

Projeções de curto prazo para número de hospitalizados por SRAG no drs de Grande São Paulo

Baseado nas notificações de SRAG Hospitalizados na base SIVEP Gripe

Observatório COVID-19 BR

02-07-2020_23h14min37s

Sumário executivo

- Este relatório usa notificações de casos de SRAG Hospitalizados na base **SIVEP-Gripe** do dia 02 de julho de 2020.
- Nesta base de dados, observamos 22148 casos hospitalizados de **SRAG**. Destes, 6045 estão hospitalizados em UTI. Corrigindo para o atraso de notificação, estimamos que o número de hospitalizados está entre 24280 e 27035, e número de casos em UTI está entre 6617 e 7451.
- No cenário pessimista, utilizando um crescimento **Exponencial**, a projeção para dia 08 de julho do total de casos hospitalizados é de entre 29291 e 51560, e de casos em UTI é de entre 7462 e 12292.
- No cenário otimista, utilizando um crescimento **Logístico**, a projeção para dia 08 de julho do total de casos hospitalizados é de entre 19175 e 27211, e de casos em UTI é de entre 5263 e 7342.

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
2020-07-03	37954	27350	48227
2020-07-04	38274	27760	49003
2020-07-05	38911	27863	49553
2020-07-06	39469	28474	50677
2020-07-07	40349	28642	50881
2020-07-08	40692	29291	51560

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

Data	Previsto	Limite Inferior	Limite Superior
2020-07-03	22649	18947	26709
2020-07-04	22667	18926	26786
2020-07-05	22830	18938	26851
2020-07-06	22892	19146	26976
2020-07-07	22927	19109	27119
2020-07-08	22945	19175	27211

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%.

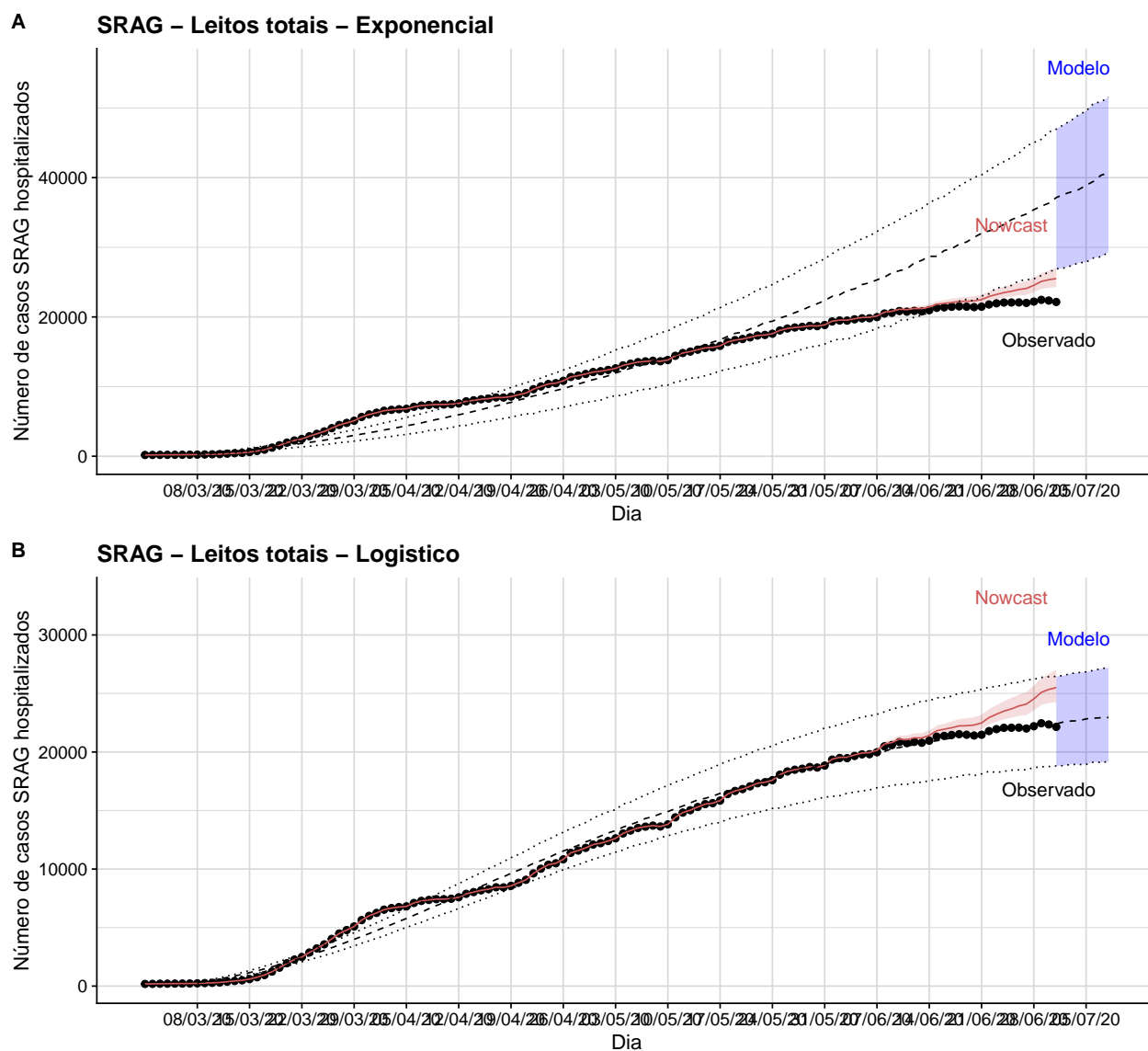


Figura 1: Estimativas de crescimento (A) exponencial e (B) logístico para os próximos 6 dias para número de internações por SRAG.

