

Projeções de curto prazo para número de hospitalizados por COVID-19 no município de São Paulo

Baseado nas notificações de SRAG Hospitalizados na base SIVEP Gripe

Observatório COVID-19 BR

04-05-2020_16h18min51s

Sumário executivo

- Este relatório usa notificações de casos de SRAG Hospitalizados na base **SIVEP-Gripe** do dia 04 de maio de 2020.
- Nesta base de dados, observamos 3156 casos hospitalizados de **COVID-19**. Destes, 991 estão hospitalizados em UTI. Corrigindo para o atraso de notificação, estimamos que o número de hospitalizados está entre 3922 e 5906, e número de casos em UTI está entre 1258 e 1945.
- No cenário pessimista, utilizando um crescimento **Exponencial**, a projeção para dia 21 de outubro do total de casos hospitalizados é de entre 7632768 e 53081234, e de casos em UTI é de entre 853949 e 5882432.
- No cenário otimista, utilizando um crescimento **Logístico**, a projeção para dia 21 de outubro do total de casos hospitalizados é de entre 2938 e 5409, e de casos em UTI é de entre 972 e 1709.

Projeções de número total de casos de COVID-19 hospitalizados

Tabela 1: Projeção do número de casos hospitalizados de COVID-19 para os próximos 7 dias no cenário pessimista.

Data	Previsto	Limite Inferior	Limite Superior
2025-10-15	25575268	7648694	53081566
2025-10-16	25699252	7420463	53958613
2025-10-17	25654146	7647796	53471871
2025-10-18	25499441	7804643	55101167
2025-10-19	25680476	7622182	53814527
2025-10-20	25930139	7534132	53520836
2025-10-21	25481710	7632768	53081234

Tabela 2: Projeção do número de casos hospitalizados de COVID-19 pra os próximos 7 dias no cenário otimista.

Data	Previsto	Limite Inferior	Limite Superior
2025-10-15	3809	2920	5437
2025-10-16	3803	2936	5426
2025-10-17	3791	2933	5377
2025-10-18	3810	2929	5415
2025-10-19	3800	2919	5463
2025-10-20	3804	2942	5398
2025-10-21	3787	2938	5409

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%.

