



DATA SCIENCE
BRIGADE

YOUR DATA. STRONGER

GOVERNO DE
SANTA CATARINA
Secretaria de Estado da Saúde



MODELO EPIDEMIOLÓGICO RELATÓRIO_15 COVID-19

SES (Dr. Guilherme de Camargo)
ICASA

Data de entrega do relatório: **22/10/2020**

Data do modelo: **19/10/2020**

Usando dados do boletim do dia: **18/10/2020**

ÍNDICE

[Informações gerais](#)

[Equipe técnica](#)

[Mudanças neste telatório](#)

[Panorama do estado](#)

[Macrorregiões](#)

[Alto Vale do Itajaí](#)

[Foz do Rio Itajaí](#)

[Grande Florianópolis](#)

[Grande Oeste](#)

[Meio Oeste e Serra Catarinense](#)

[Planalto Norte e Nordeste](#)

[Sul](#)

[Municípios](#)

[Blumenau](#)

[Chapecó](#)

[Criciúma](#)

[Florianópolis](#)

[Itajaí](#)

[Joinville](#)

[Lages](#)

[Guia do modelo](#)

[Histórico de Mudanças](#)



INFORMAÇÕES GERAIS



CENÁRIOS E PROJEÇÕES

- > São realizadas projeções das estimativas do número total de infecções diárias e do **Índice de transmissibilidade** a partir dos óbitos, bem como os cenários de projeção de óbitos diários e semanais para até 4 semanas.

CONTEXTO

- > Todos os dias o modelo é alimentado e ajustado via dados disponibilizados pela plataforma **BoaVista do CIASC**
- > O modelo é atualizado semanalmente e com isso, produz-se **novas estimativas** das variáveis (R_t) e **novas projeções** dos cenários de óbitos
- > O modelo é baseado no trabalho do grupo de pesquisa do Imperial College London (Flaxman et al 2020)

RESULTADOS DOS TESTES

- > Estimativas de **casos, óbitos, e R_t**
- > **3 possíveis cenários** de óbitos para até **4 semanas**.

Referências

1. Flaxman, S., Mishra, S., Gandy, A. et al. Estimating the effects of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in Europe. Nature 584, 257–261 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2405-7>
2. <https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2020/05/aqui.pdf>
3. <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-brazil-cases-idUSKCN21V1X1>
4. <https://estado.rs.gov.br/estudo-inedito-estima-que-rs-tenha-5-650-pessoas-infectadas-pela-covid-19-5e9771dbbc08e>
5. Do Prado, M. F., et al. Analysis of COVID-19 under-reporting in Brazil. Revista Brasileira de Terapia Intensiva, 32(2), 224–228 (2020). <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20200030>



INFORMAÇÕES GERAIS



SUBNOTIFICAÇÃO

- > Estudos de diversas universidades e organizações apontam que o **número real de casos confirmados** pode ser até **15 vezes maior** do que o reportado. O número de óbitos também pode estar **subnotificado**, o que pode **impactar significativamente** as previsões.

INFECÇÕES DIÁRIAS

- > O modelo estima o **número de infecções diárias** a partir dos **óbitos** sem levar em conta o número de casos confirmados.

Referências

1. <https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2020/05/aqui.pdf>
2. <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-brazil-cases-idUSKCN21V1X1>
3. <https://estado.rs.gov.br/estudo-inedito-estima-que-rs-tenha-5-650-pessoas-infectadas-pela-covid-19-5e9771dbbc08e>



INFORMAÇÕES GERAIS



SOBRE OS DADOS UTILIZADOS

- > Para rodar o modelo epidemiológico, devemos receber semanalmente uma base de dados com o histórico de: casos e óbitos confirmados de COVID-19 por município, identificando a macrorregião a que pertencem, a data em que os óbitos ocorreram e os dados necessários para o cálculo do onset-to-death (período desde o aparecimento dos primeiros sintomas até o óbito).
- > Atualmente, os dados são baixados da **Plataforma BoaVista**, por meio de login e senha disponibilizados desde o trabalho previamente realizado e entregue de forma voluntária.
- > A **DSB não se responsabiliza** pela geração e compilação destes dados, que já devem ser entregues de forma padronizada com as informações descritas acima.
- > Para realizar as **projeções**, o modelo leva em conta:
 - os dados de óbitos confirmados por COVID-19
 - as datas em que intervenções estaduais foram realizadas (restrições e flexibilizações)
 - período entre o onset (data em que a pessoa manifestou os primeiros sintomas da doença) e o óbito
 - dados de mobilidade disponíveis no Google Mobility (<https://www.google.com/covid19/mobility/>)

ESTUDO

- > O trabalho realizado pela DSB de adaptação do modelo epidemiológico e geração destes relatórios têm caráter de estudo e qualquer decisão tomada a partir dos indicadores e gráficos aqui apresentados são de **total responsabilidade** dos gestores públicos.

Referências

1. <https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2020/05/aqui.pdf>
2. <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-brazil-cases-idUSKCN21V1X1>
3. <https://estado.rs.gov.br/estudo-inedito-estima-que-rs-tenha-5-650-pessoas-infectadas-pela-covid-19-5e9771dbbc08e>



EQUIPE TÉCNICA



JON CARDOSO

Lead Data Scientist na Data Science Brigade

- > Doutor em Ciências da Computação
(Área: bioinformática) pelo King's College London.
 - > Mestre em Engenharia Elétrica e de Computação pela UFG
-

DR. GUILHERME DE CAMARGO

Secretaria do Estado da Saúde de Santa Catarina

- > Médico Coordenador da Sala de Situação da Saúde
- > Chief Executive Officer Medsuite Tecnologia em Saúde
- > Médico pela Universidade Estadual de Londrina PR



MUDANÇAS NESTE RELATÓRIO



- > **Nota Técnica:** A equipe de ciência de dados vem se debruçando sobre formas de alterar e validar o modelo para aprimorar as predições do mesmo e manter a fidelidade quanto à situação real da pandemia. Com isso, os resultados desse relatório foram produzidos por uma **nova versão do algoritmo**, que leva em consideração **a porcentagem da população que já foi infectada** como um dos parâmetros de entrada do modelo.
 - Essa alteração visa **aliviar um pouco a dependência do modelo pelos dados do Google Mobility**. Temos percebido uma interferência grande destes dados nas projeções e estimativas desde 01 de junho de 2020 quando as medidas de intervenção passaram a ser compartilhadas entre o Estado e municípios. Desde então, medidas de distanciamento social e outras intervenções não farmacêuticas não tem sido mais informadas ao modelo.
 - O diagrama no fim do relatório foi atualizado para refletir esta mudança.
- > **Nota Técnica:** Assim como outras variáveis que influenciam o R_t (mobilidade urbana com Google Mobility, intervenções estatais), pressupõe-se que os dados de percentual de população exercem um efeito linear dentro da curva sigmoideal do R_t . Testes e validações contínuas serão feitas nas próximas semanas para comprovar se essa suposição deverá ser mantida caso uma “segunda onda” de covid-19 aconteça no estado.
- > Para este modelo, utilizamos os parâmetros: 1600 iterações, das quais 1000 foram usadas para warmup, e `max_tree_depth` com valor 8. Nas versões seguintes, provavelmente não precisaremos desse alto número de iterações.
- > **Comentário:** a equipe de ciência de dados têm trabalhado também para diagnosticar o motivo pelo qual o modelo tem reduzido as estimativas das infecções diárias por covid-19, o que pode trazer novas versões do modelo nas próximas semanas.
 - Nos primeiros relatórios deste estudo, o modelo estimava um número de infectados (sintomáticos e assintomáticos) ~10x a 15x maior do que o número de casos reportado, o que era condizente com vários estudos - vide referências sobre sub-notificação na página 4. Porém, ultimamente as previsões de infecções diárias (Gráficos A) tem ficado muito próximos dos valores reportados, o que é inesperado.



PANORAMA DO ESTADO

RELATÓRIO_15

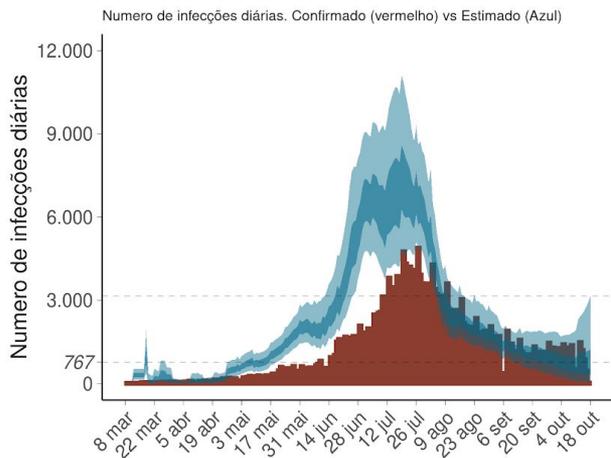
The background of the slide is a dark, blurred image of a financial candlestick chart. The chart shows price fluctuations over time, with a horizontal line drawn across it. The text is overlaid on the left side of the image.

PANORAMA DO ESTADO

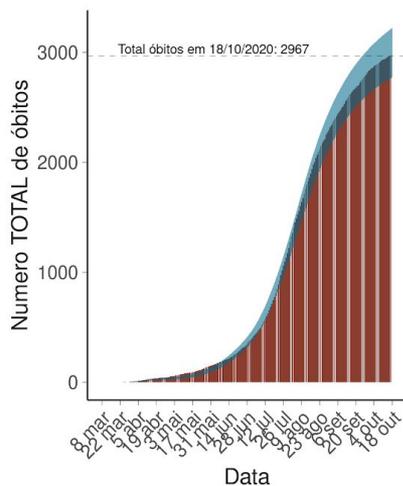
Resultados do modelo do dia **19/10/2020** para o estado de **Santa Catarina**