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
2020-07-03	9366	7000	11576
2020-07-04	9464	7104	11759
2020-07-05	9564	7213	11813
2020-07-06	9654	7338	11971
2020-07-07	9748	7374	12089
2020-07-08	9915	7462	12292

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
2020-07-03	6149	5169	7214
2020-07-04	6166	5179	7203
2020-07-05	6197	5222	7298
2020-07-06	6192	5201	7312
2020-07-07	6205	5226	7303
2020-07-08	6236	5263	7342

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%.

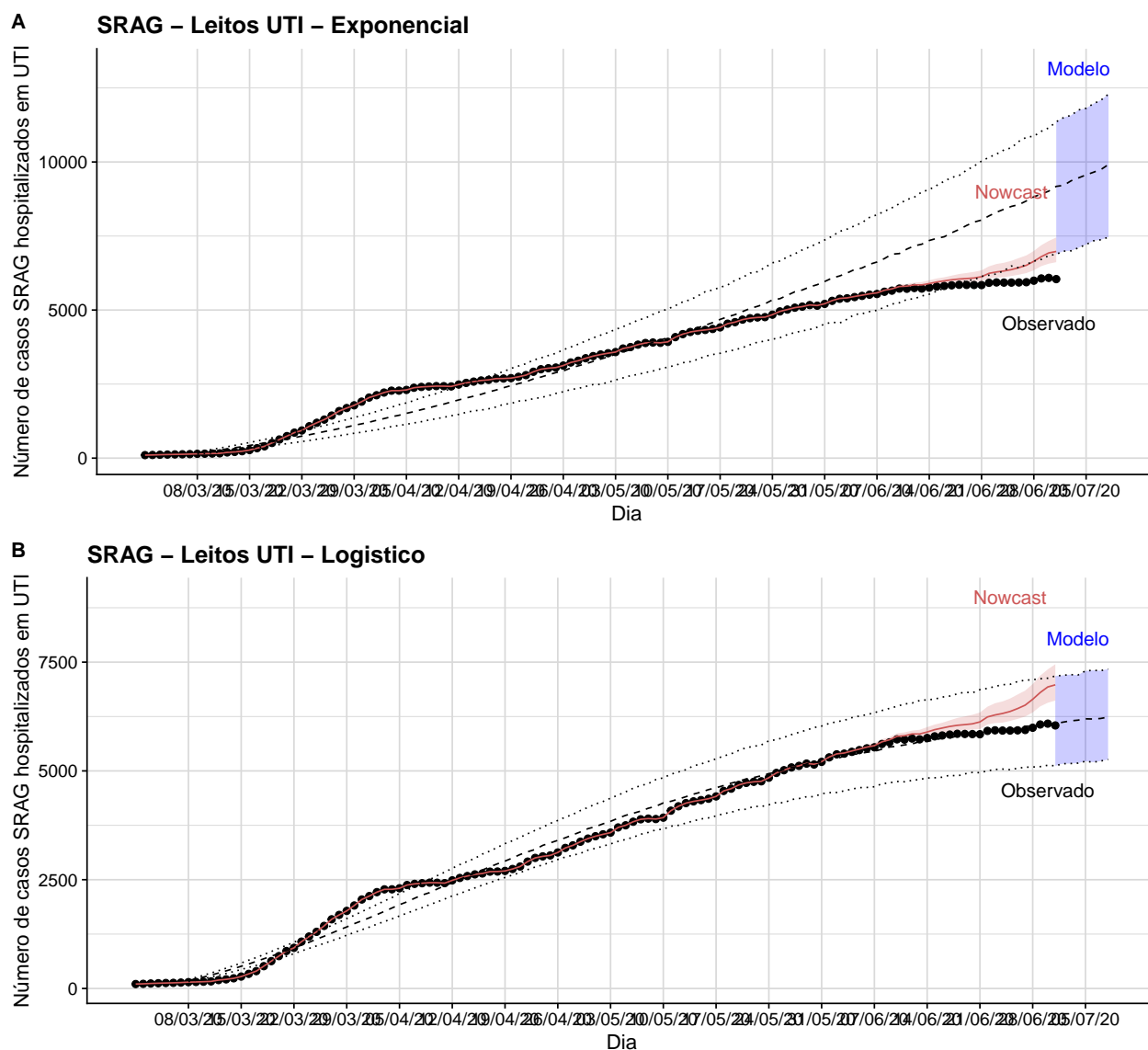


Figura 2: Estimativas de crescimento (A) exponencial e (B) logístico para os próximos 6 dias para número de internações em UTI por SRAG.

