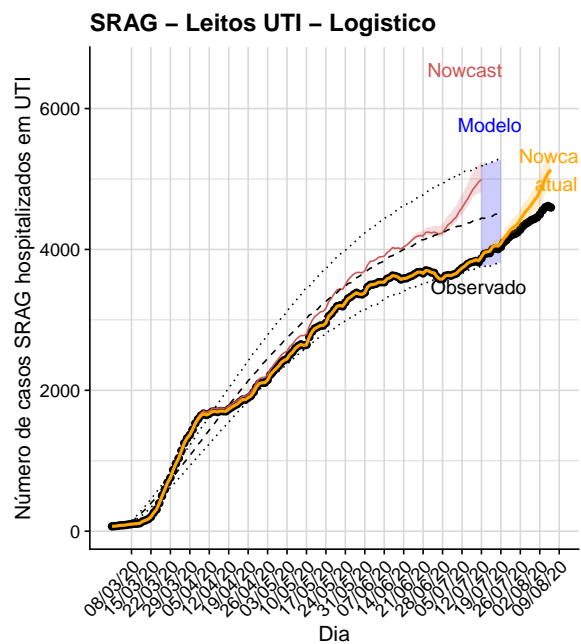
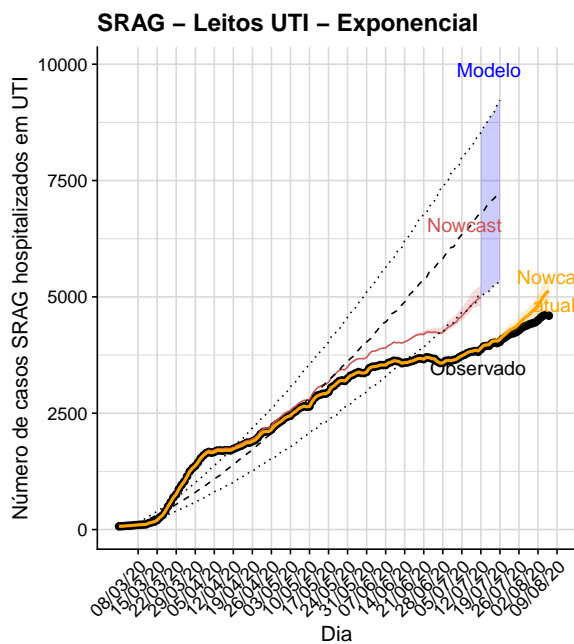
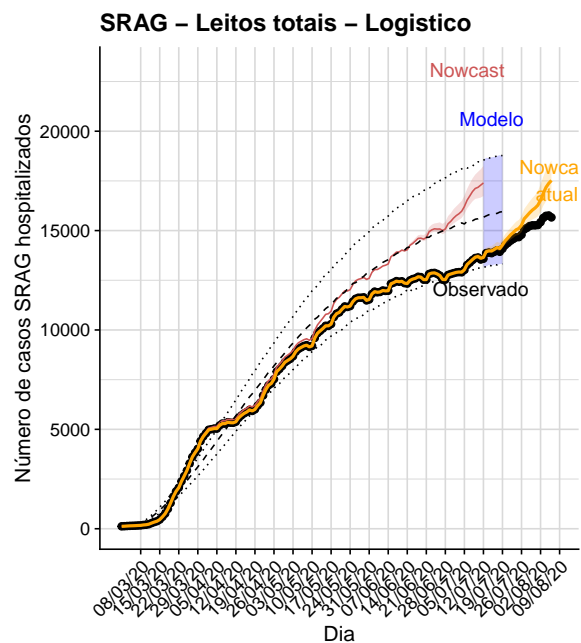
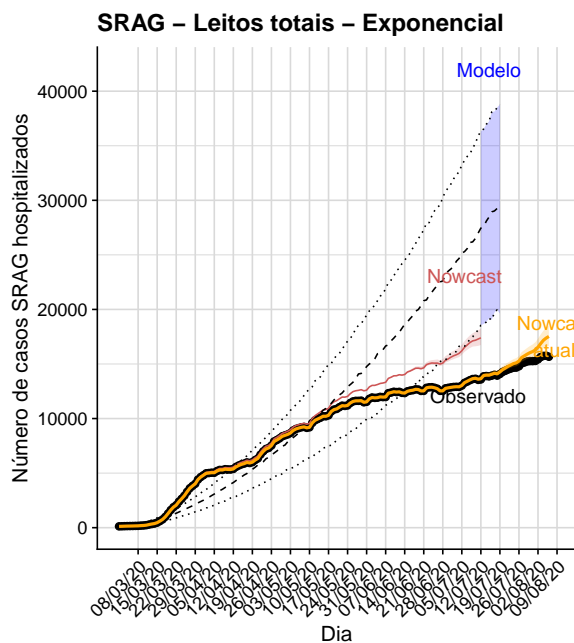
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-07-21  
contra observados atuais**



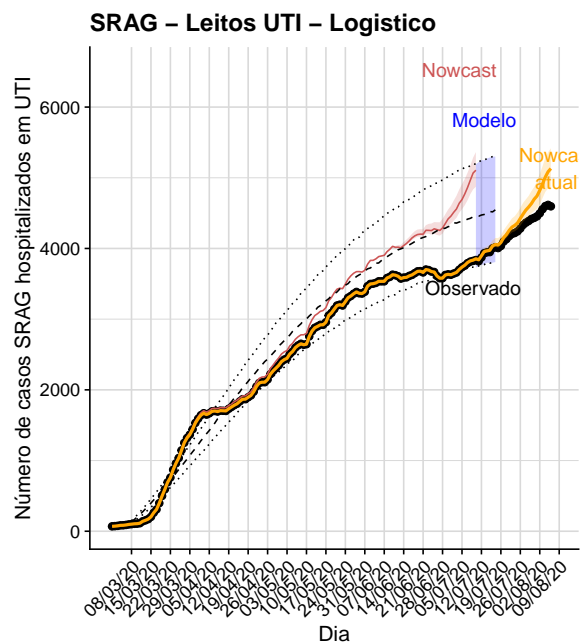
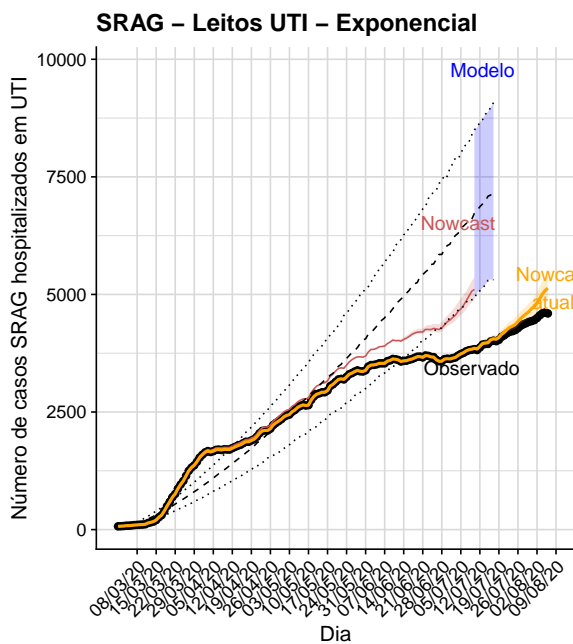