Modelo Imperial College London

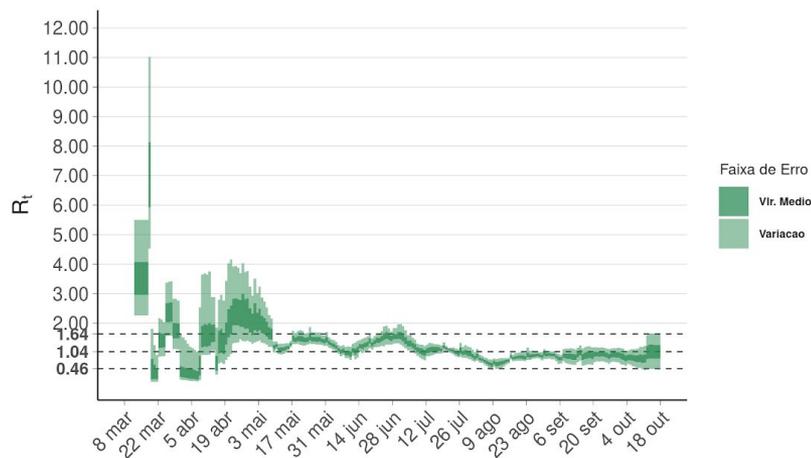
A

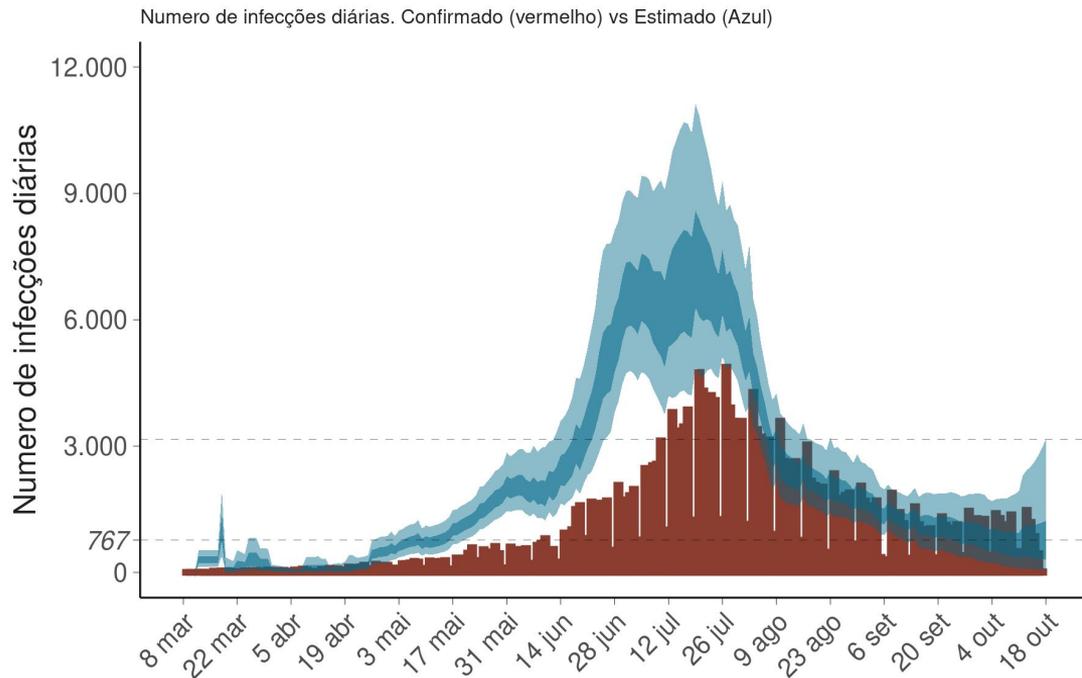


B



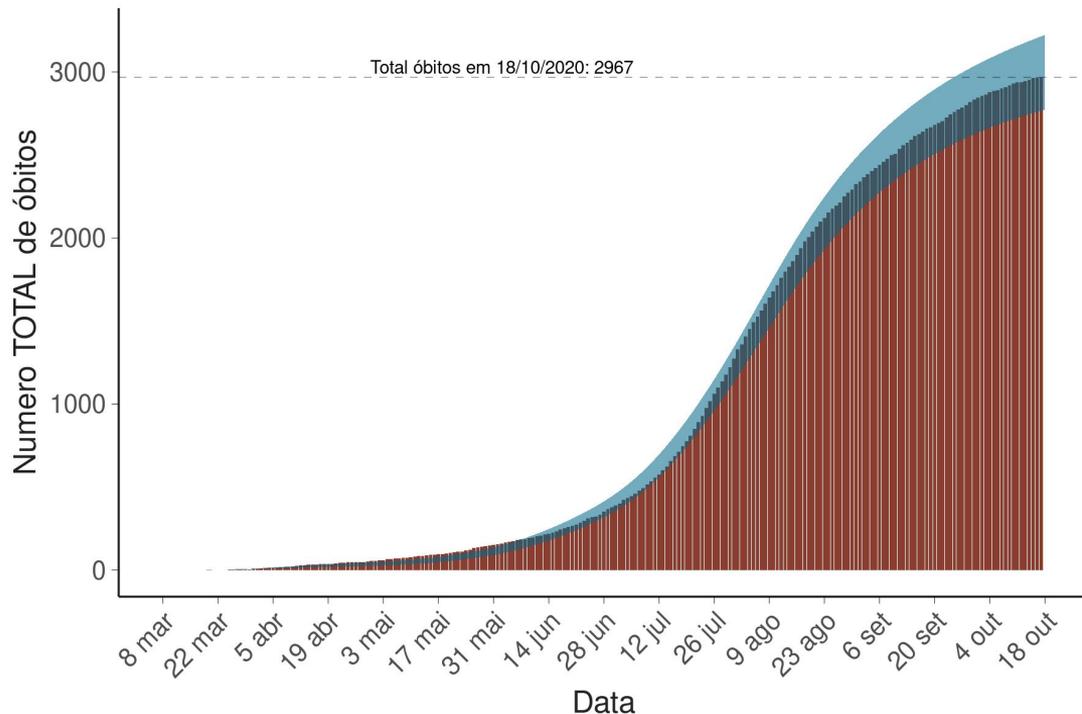
C





- Atualmente, o modelo estima que uma média de aproximadamente **767 novas infecções** vem acontecendo diariamente no estado, podendo chegar a mais de 3000.
- Diversos estudos apontam e estimam a subnotificação de casos confirmados. O modelo epidemiológico já chegou a estimar um número de infecções diárias 15x maior do que a reportada mas essas estimativas têm se aproximado dos casos confirmados nos testes das últimas semanas.
- **Nota técnica.** Algumas possíveis explicações para essa mudança de escala nas estimativas deste gráfico são: i) as alterações necessárias nos parâmetros ao longo dos estudos interferiram nas estimativas ii) os modelos iniciais estavam mais “pessimistas” com as previsões e agora o modelo está mais calibrado iii) as distribuições estatísticas usadas internamente pelo modelo precisam ser ajustadas. A equipe de cientistas de dados do modelo têm avaliado essas questões como parte dos estudos.

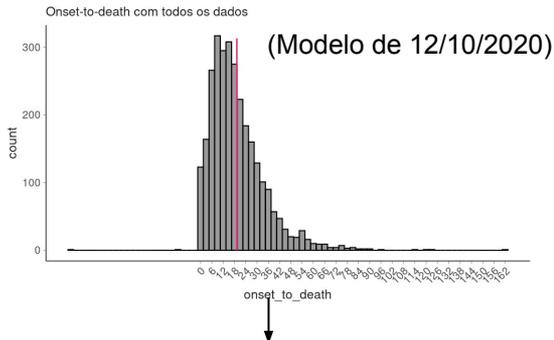




- Em **Santa Catarina**, os dados indicam que o período desde o aparecimento dos primeiros sintomas até o óbito (onset-to-death) é em média **20.06** dias, calculado ignorando os registros onde onset-to-death tem valor menor ou igual a 0.
- Essa variável é informada ao modelo para realizar as estimativas e a média estimada pelo estudo original da Imperial College London era de 18.8.
- A subnotificação dos óbitos por COVID-19 impactar significativamente essas estimativas.
- Os óbitos são reflexo do contágio ocorrido na população do Estado há cerca de duas a três semanas anteriores à data que o modelo foi rodado.

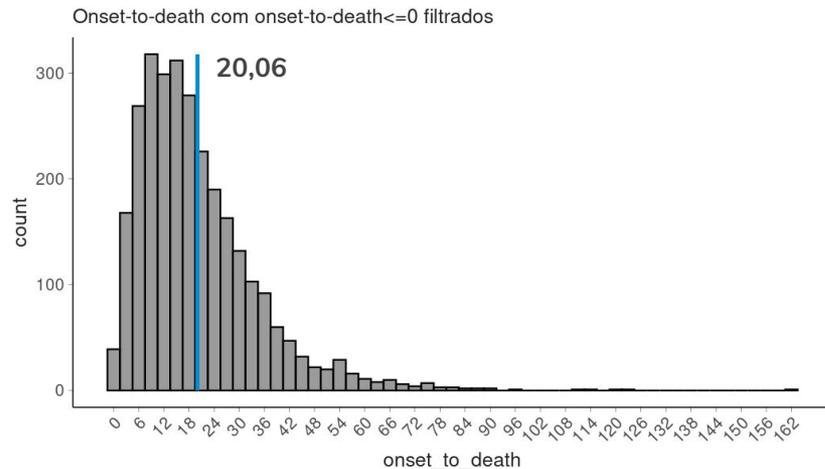
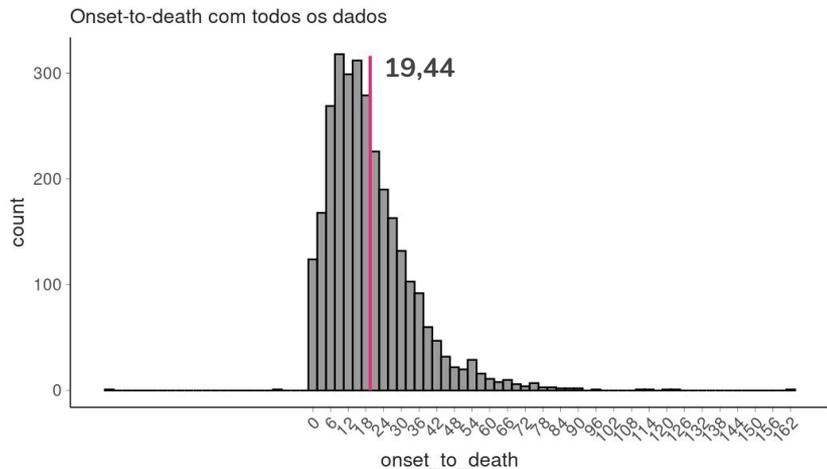


PANORAMA DO ESTADO



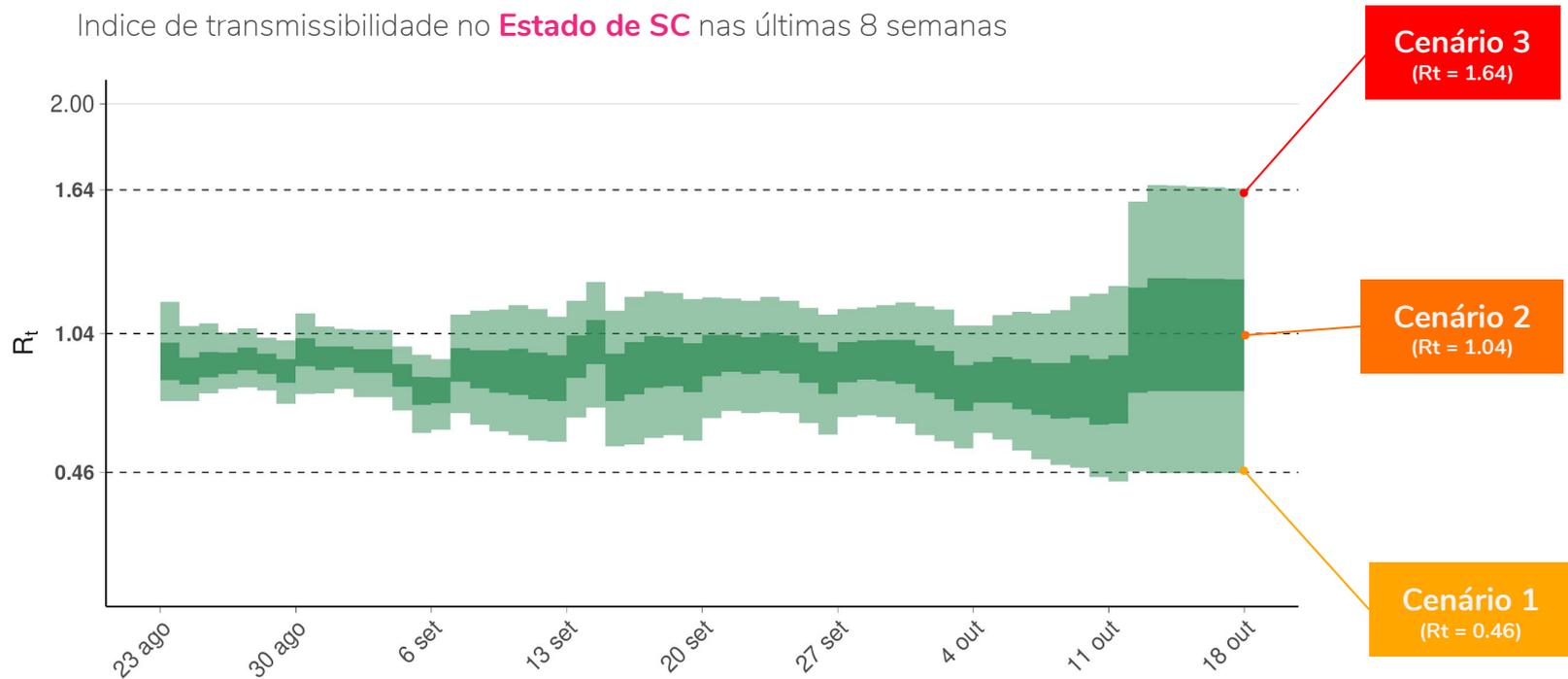
Em relatórios anteriores, relatamos o grande número de casos (500+) em que a data do óbito por covid-19 coincidia com o dia em que o paciente relatou ter sentido os primeiros sintomas da doença ($\text{onset-to-death} \leq 0$). Nos dados obtidos esta semana, notamos que esse número diminuiu significativamente apesar de existir ainda alguns poucos casos de erro.