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.

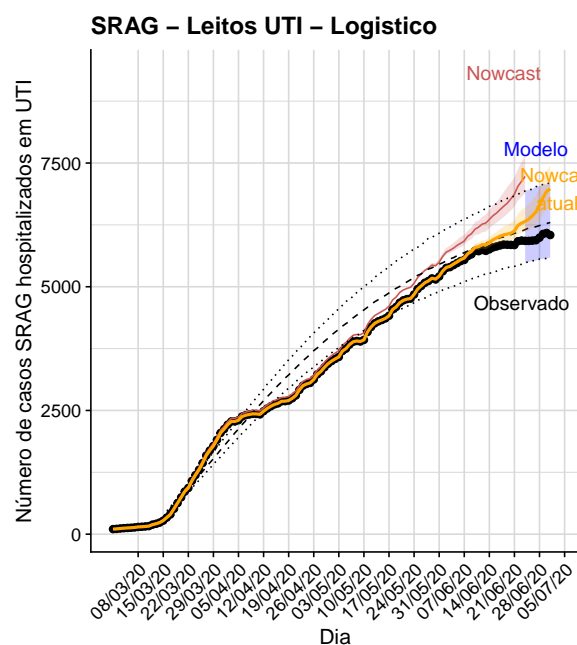
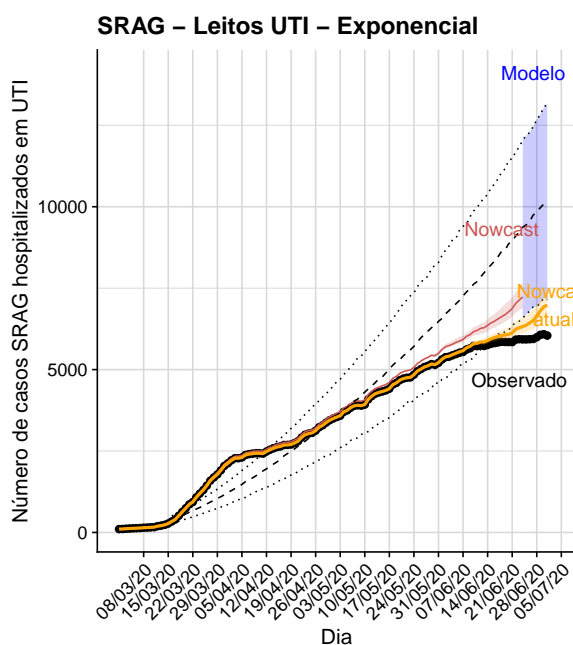
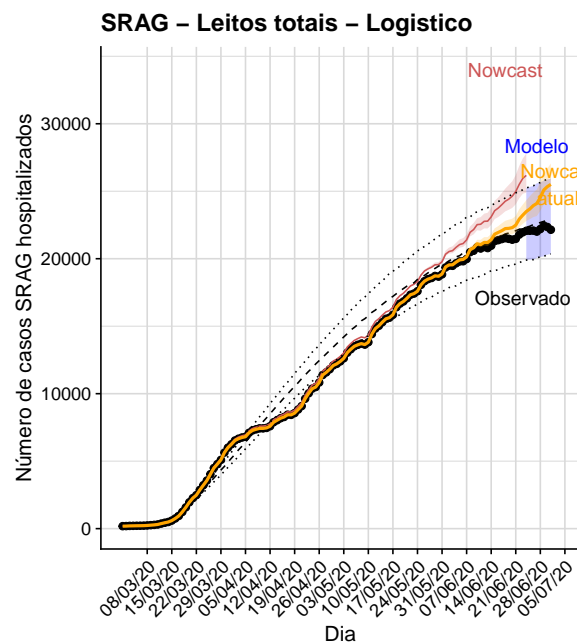
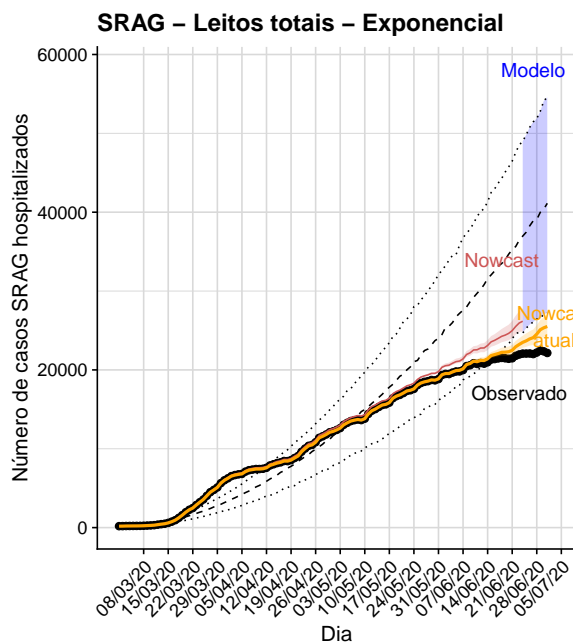
Criamos um sítio com códigos de fonte aberta que nos permite acompanhar o estado atual da epidemia de Covid-19 no Brasil, incluindo análises estatísticas e previsões. Modelos estatísticos e matemáticos para previsões da epidemia estão em preparação