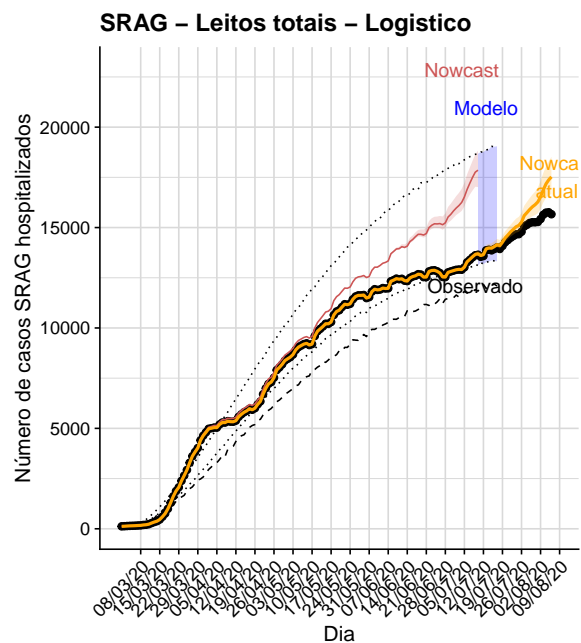
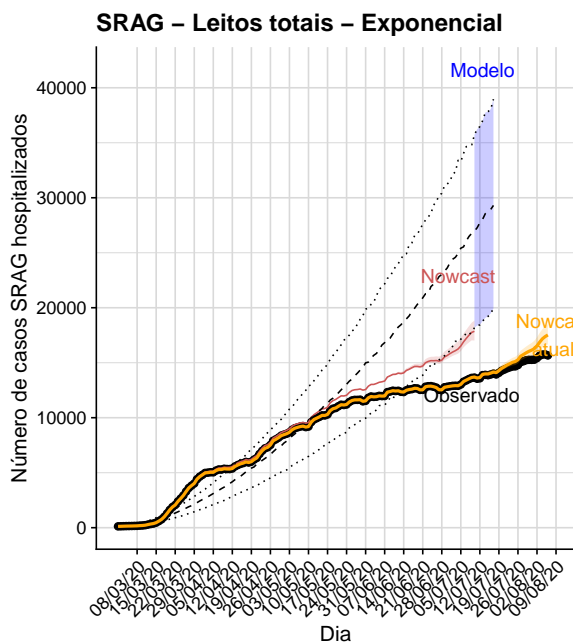
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-07-18  
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-07-14  
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-07-11  
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-07-06  
contra observados atuais**