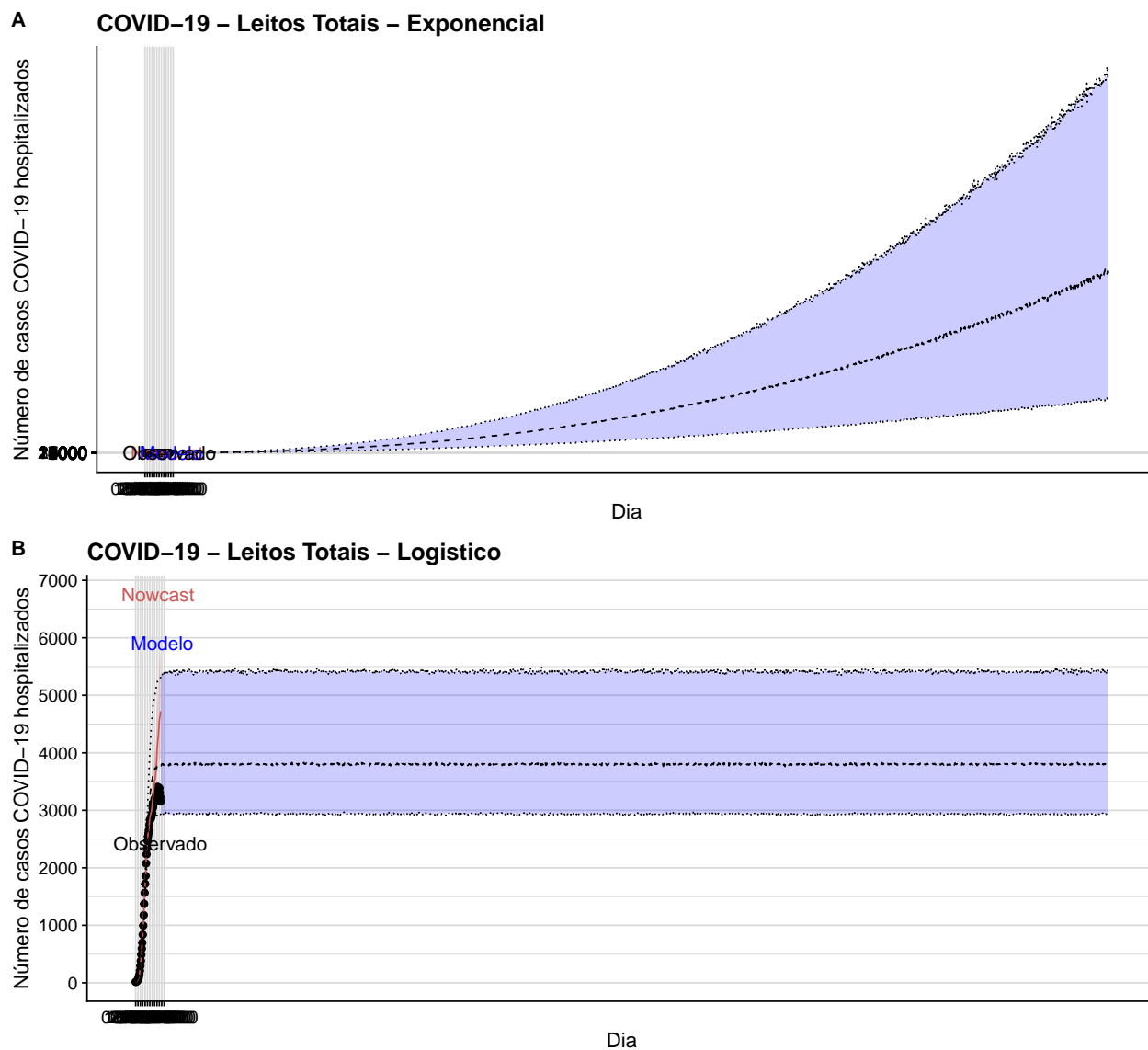


Figura 1: Estimativas de crescimento (A) exponencial e (B) logístico para os próximos 7 dias para número de internações por COVID-19.

Projeções de número de casos de COVID-19 hospitalizados em leitos de UTI

Tabela 3: Projeção do número de casos hospitalizados de COVID-19 em leitos de UTI para os próximos 7 dias no cenário pessimista.

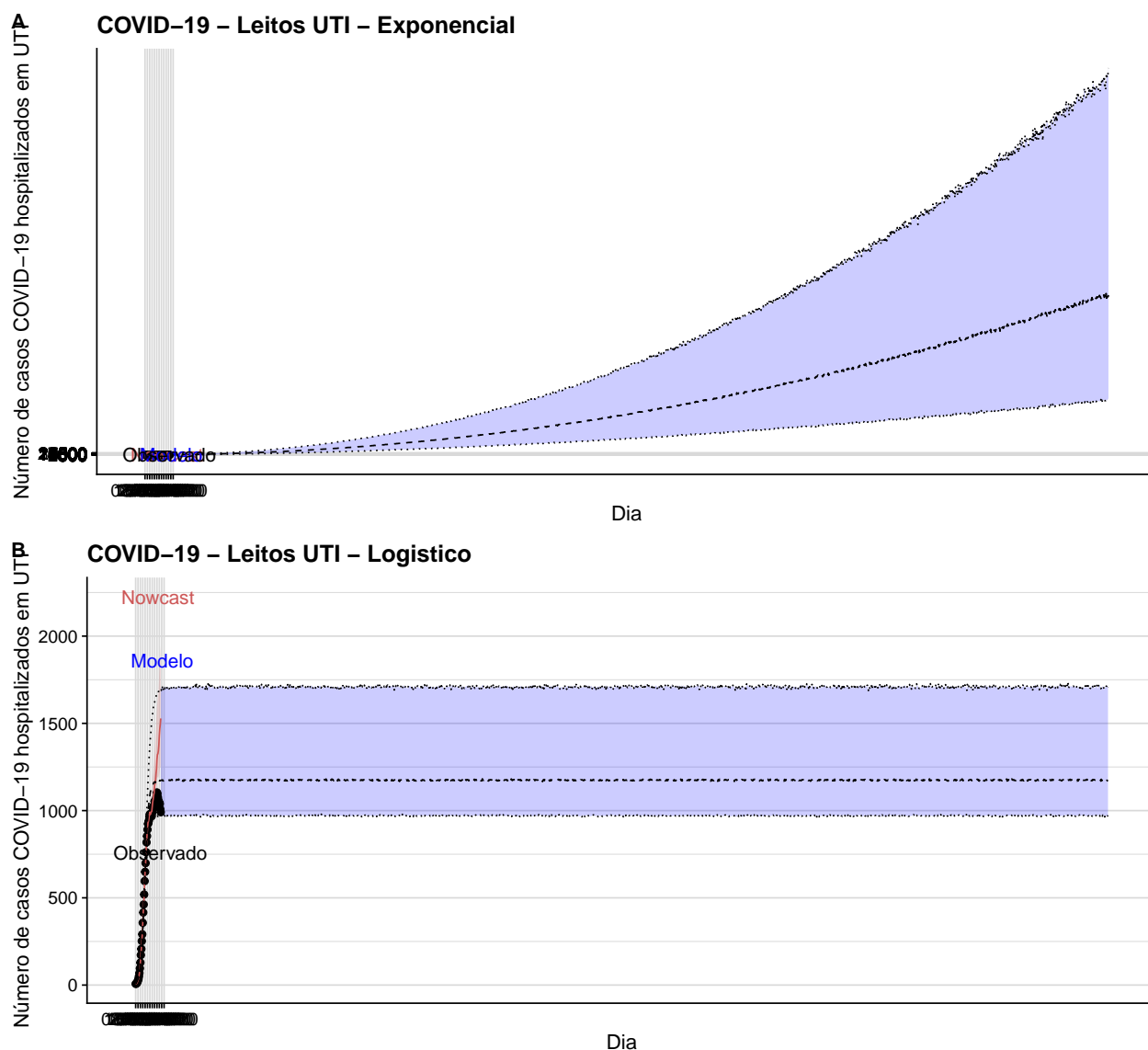
Data	Previsto	Limite Inferior	Limite Superior
2025-10-15	2413473	825073	5548811
2025-10-16	2454424	829122	5721732
2025-10-17	2382591	833749	5804477
2025-10-18	2451402	833710	5735204
2025-10-19	2426042	827610	5728637
2025-10-20	2403184	854601	5795287
2025-10-21	2430358	853949	5882432

Tabela 4: Projeção do número de casos hospitalizados de COVID-19 em leitos de UTI pra os próximos 7 dias no cenário otimista.