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

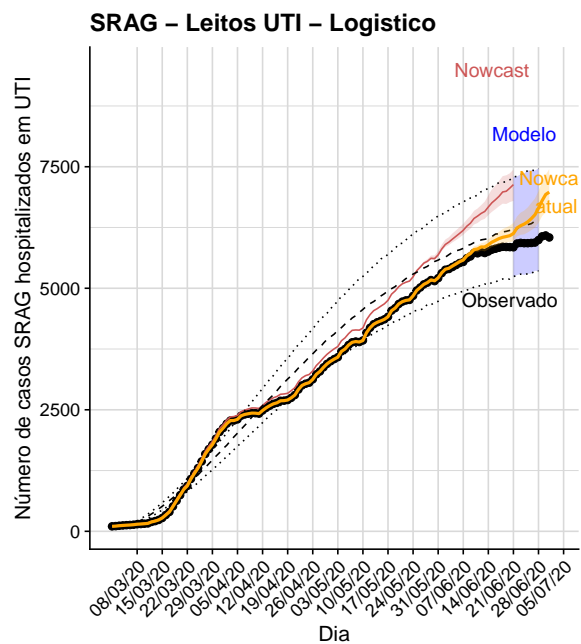
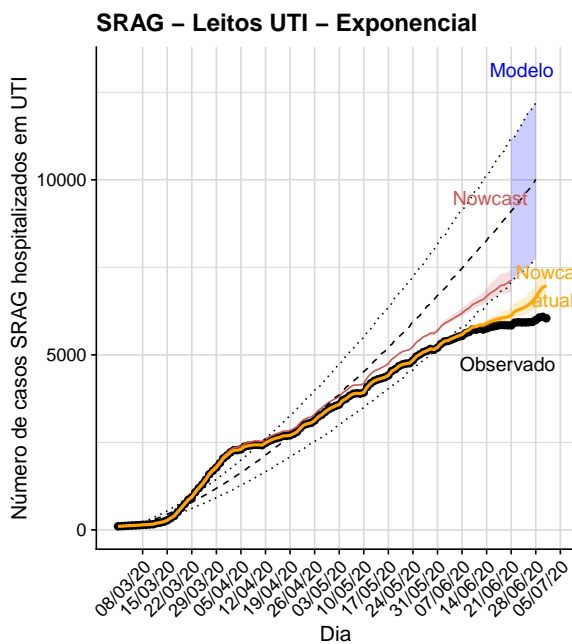
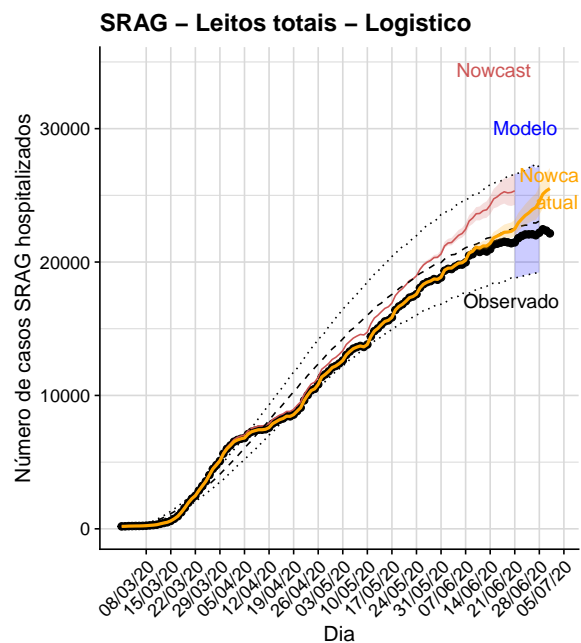
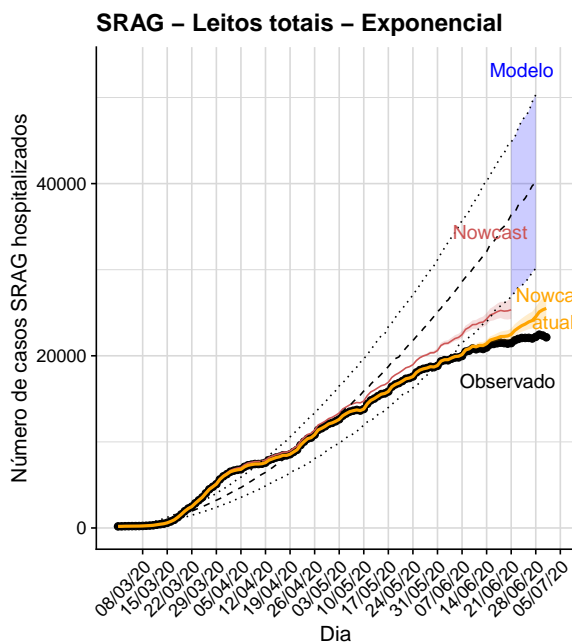
Contato: obscovid19br@gmail.com