Atualmente existem 87 casos onde a data de óbito coincide ou é antes da data do início dos sintomas ou com a data que o paciente entrou no hospital.



PROJEÇÕES ATUALIZADAS PARA O ESTADO

Índice de transmissibilidade no **Estado de SC** nas últimas 8 semanas



OBSERVAÇÕES SOBRE O RESULTADO DO MODELO DA SEMANA

Quanto ao **diagnóstico do modelo**

- O modelo foi **calibrado** com dados fornecidos pelo Governo de Santa Catarina através da Plataforma BoaVista, que contabilizava um total de 2967 óbitos no dia 18/10/2020.
- **Comparando ao Relatório 11, o estado seguiu próximo às projeções do Cenário 2 nestas últimas 4 semanas.** Naquele relatório, a projeção de óbitos era de atingir 2973 em 18/10/2020 no Cenário 2.
- Considerando o tempo de incubação do vírus (~5 dias) e que os óbitos acontecem 20.06 dias após os primeiros sintomas, a curva de óbitos de hoje é reflexo dos contágios de **2-3 semanas** atrás.
- As medidas de **intervenções estaduais** - sejam restrições ou flexibilizações - impostas desde o início da pandemia no estado de Santa Catarina foram informadas ao modelo (<http://www.sea.sc.gov.br/confira-a-linha-do-tempo-do-governo-sc-no-combate-ao-coronavirus/>)
- As alterações na legislação deixaram de ser representativas para o modelo desde 01/06/2020 quando as **decisões** de enfrentamento contra a COVID-19 passaram a ser **compartilhadas com os municípios**.
- Para mitigar isso usamos **os dados do Google Mobility**, que de forma agregada e anonimizada compila um índice diário (%) do nível de distanciamento social da população de Santa Catarina. **Obs:** Lembrando que ainda não tivemos acesso liberado aos dados da Inloco conforme discutido previamente.



OBSERVAÇÕES SOBRE O RESULTADO DO MODELO DA SEMANA

Quanto ao **diagnóstico do modelo**

- Algumas Macrorregiões e Municípios do Estado tem tido **uma nova crescente nos casos de infecção**, entretanto **o número de óbitos não tem crescido em igual proporção como durante a primeira onda de infecções**.
- Dada essa informação e visto que o modelo utiliza somente os óbitos como forma de mensurar o número de infectados, utilizando o Infection Fatality Rate (IFR), o modelo deveria estimar um número de casos maior do que o número reportado, visto que o IFR é menor que o Case Fatality Rate (CFR), que indicaria o número de infecções reportado dados os óbitos.
- **É possível que o modelo esteja subestimando o número de casos** que estão ocorrendo nessas regiões, **e por consequência, subestimando o R_t também**. Ademais, geralmente considera-se que o número de casos reportados é subnotificado em uma proporção de até 10x-15x porém isso não tem acontecido nos testes mais recentes com o modelo (ver referências na página 03).
- Além disso, desde o início da responsabilidade compartilhada entre o Estado de SC e municípios (01 de junho de 2020), as alterações nas intervenções não farmacêuticas não tem sido mais informadas ao modelo. Então desde esta data, o modelo acaba dependendo bastante dos dados do Google Mobility para estimar o R_t , fazendo com que o modelo atribua um número similar de infecções diárias. Para corrigir essa tendência, **a versão atual do modelo** adiciona também uma variável indicando o percentual da população da região que já foi infectado por covid-19.



OBSERVAÇÕES SOBRE O RESULTADO DO MODELO DA SEMANA

Quanto ao **diagnóstico do modelo**

- O número de óbitos do estado de SC seguiu uma tendência abaixo daquela vista no Cenário 1 do modelo de 05/10.
- **Se mantida a tendência das projeções próximas ao Cenário 1**, o total de óbitos alcançará 3075 até 09/11 (+158).
- O índice de transmissibilidade (R_t) pode ser encarado como uma métrica de velocidade de propagação da doença na localidade. Se o R_t estiver acima de 1 ($R_t > 1$), isso indica uma tendência de aumento exponencial no número de infectados e consequentemente de óbitos nas próximas semanas. Quanto maior o R_t , mais rápido o vírus irá espalhar na população, o que poderá gerar sobrecarga no sistema público de saúde.
- **O modelo estima um R_t menor do que o estimado nas semanas passadas, com a possibilidade de R_t abaixo de 1 nos Cenários 1 e 2, e R_t alto (acima ou igual a 1) nos Cenários 2 e 3.** Um R_t abaixo de 1 indica que apesar do vírus ainda estar circulando e causando novos óbitos, a tendência é que a curva de óbitos cresça numa velocidade bem mais branda.
- O R_t está oscilando dentro da faixa $R_t=0.46$ e $R_t=1.64$, com um valor médio de $R_t=1.04$. E está com uma variação muito grande, o que pode indicar uma **incerteza no modelo**.