Data	Previsto	Limite Inferior	Limite Superior
2025-10-15	1173	972	1708
2025-10-16	1173	967	1705
2025-10-17	1170	973	1713
2025-10-18	1173	965	1713
2025-10-19	1174	970	1719
2025-10-20	1171	969	1702
2025-10-21	1169	972	1709

Gráfico das projeções para número de casos de COVID-19 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%.



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 assintota 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.

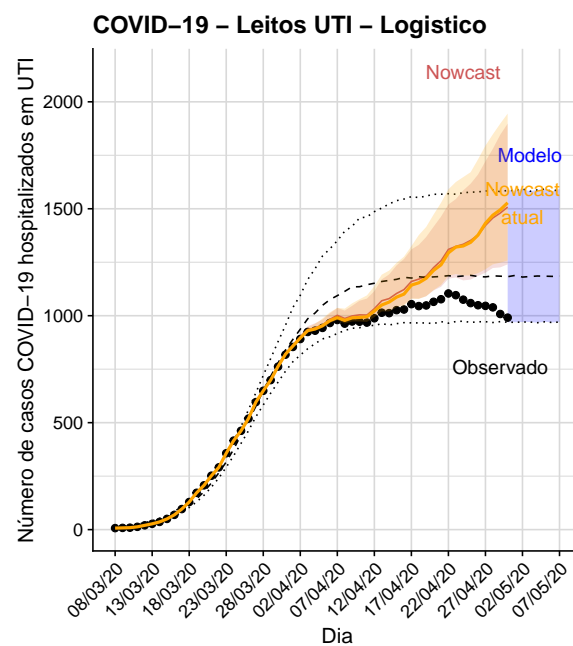
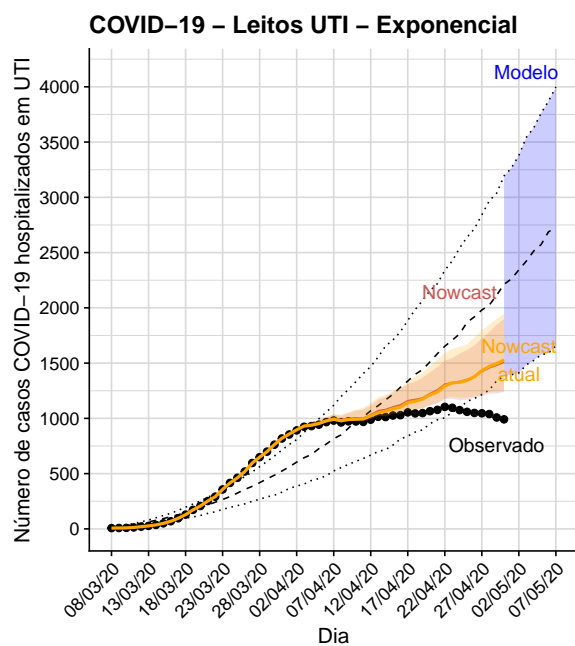
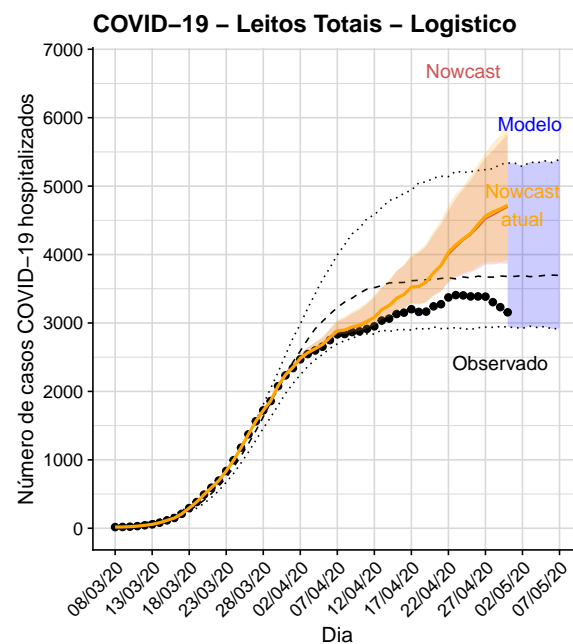
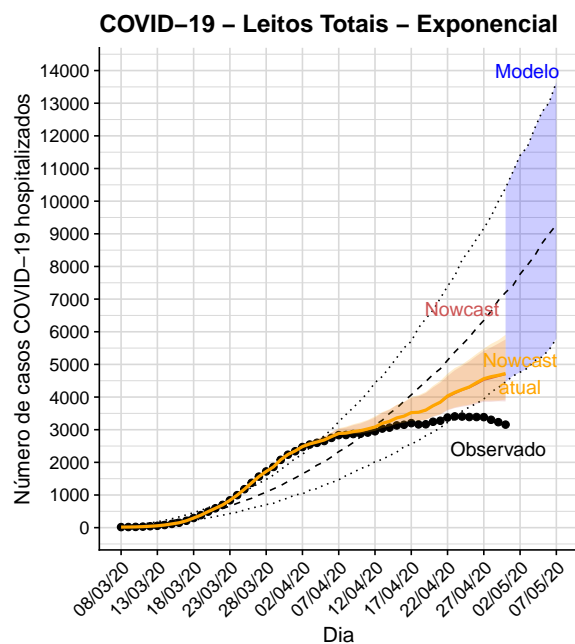
Criamos um sítio com códigos de fonte aberta que nos permite acompanhar o estado atual da epidemia de Covid-19 no Brasil, incluindo análises estatísticas e previsões. Modelos estatísticos e matemáticos para previsões da epidemia estão em preparação