Comparação com previsões anteriores

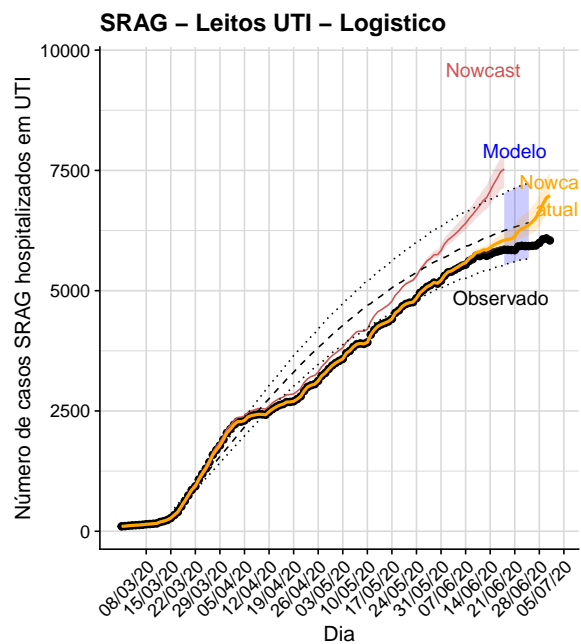
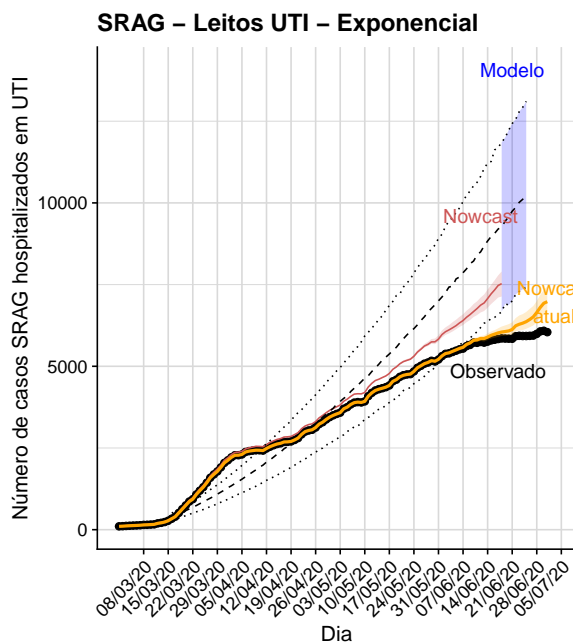
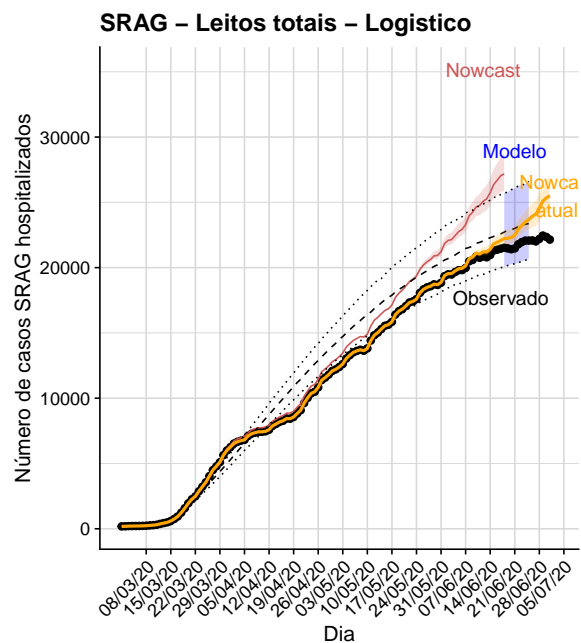
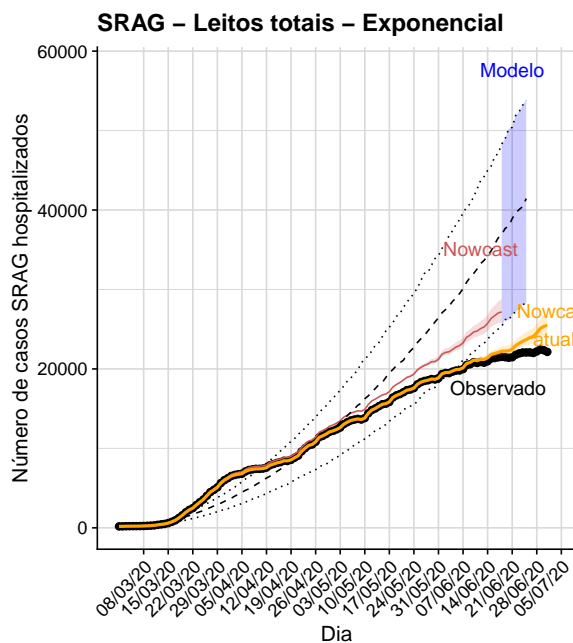
Validação das previsões usando a base do dia 2020-06-26
contra observados atuais