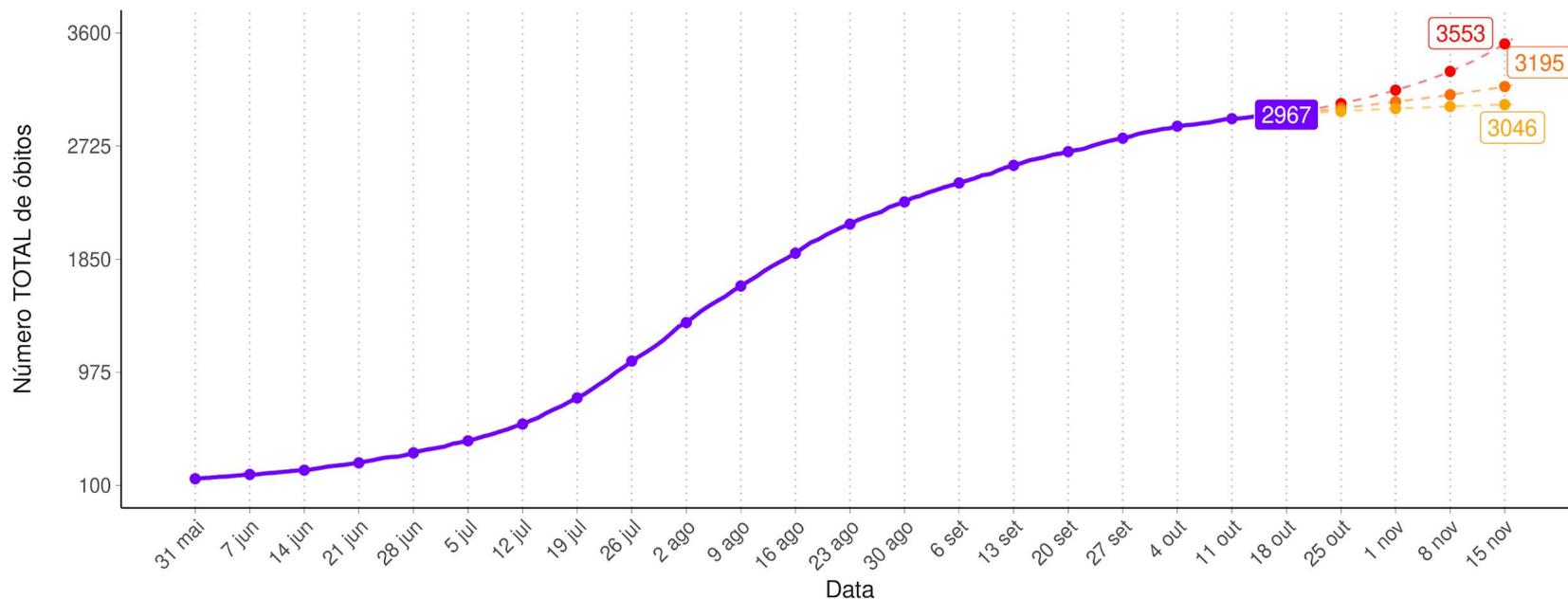


PROJEÇÕES ATUALIZADAS PARA O ESTADO

Projeção para as **próximas 4 semanas** no estado de **Santa Catarina**

Modelo Imperial College London

Cenários a Cenário 1 a Cenário 2 a Cenário 3 a Óbitos confirmados

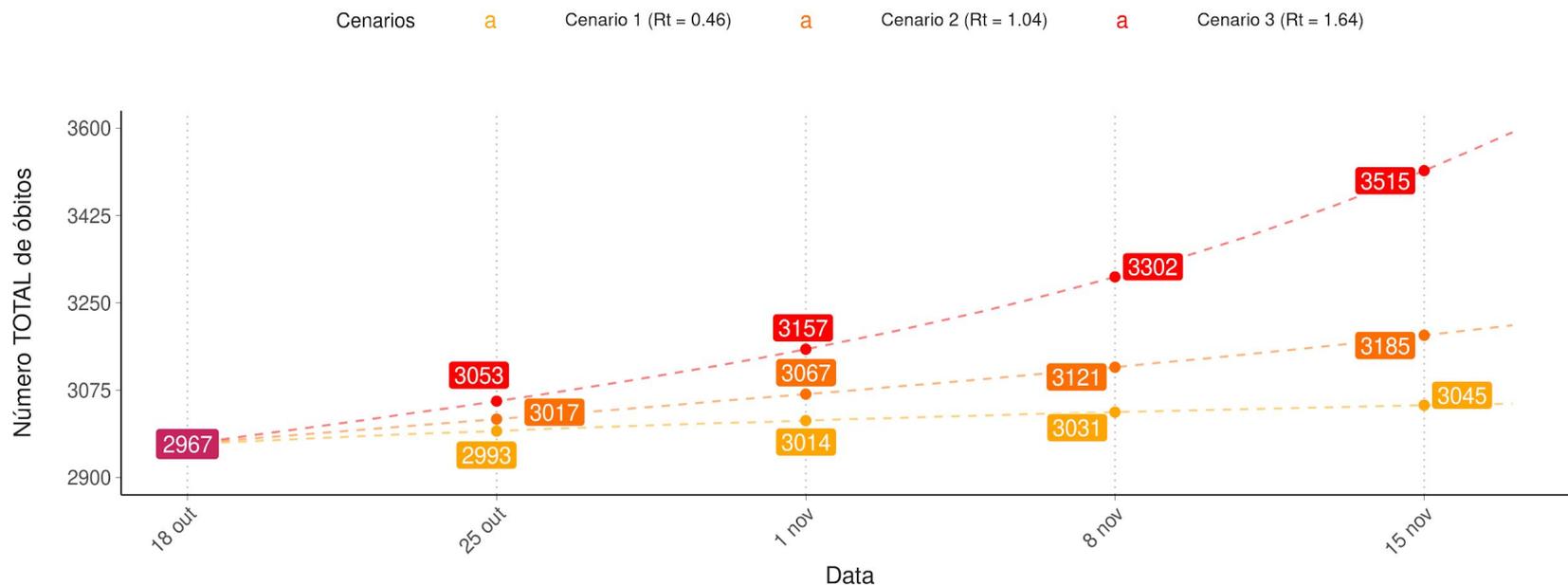


PROJEÇÕES ATUALIZADAS PARA O ESTADO

Projeção para as **próximas 4 semanas** no estado de **Santa Catarina**

Modelo Imperial College London

(SC_ESTADO) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020

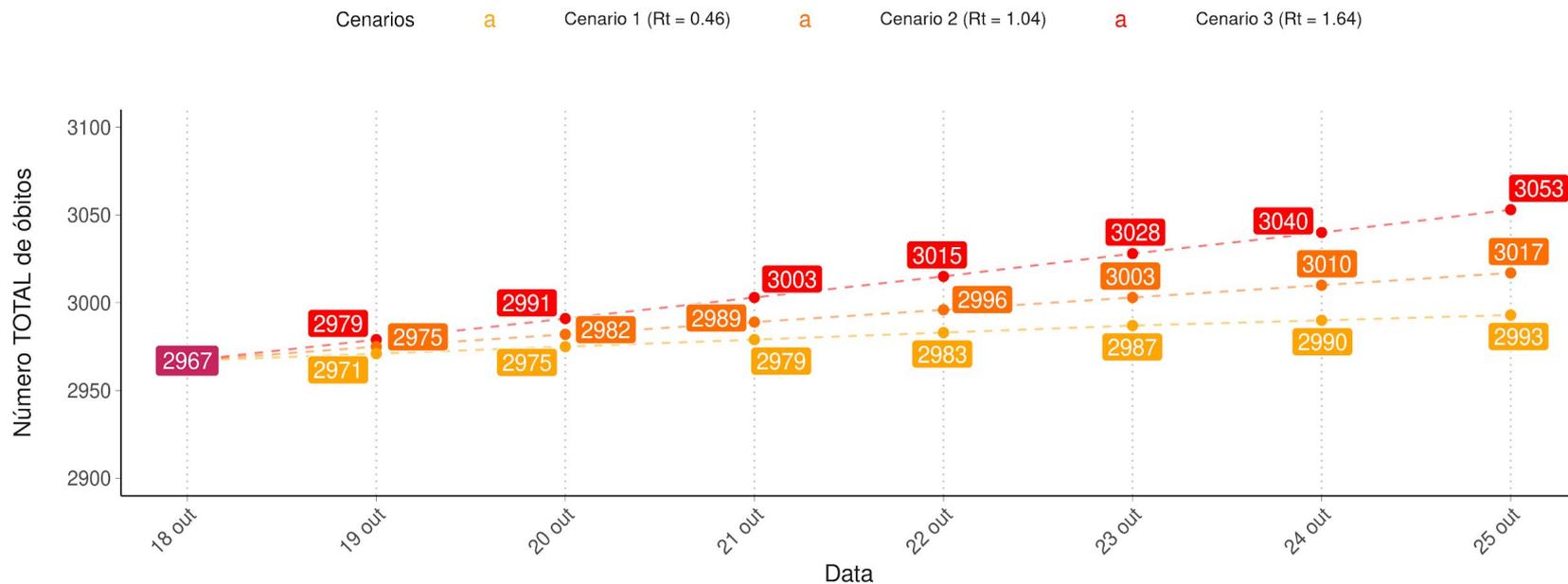


PROJEÇÕES ATUALIZADAS PARA O ESTADO

Projeção para a **próxima semana** no estado de **Santa Catarina**

Modelo Imperial College London

(SC_ESTADO) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



MACRORREGIÕES

The background of the slide is a dark, blurred image of a financial candlestick chart. The chart shows price movement over time, with a horizontal line drawn across it, likely representing a trend or a specific price level. The text is overlaid on this background.

RELATÓRIO_15

OBSERVAÇÕES SOBRE MACRORREGIÕES

Sobre as **previsões regionalizadas**:

- A doença se propaga de forma diferente por cada macrorregião e, portanto, é importante avaliar o diagnóstico do modelo e as projeções de forma independente.
- Lembrando que a partir do Relatório 04 do dia 04/08/2020, a soma das projeções de óbitos das macrorregiões irá condizer aproximadamente com a previsão para todo o Estado, vista nos slides anteriores. Algumas pequenas divergências poderão existir devido às aproximações numéricas dos resultados.
- A medida que o modelo vai ficando mais calibrado, as projeções e análises do modelo por macrorregiões são mais importantes, mais relevantes e provavelmente mais fidedignas do que os resultados do modelo para o estado de Santa Catarina como um todo. Bem como as dos testes do modelo por municípios.



OBSERVAÇÕES SOBRE MACRORREGIÕES

Principais **pontos de atenção**:

- Quase todas as macrorregiões ficaram próximas ou abaixo do Cenário 1 do modelo da semana passada, com a exceção das macrorregiões da **Grande Florianópolis**, que ficou próxima do Cenário 3, e **Grande Oeste**, que ficou equidistante dos Cenários 2 e 3.
- O **Rt** estimado do modelo **subiu** significativamente **para os Cenários 2 e 3**, exceto no cenário 2 do Planalto Norte & Nordeste onde ele se manteve constante. Para o **Cenário 1** o **Rt** apresentou uma queda exceto **para as macrorregiões da Foz do Rio Itajaí e Grande Florianópolis**, onde o **Rt subiu**. Note, entretanto que o **Rt** está apresentando uma maior variabilidade com essa nova alteração no modelo.
- O **número de infecções estimadas subiu** na maior parte dos cenários e macrorregiões, **mas ainda é possível que esse valor esteja subnotificado**.
- Nas previsões de Cenário 1, o total de óbitos fica abaixo de 1.06x nas próximas 4 semanas para todas as macrorregiões. Para a Grande Florianópolis e o Grande Oeste, no Cenário 3, o total de óbitos fica abaixo de 1.26x e 1.24x, respectivamente.



COMPARAÇÃO COM RELATÓRIOS ANTERIORES

Mudanças nas **estimativas do Rt**:

Macrorregião de Saúde	Cenário 1 (Rt)		Cenário 2 (Rt)		Cenário 3 (Rt)	
	12/10	19/10	05/10	19/10	05/10	19/10
Estado de Santa Catarina	0,61	0,46 ↓	0,68	1,04 ↑	0,75	1,64 ↑
Alto Vale do Itajaí	0,61	0,39 ↓	0,68	1,04 ↑	0,74	1,73 ↑
Foz do Rio Itajaí	0,60	0,77 ↑	0,66	1,48 ↑	0,73	2,27 ↑
Grande Florianópolis	0,60	0,77 ↑	0,66	1,58 ↑	0,73	2,37 ↑
Grande Oeste	0,60	0,24 ↓	0,67	0,80 ↑	0,74	1,24 ↑
Meio Oeste e Serra Catarinense	0,63	0,29 ↓	0,69	0,70 ↑	0,77	1,18 ↑
Planalto Norte e Nordeste	0,62	0,32 ↓	0,69	0,69 →	0,76	1,08 ↑
Sul	0,64	0,44 ↓	0,70	1,08 ↑	0,78	1,76 ↑



COMPARAÇÃO COM RELATÓRIOS ANTERIORES

Mudanças nas **estimativas de infecções diárias**:

Macrorregião de Saúde	Infecções Diárias (Média)			Infecções Diárias (Máximo)		
	05/10	19/10		05/10	19/10	
Estado de Santa Catarina	453	767	↑	792	~3000	↑
Alto Vale do Itajaí	61	74	↑	108	457	↑
Foz do Rio Itajaí	35	92	↑	59	~475	↑
Grande Florianópolis	53	190	↑	90	~600	↑
Grande Oeste	34	118	↑	60	~290	↑
Meio Oeste e Serra Catarinense	68	~30	↓	117	175	↑
Planalto Norte e Nordeste	99	82	↓	169	318	↑
Sul	104	181	↑	190	834	↑