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

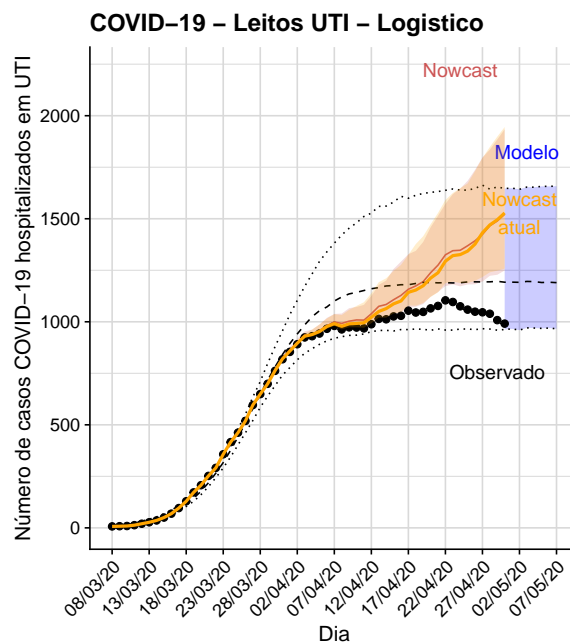
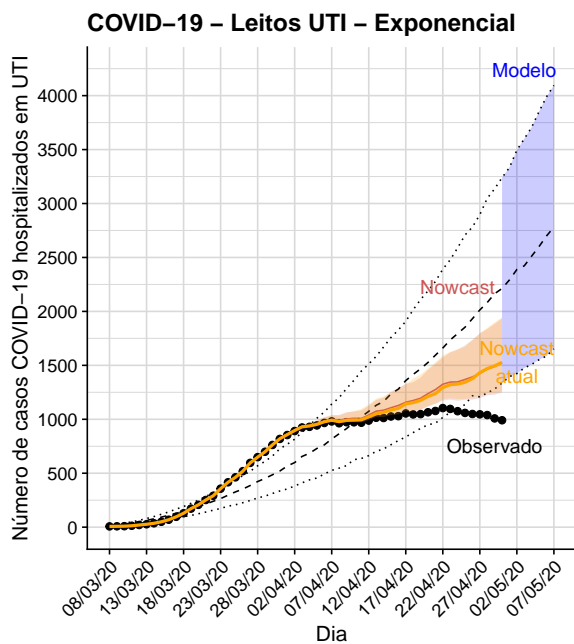
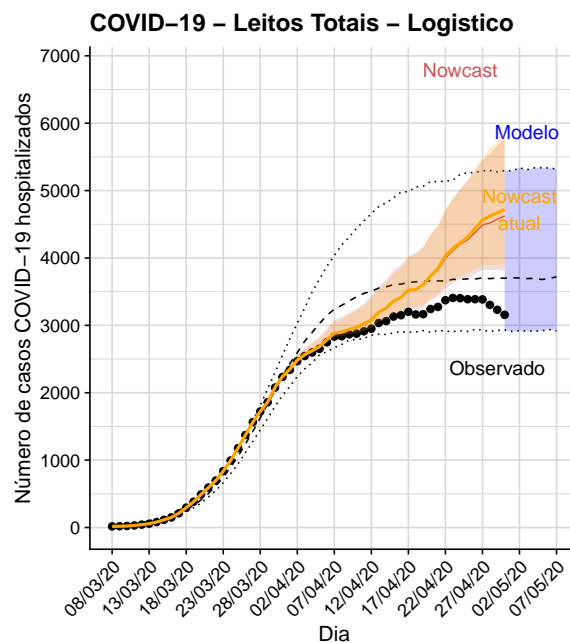
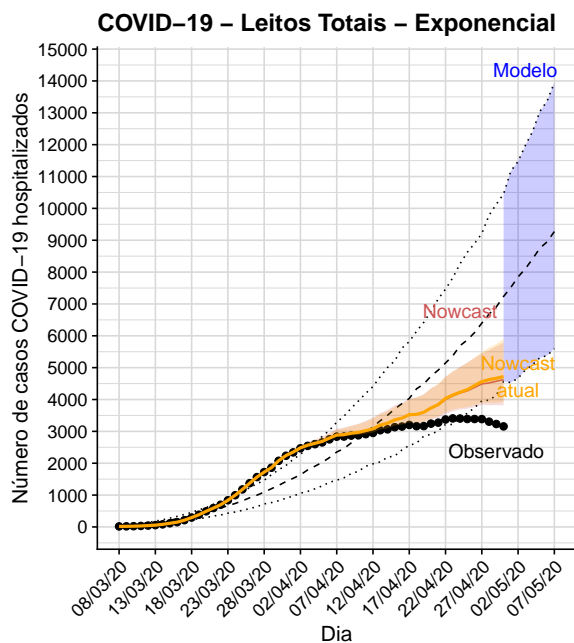
Contato: obscovid19br@gmail.com