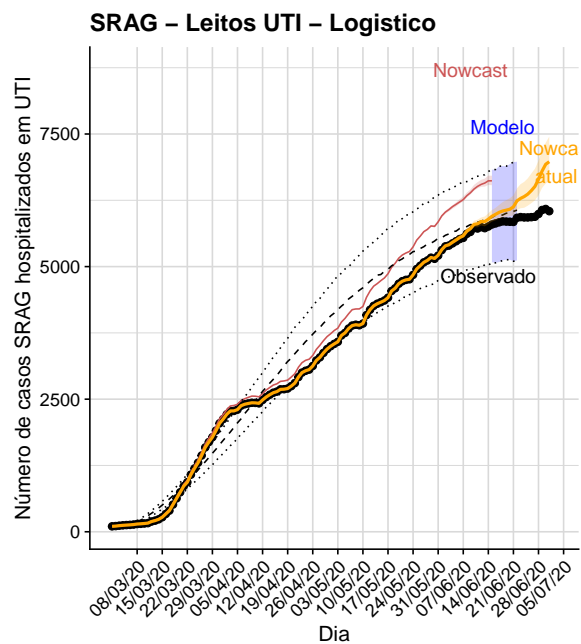
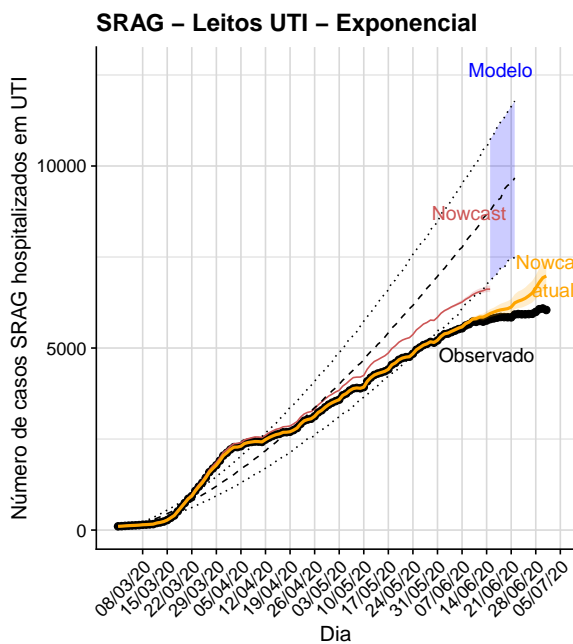
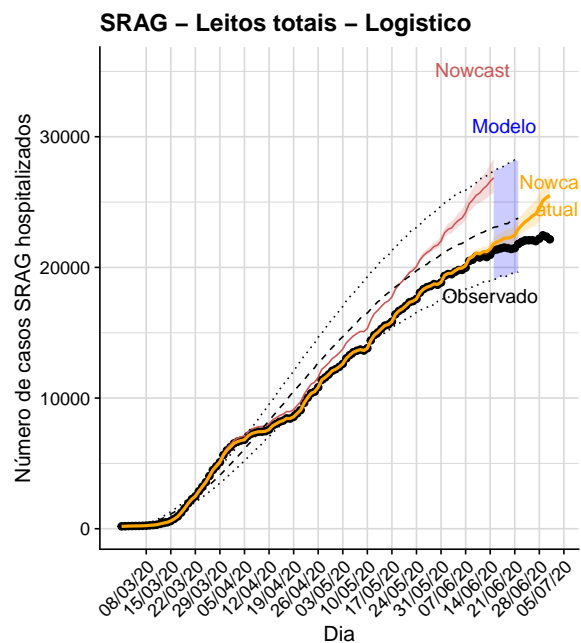
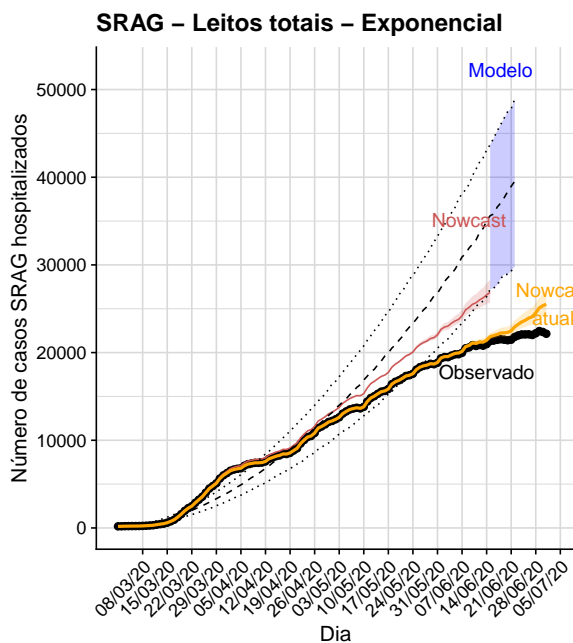
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-06-22
contra observados atuais**