ALTO VALE DO ITAJAÍ

RELATÓRIO_15 / macrorregiões

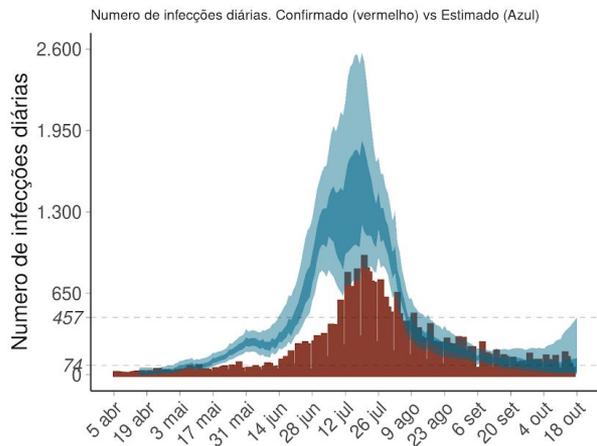


Resultados do modelo **19/10/2020** para a **macrorregião Alto Vale do Itajaí**

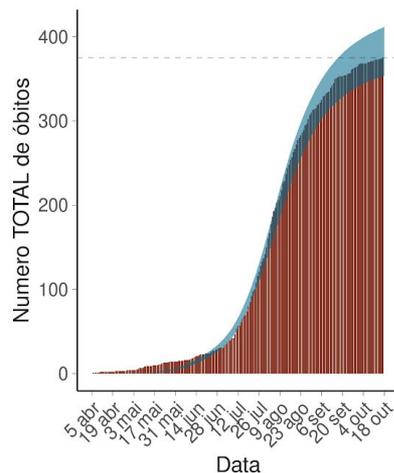
Modelo Imperial College London



A



B



C

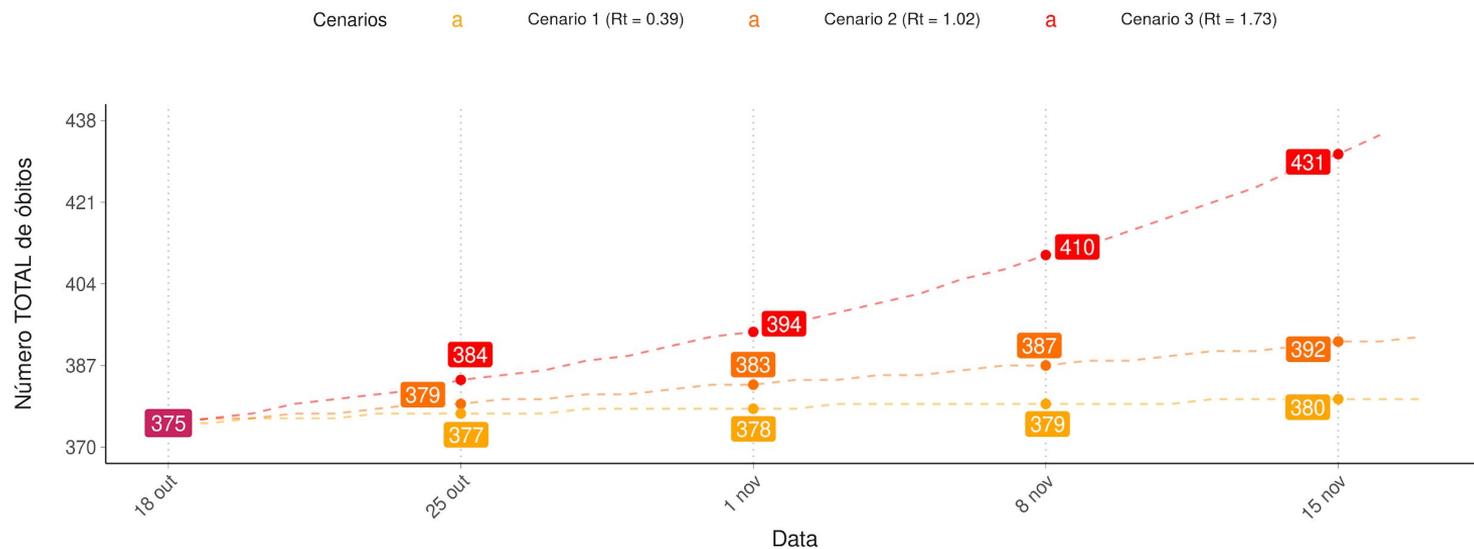


Projeção para as **próximas 4 semanas** na **macrorregião Alto Vale do Itajaí**

Modelo Imperial College London



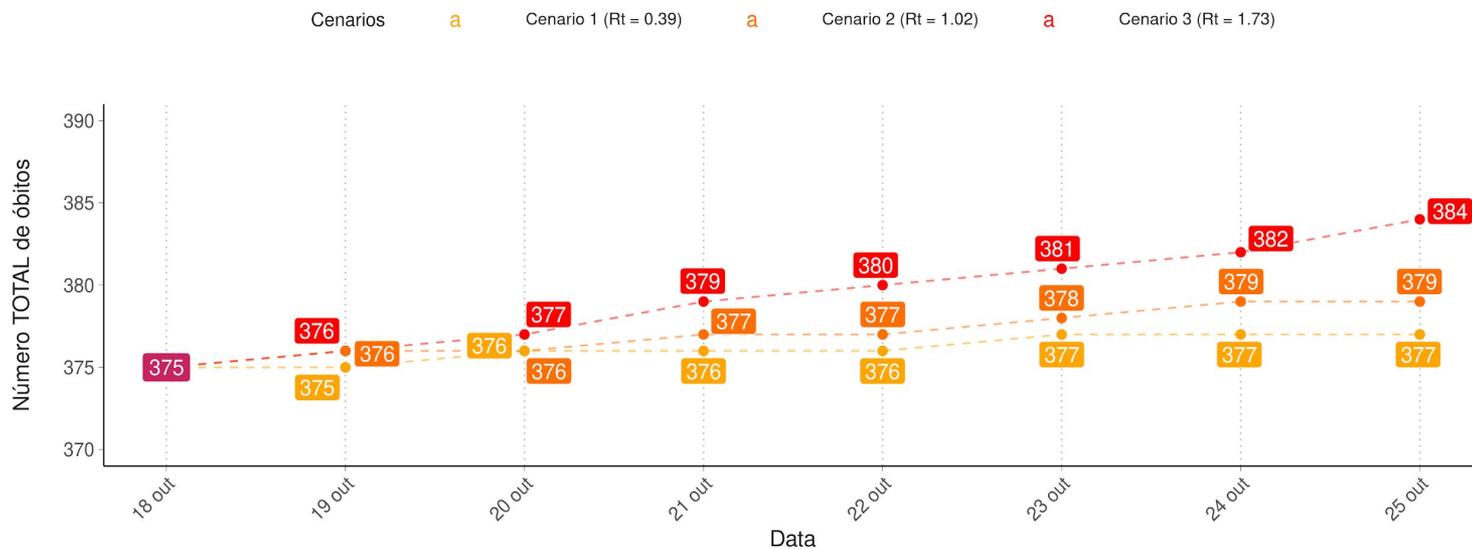
(SC_MAC_ALTO_VALE_DO_ITAJAI) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a **próxima semana** na **macrorregião Alto Vale do Itajaí**

Modelo Imperial College London

(SC_MAC_ALTO_VALE_DO_ITAJAI) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



FOZ DO RIO ITAJAÍ

RELATÓRIO_15 / macrorregiões

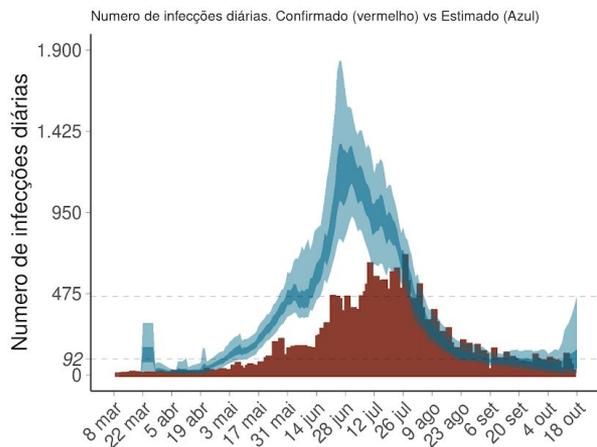


Resultados do modelo **19/10/2020** para a **macrorregião Foz do Rio Itajaí**

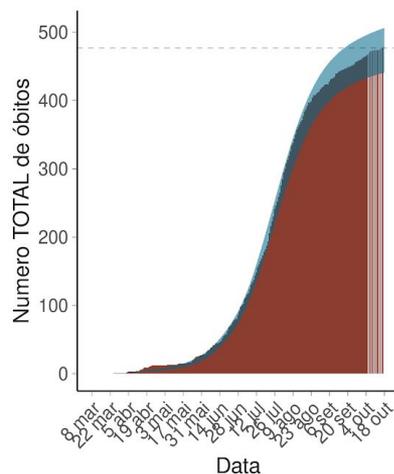
Modelo Imperial College London



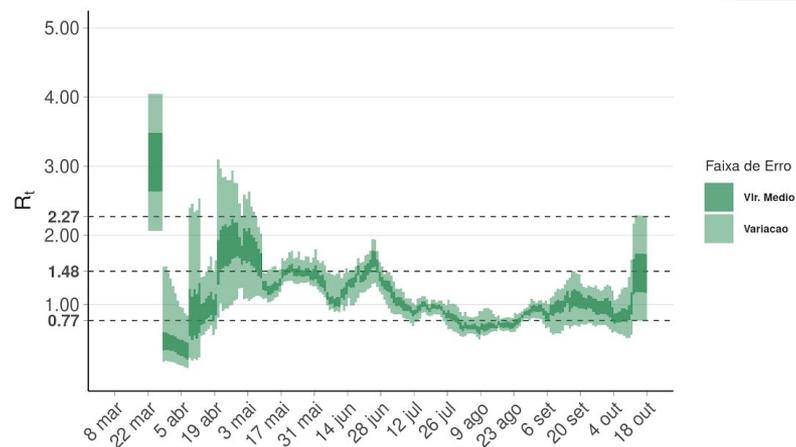
A



B



C

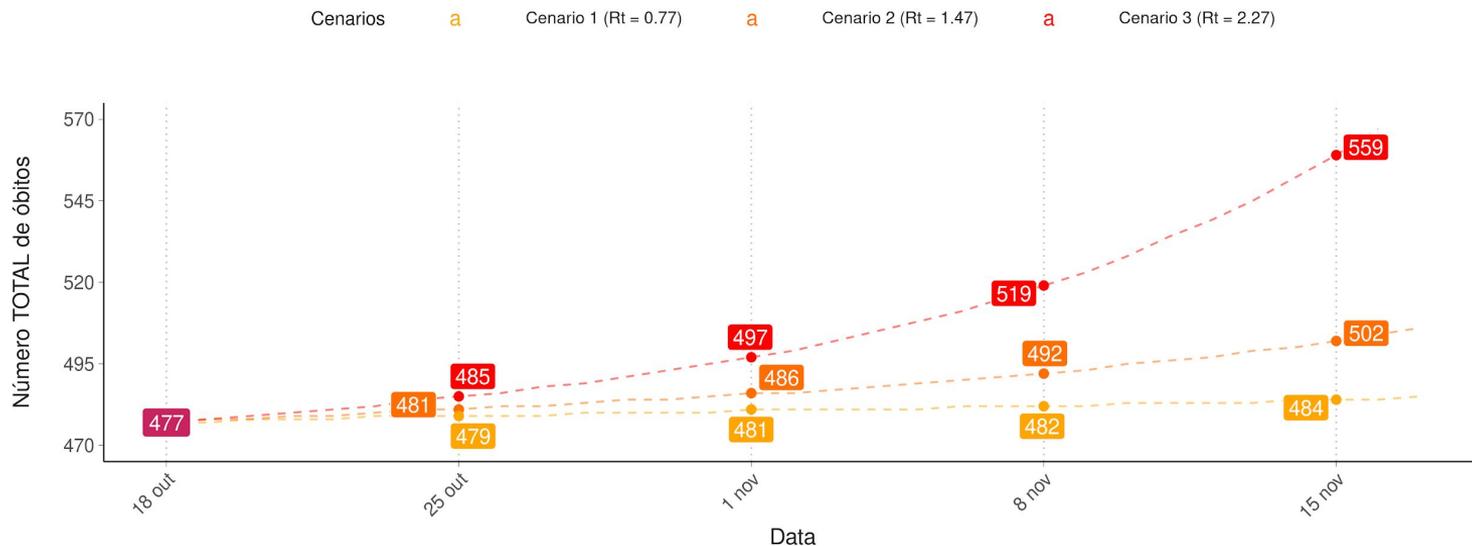


Projeção para as **próximas 4 semanas** na **macrorregião Foz do Rio Itajaí**

Modelo Imperial College London



(SC_MAC_FOZ_DO_RIO_ITAJAI) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020

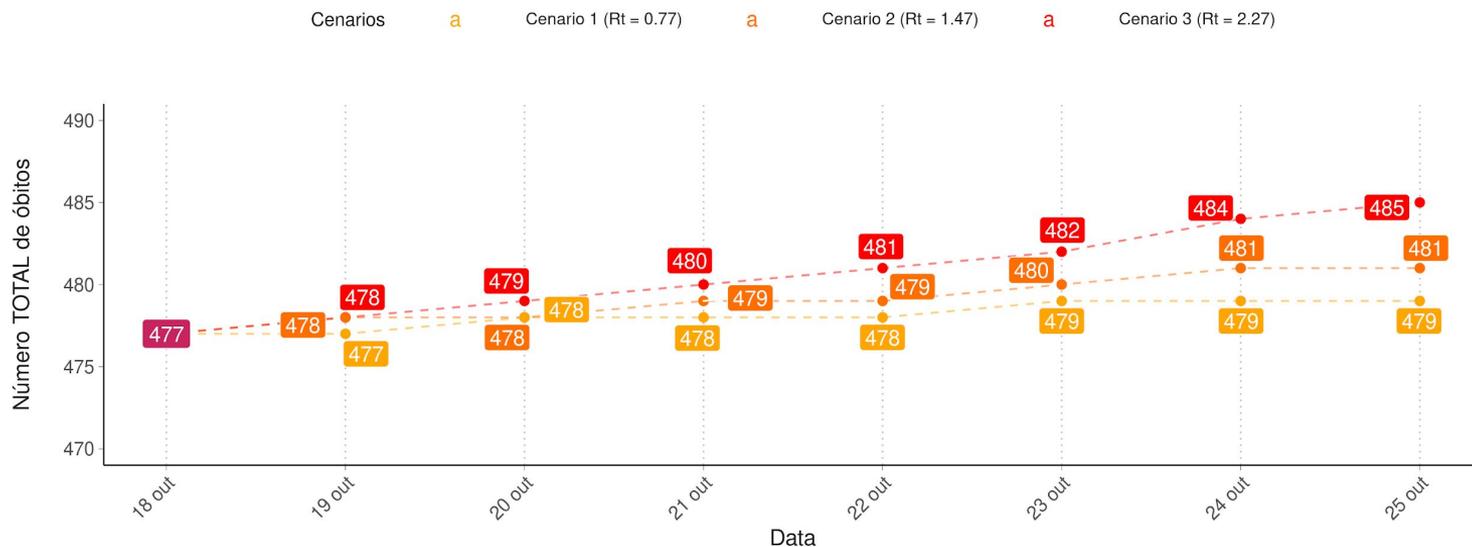


Projeção para a **próxima semana** na **macrorregião Foz do Rio Itajaí**

Modelo Imperial College London



(SC_MAC_FOZ_DO_RIO_ITAJAI) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



GRANDE FLORIANÓPOLIS

RELATÓRIO_15 / macrorregiões

The background of the slide is a dark, blurred image of a financial candlestick chart. The chart shows price fluctuations over time, with a prominent horizontal line drawn across it, likely representing a moving average or a support/resistance level. The text is overlaid on the left side of the chart.