Comparação com previsões anteriores

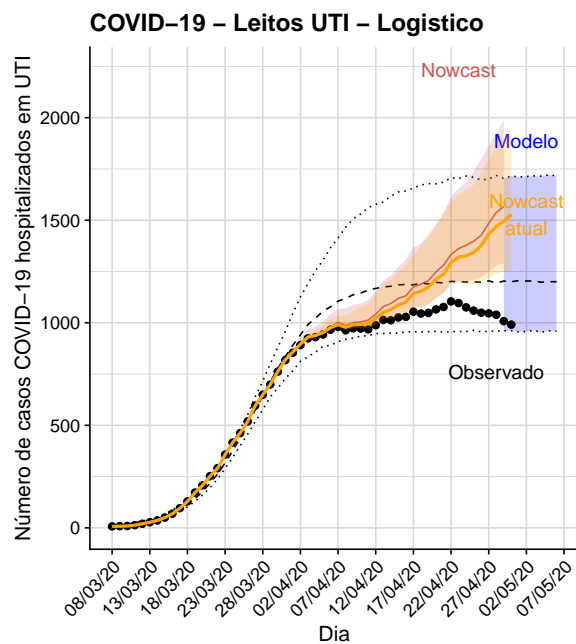
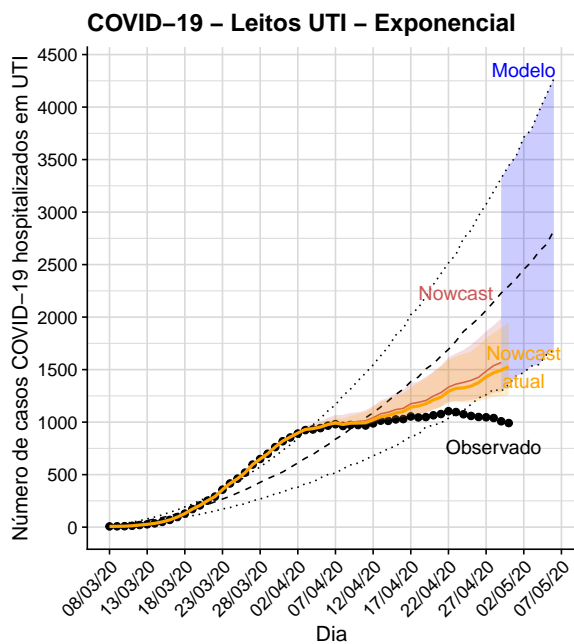
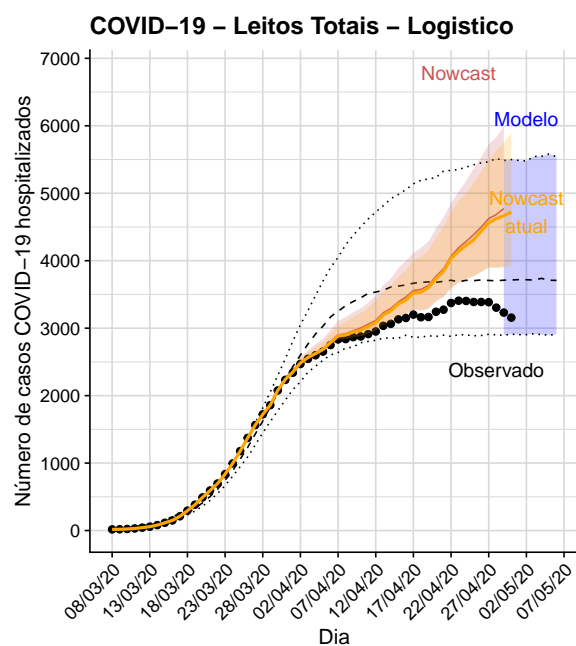
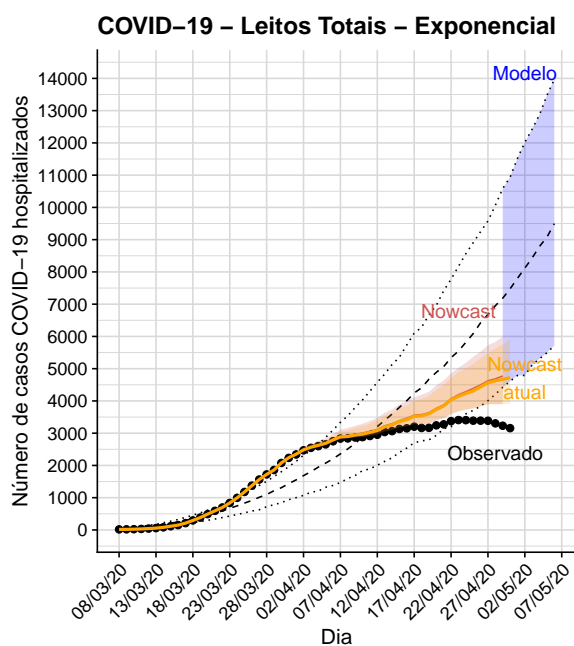
Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-03
contra observados atuais