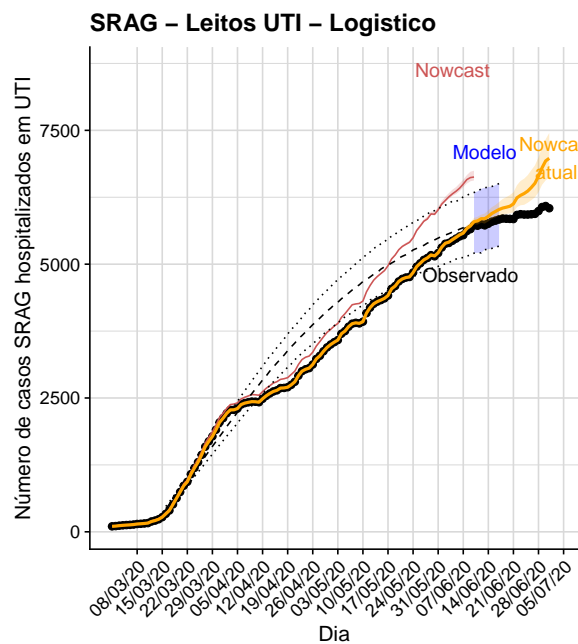
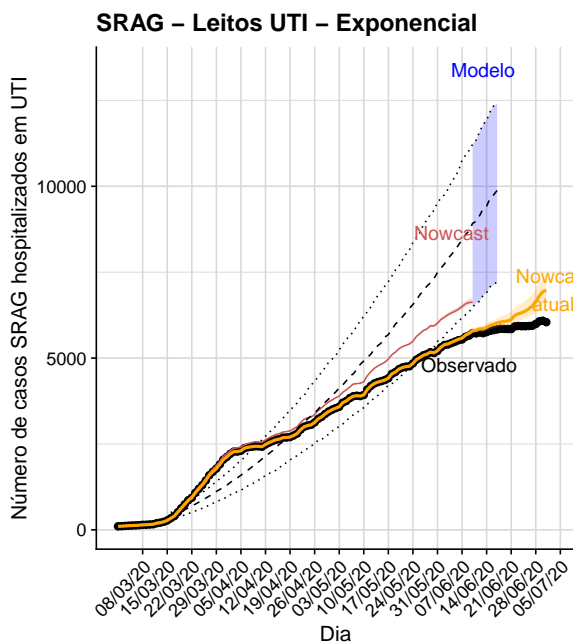
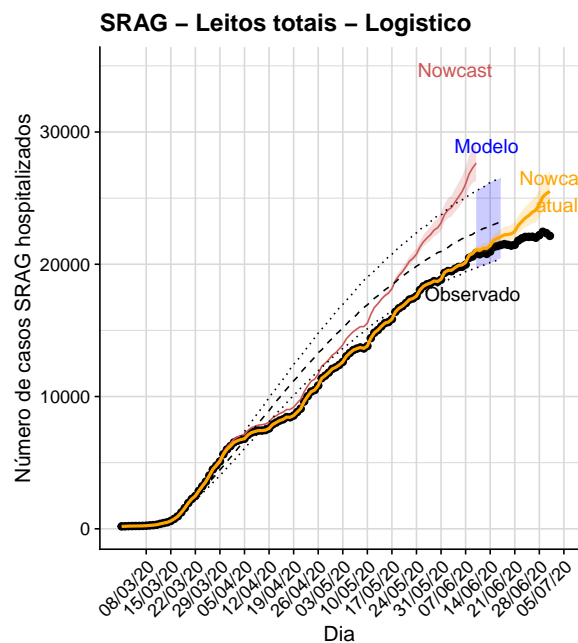
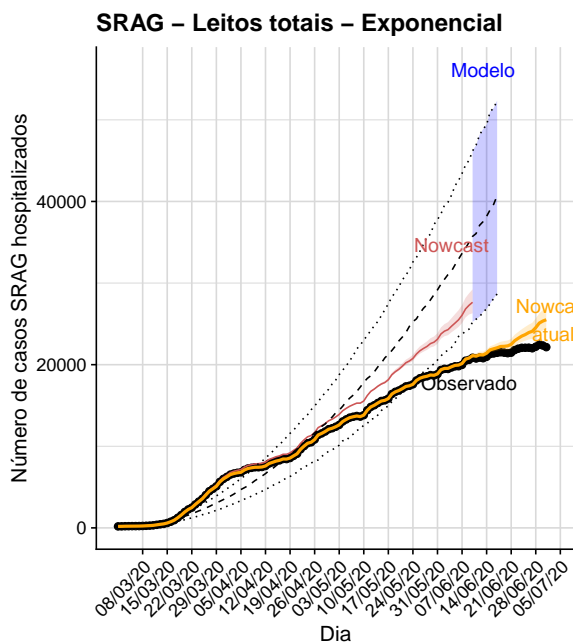
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-06-19
contra observados atuais**