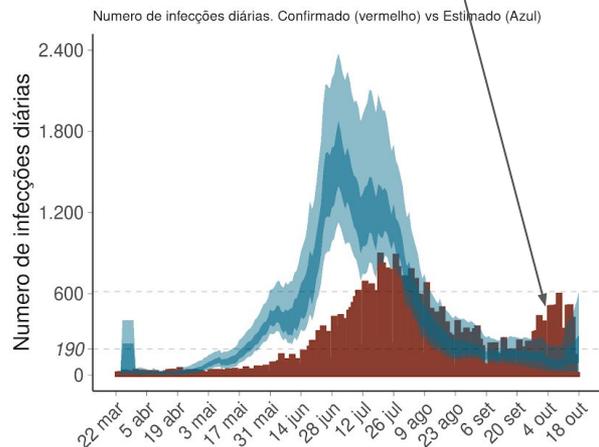
Resultados do modelo **19/10/2020** para a **macrorregião Grande Florianópolis**

Modelo Imperial College London

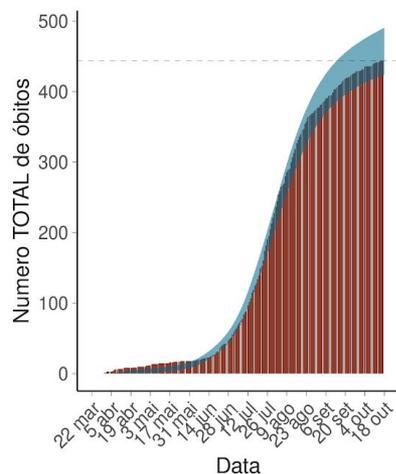


Atenção
Número de casos estimado não deveria ser menor que o número de casos reportados. Isso pode indicar que o modelo não está bem calibrado

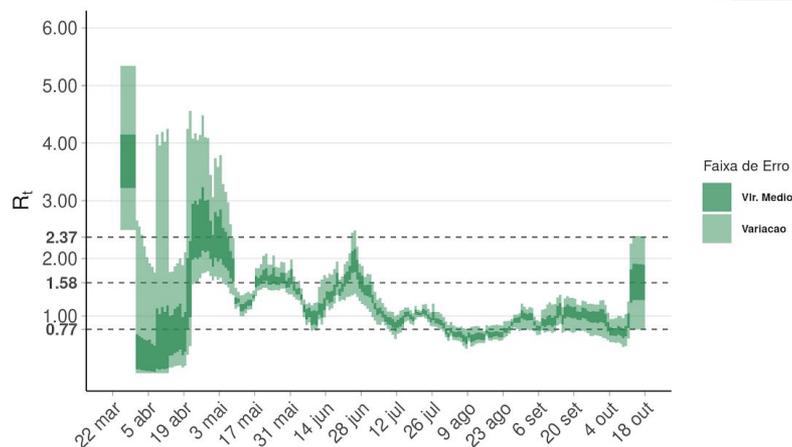
A



B



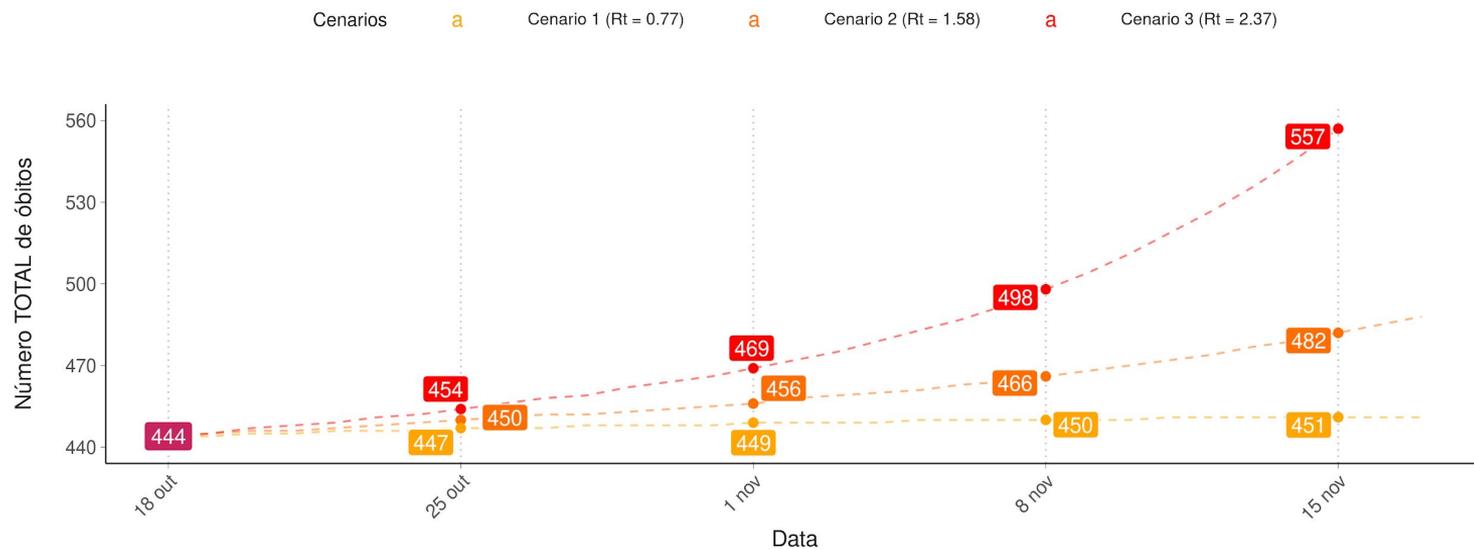
C



Projeção para as **próximas 4 semanas** na **macrorregião Grande Florianópolis**

Modelo Imperial College London

(SC_MAC_GRANDE_FLORIANOPOLIS) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020

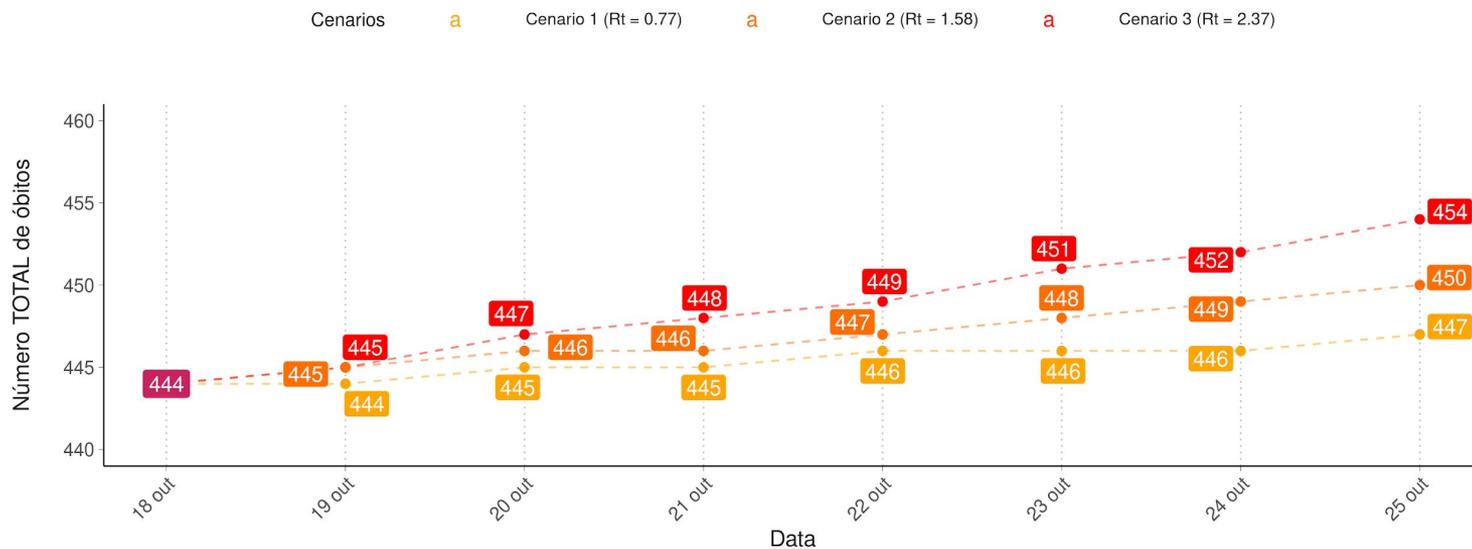


Projeção para a **próxima semana** na **macrorregião Grande Florianópolis**

Modelo Imperial College London



(SC_MAC_GRANDE_FLORIANOPOLIS) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



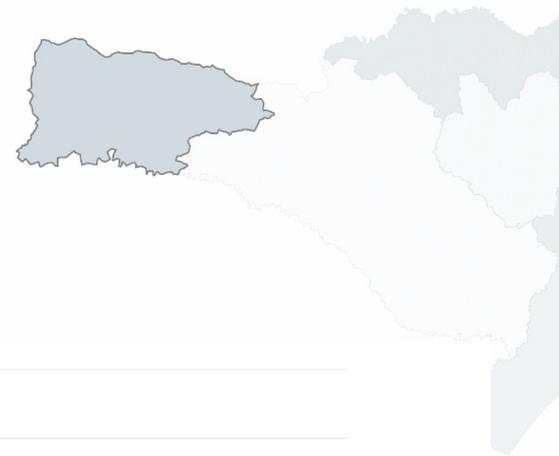
GRANDE OESTE

RELATÓRIO_15 / macrorregiões

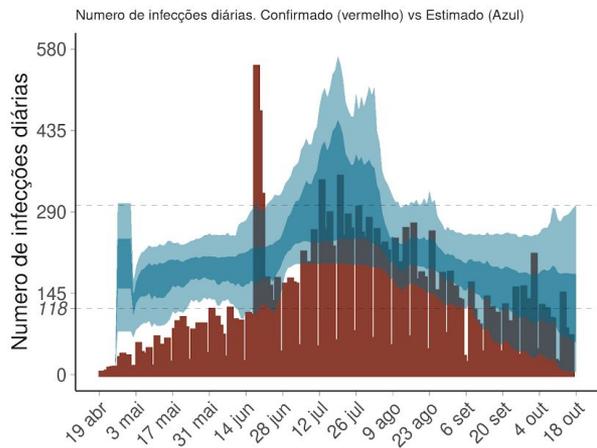
A dark, blurred background image of a financial candlestick chart with a horizontal trend line, suggesting a market analysis or report.