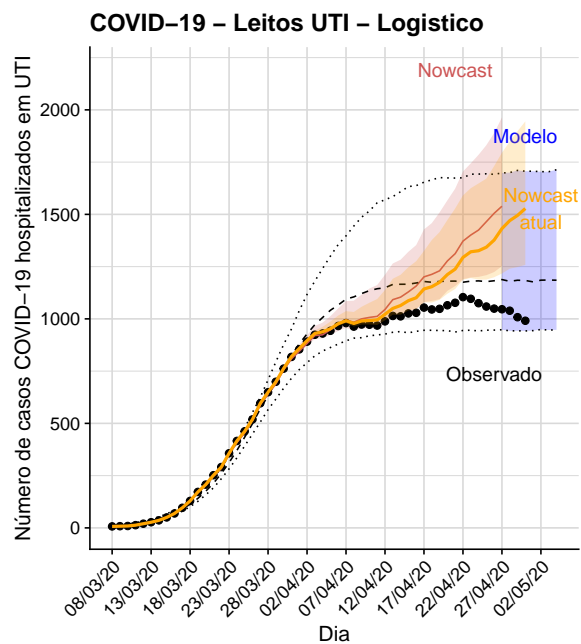
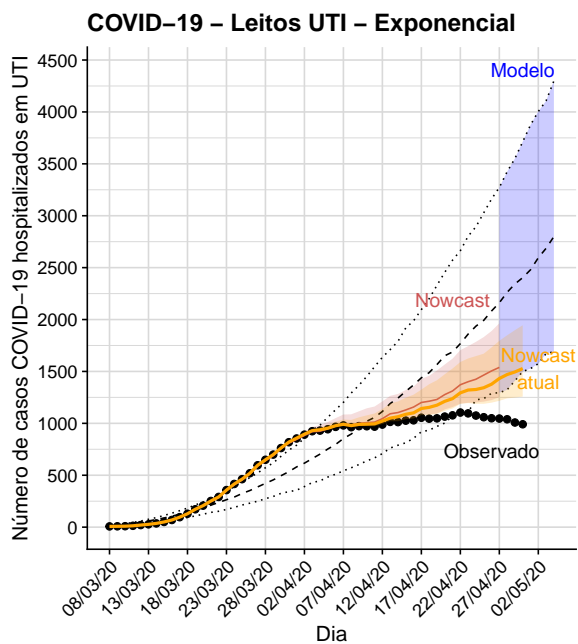
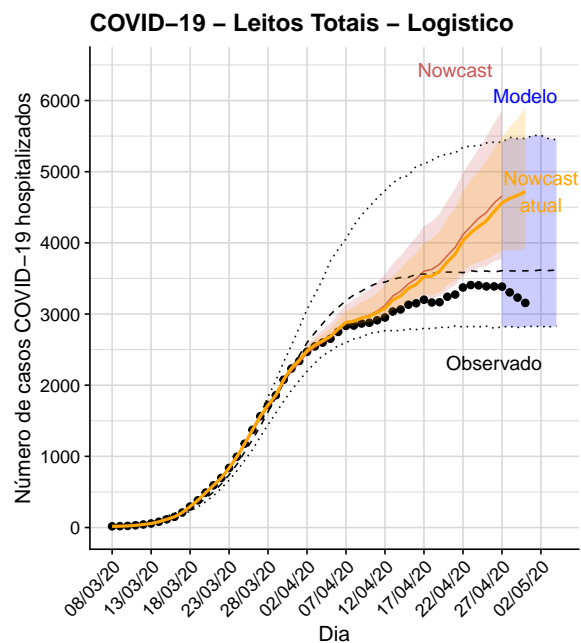
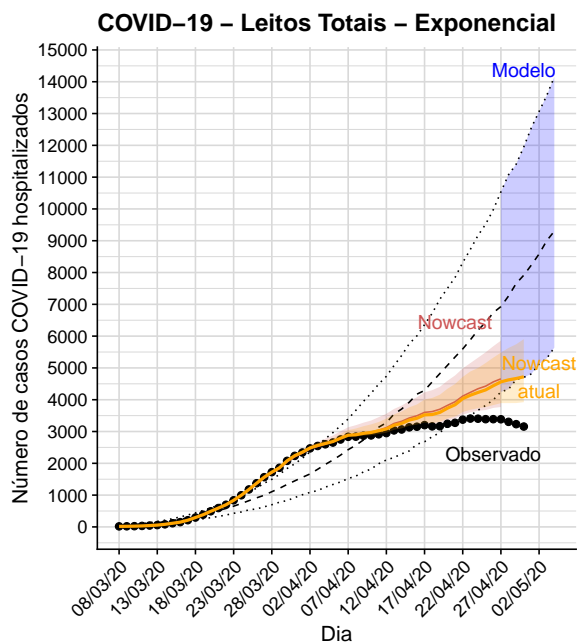
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-02
contra observados atuais**