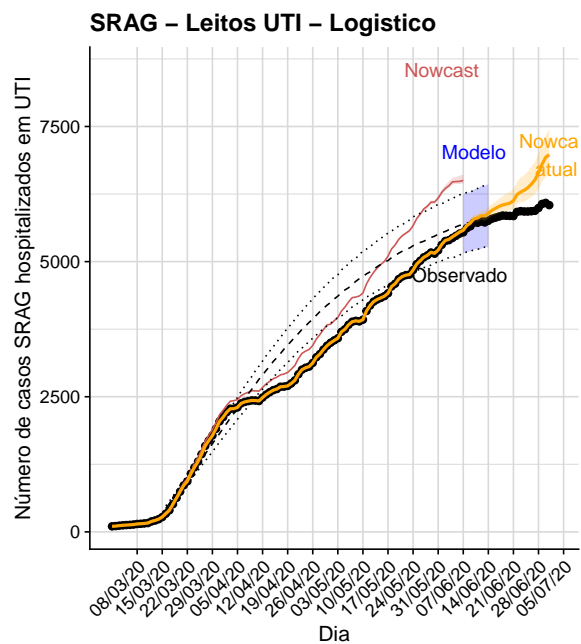
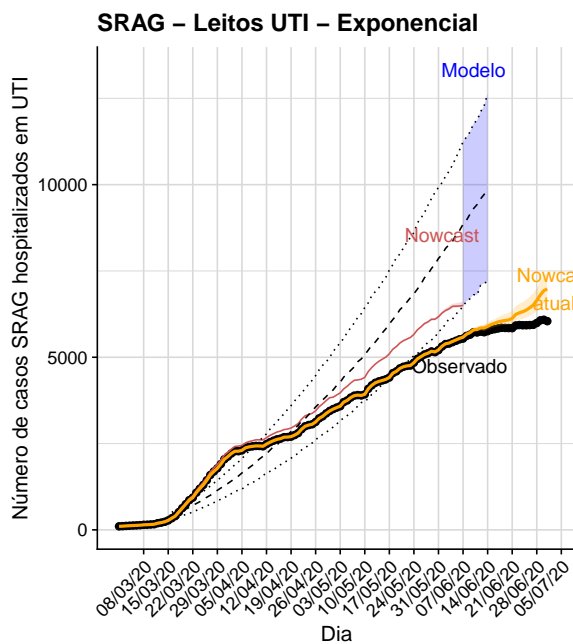
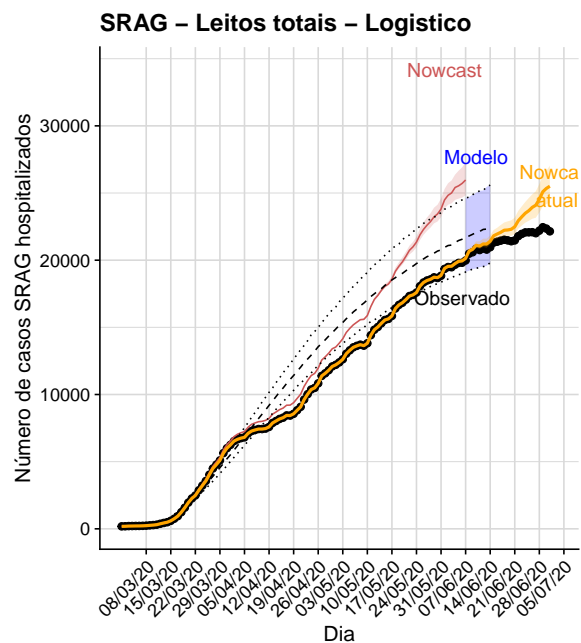
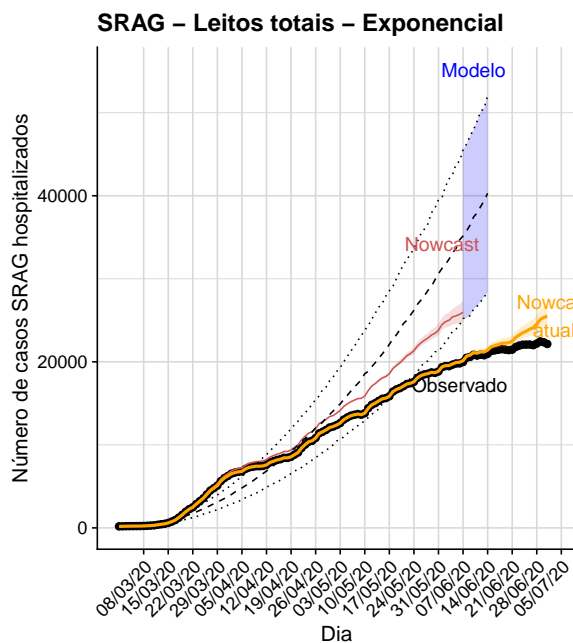
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-06-16
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-06-11
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-06-08
contra observados atuais**



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