Resultados do modelo **19/10/2020** para a **macrorregião Grande Oeste**

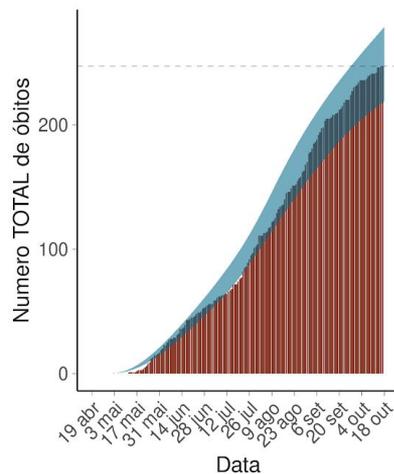
Modelo Imperial College London



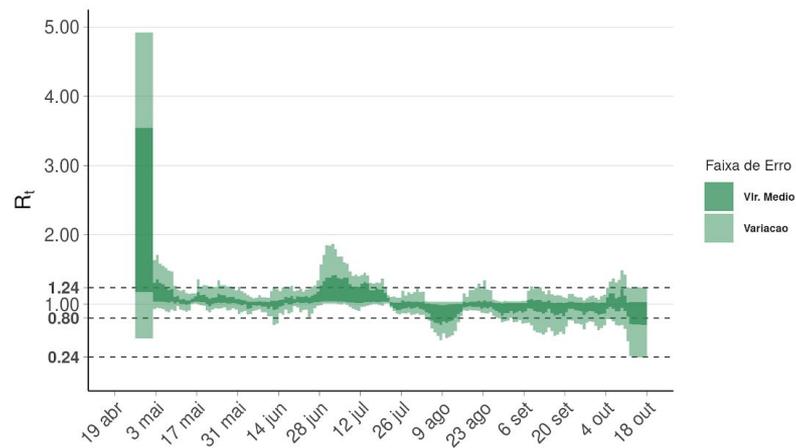
A



B



C

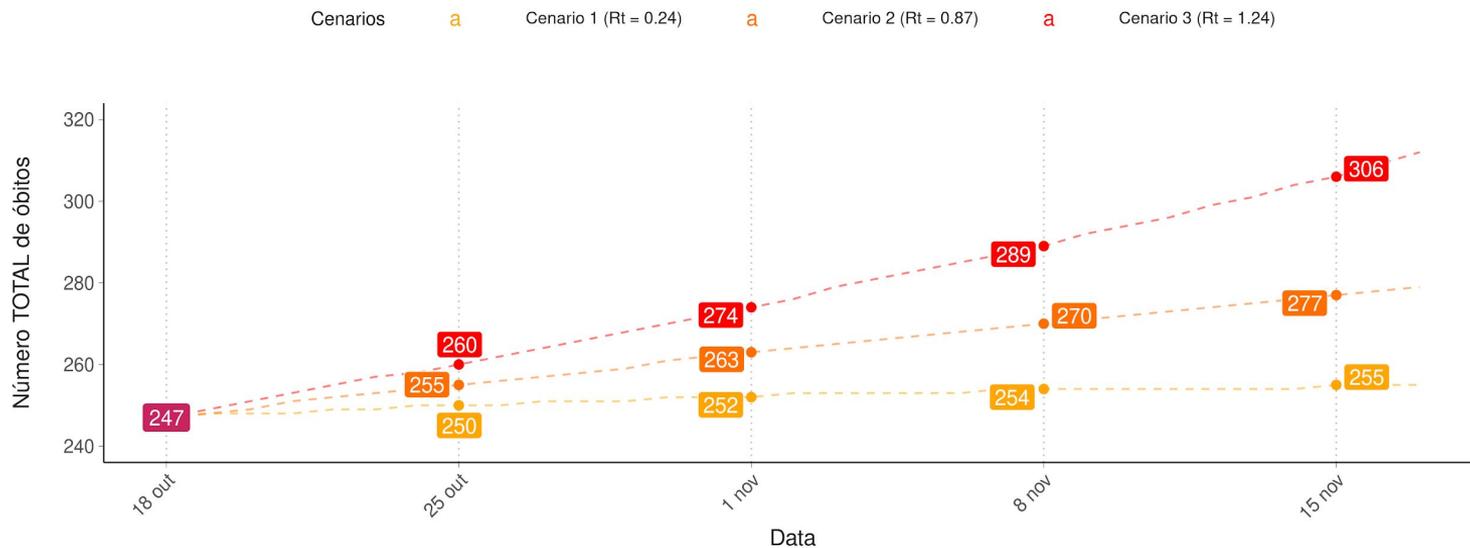


Projeção para as próximas 4 semanas na macrorregião Grande Oeste

Modelo Imperial College London



(SC_MAC_GRANDE_OESTE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020

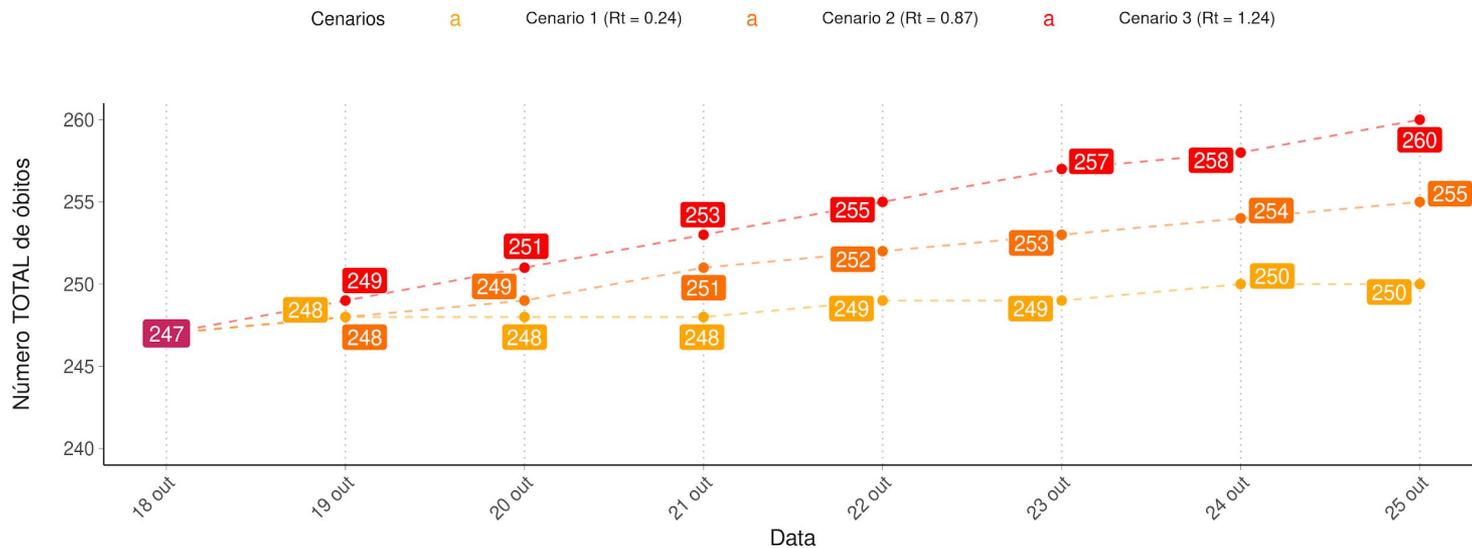


Projeção para a próxima semana na macrorregião Grande Oeste

Modelo Imperial College London



(SC_MAC_GRANDE_OESTE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



MEIO OESTE E SERRA CATARINENSE

RELATÓRIO_15 / macrorregiões

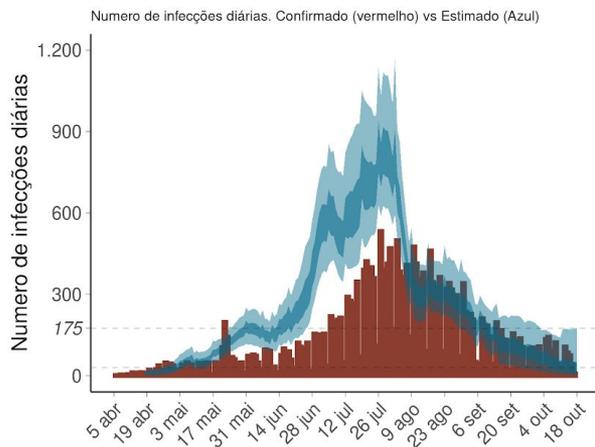


Resultados do modelo **19/10/2020** para a **macrorregião Meio Oeste e Serra Catarinense**

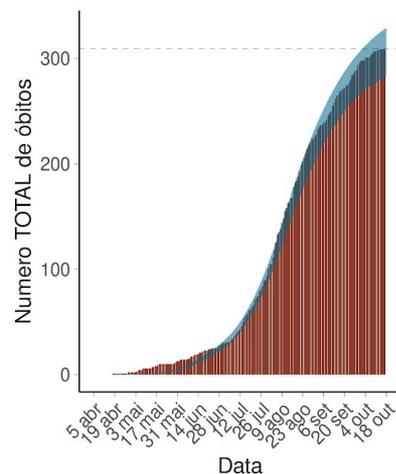
Modelo Imperial College London



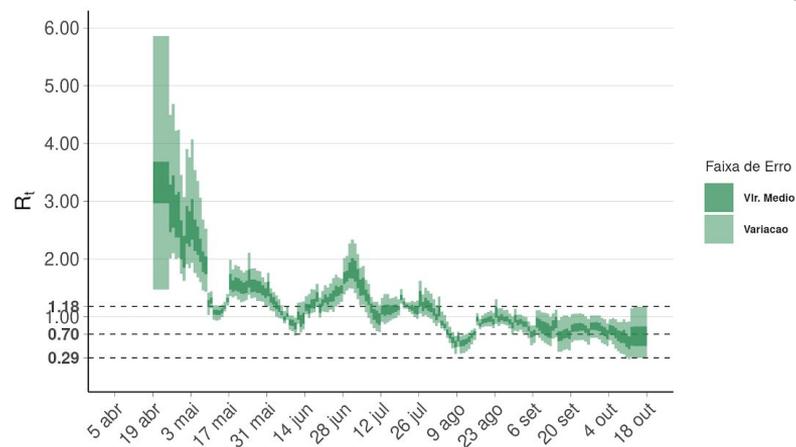
A



B



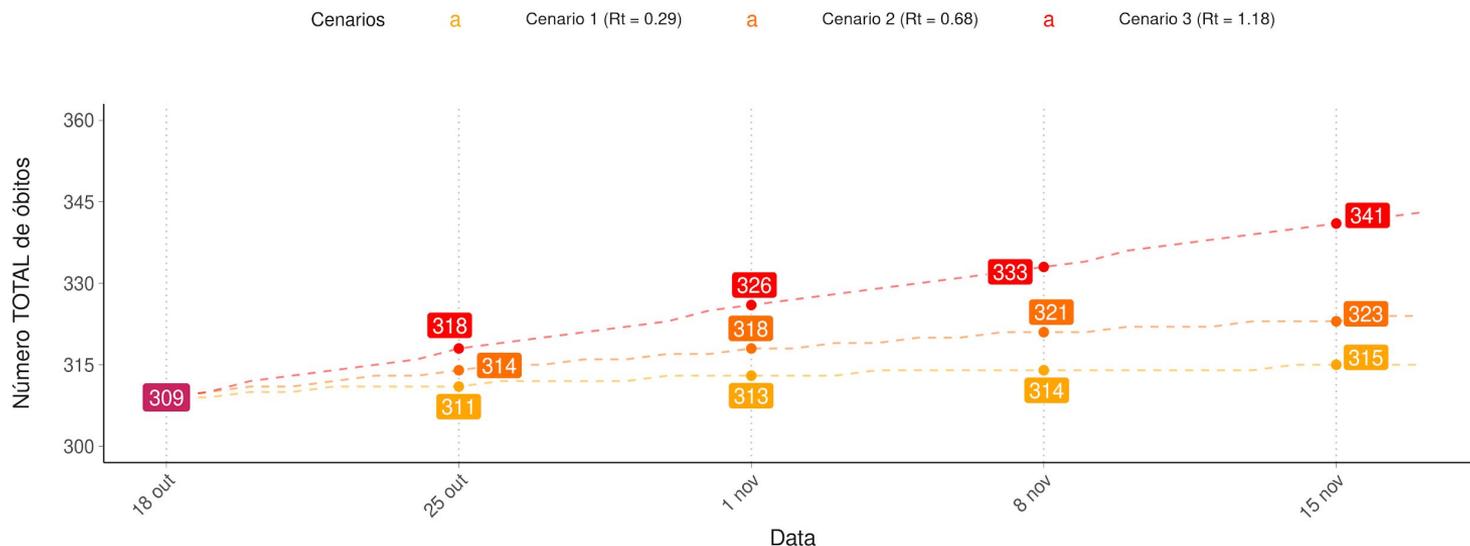
C



Projeção para as próximas 4 semanas na macrorregião Meio Oeste e Serra Catarinense