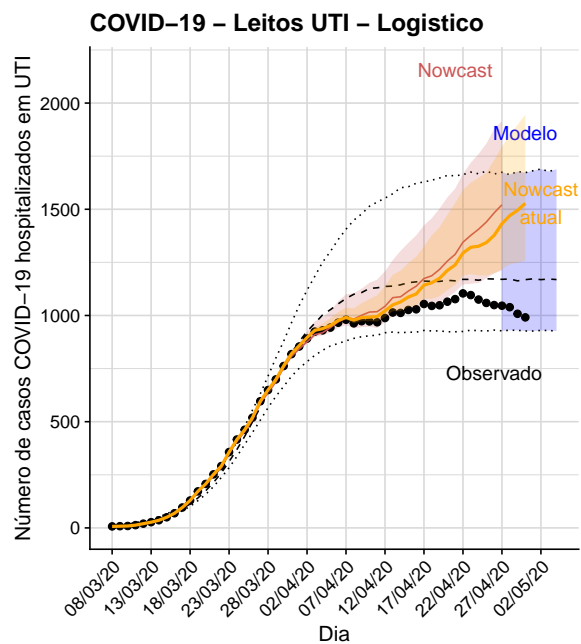
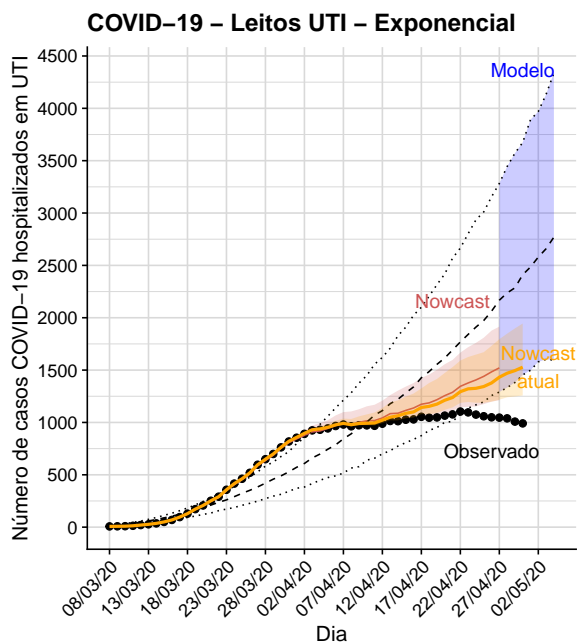
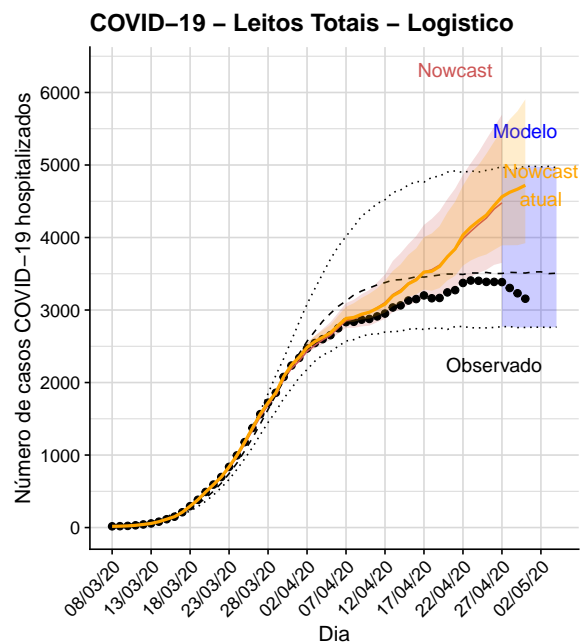
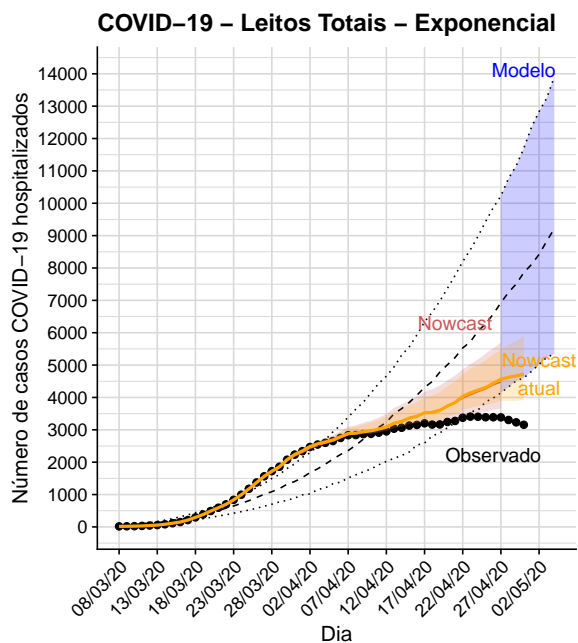
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-05-01
contra observados atuais**



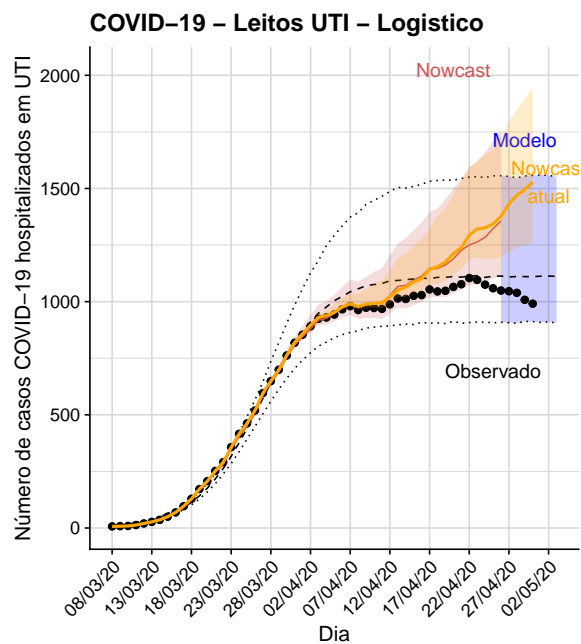
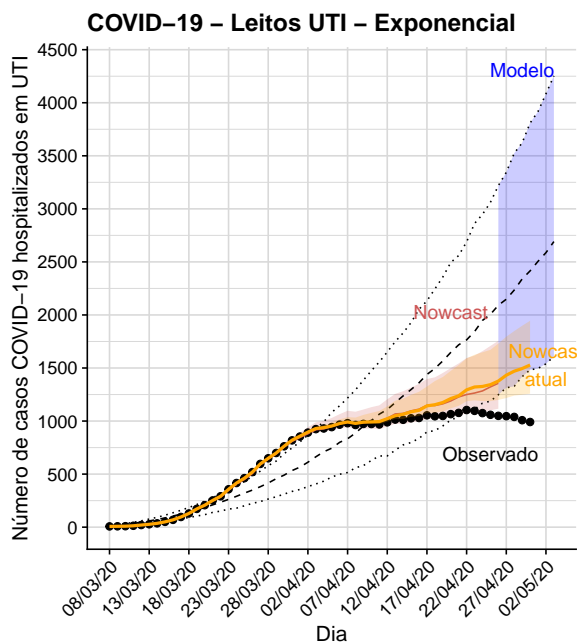
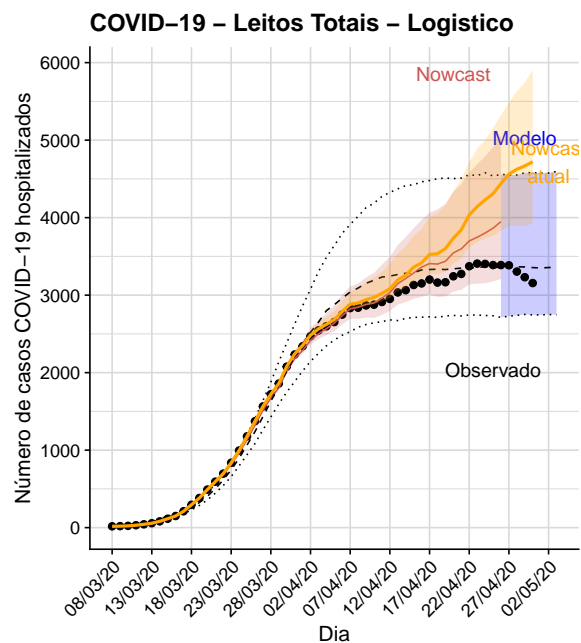
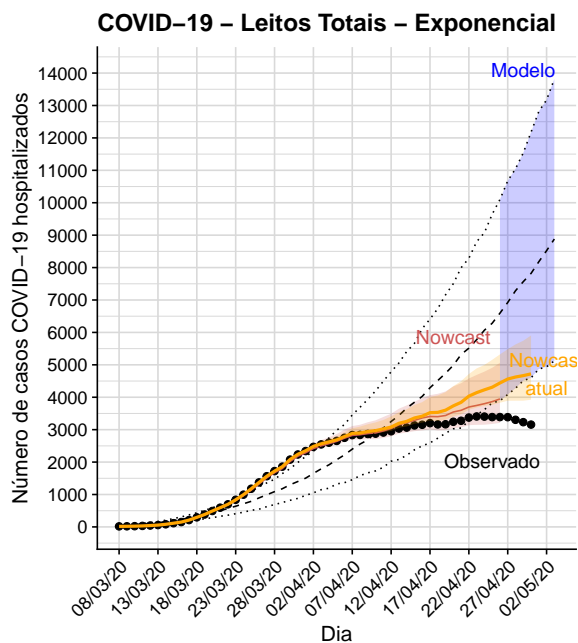
**Validação das previsões usando a base do dia 2020-04-30
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-04-29
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-04-28
contra observados atuais**



**Validação das previsões usando a base do dia 2020-04-27
contra observados atuais**