Modelo Imperial College London

(SC_MAC_MEIO_OESTE_E_SERRA_CATARINENSE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a próxima semana na macrorregião Meio Oeste e Serra Catarinense

Modelo Imperial College London

(SC_MAC_MEIO_OESTE_E_SERRA_CATARINENSE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



PLANALTO NORTE E NORDESTE

RELATÓRIO_15 / macrorregiões

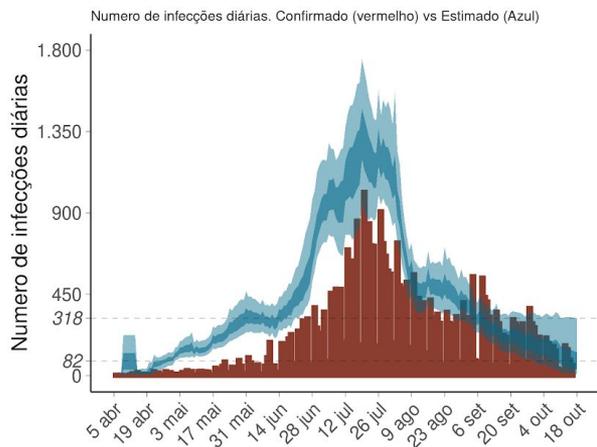
A dark, blurred background featuring a financial candlestick chart with a horizontal trend line. The chart is positioned on the right side of the page, with the title and subtitle on the left. The overall aesthetic is professional and data-oriented.

Resultados do modelo **19/10/2020** para a **macrorregião Planalto Norte e Nordeste**

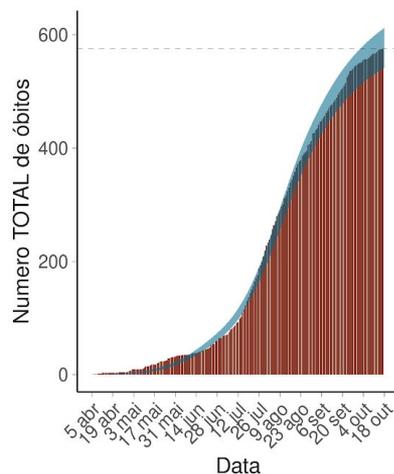
Modelo Imperial College London



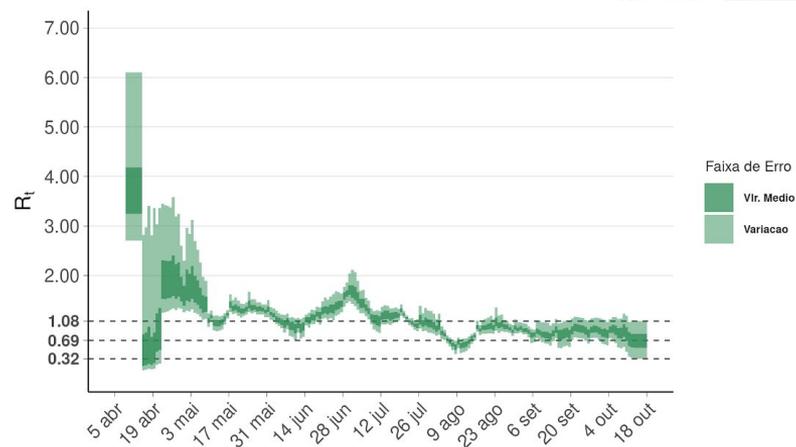
A



B



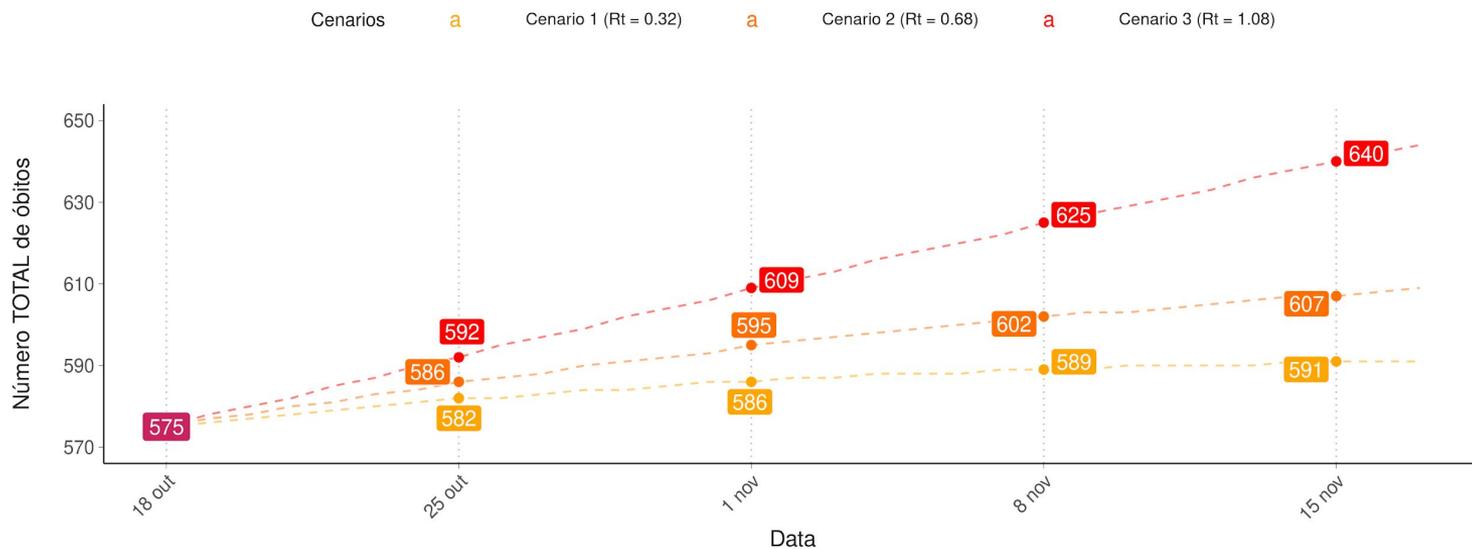
C



Projeção para as próximas 4 semanas na macrorregião Planalto Norte e Nordeste

Modelo Imperial College London

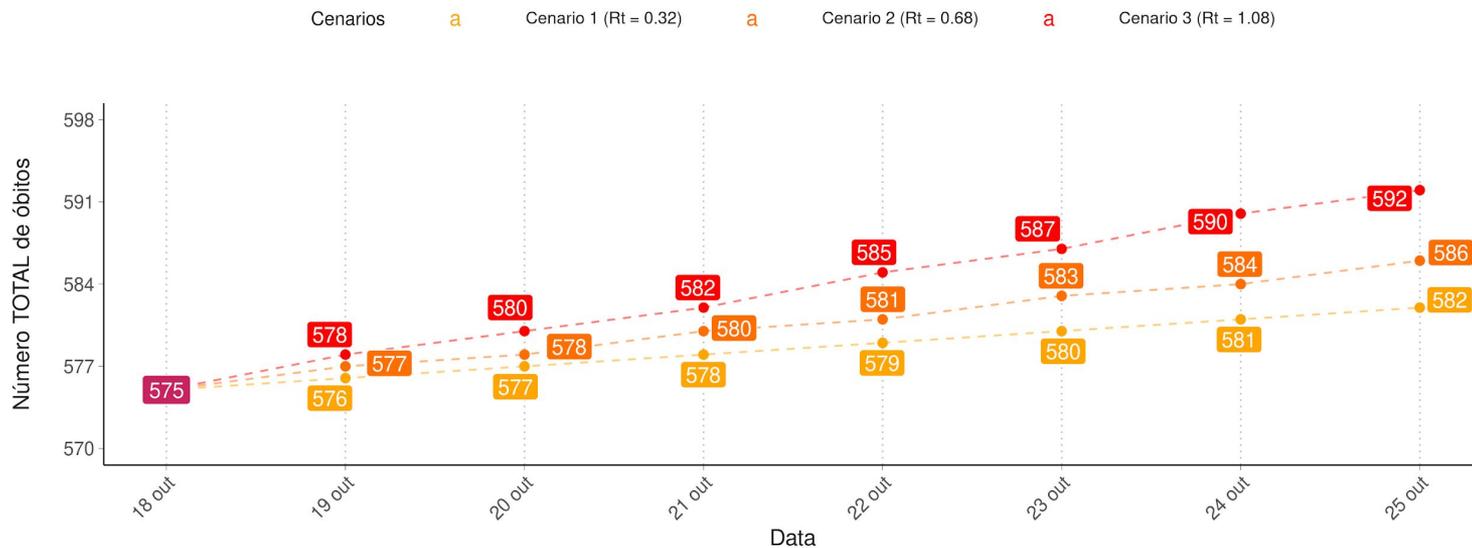
(SC_MAC_PLANALTO_NORTE_E_NORDESTE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a próxima semana na macrorregião Planalto Norte e Nordeste

Modelo Imperial College London

(SC_MAC_PLANALTO_NORTE_E_NORDESTE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



SUL

RELATÓRIO_15 / macrorregiões

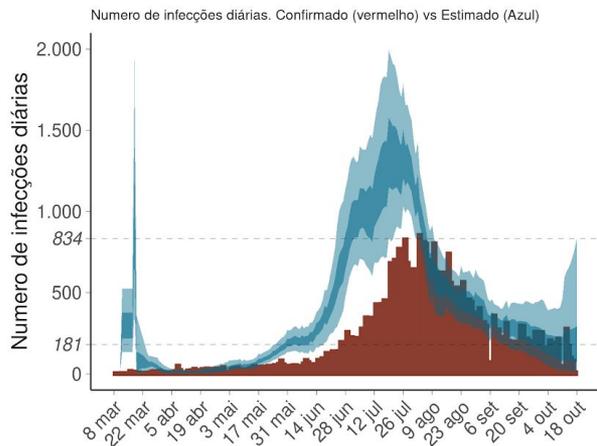


Resultados do modelo **19/10/2020** para a **macrorregião Sul**

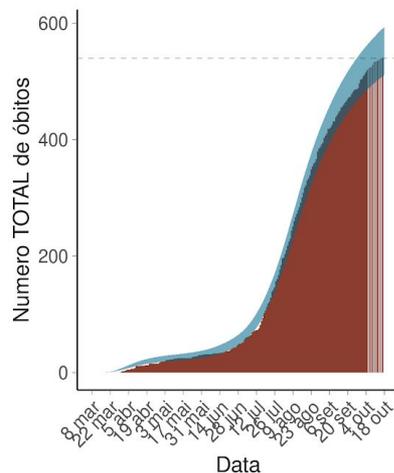
Modelo Imperial College London



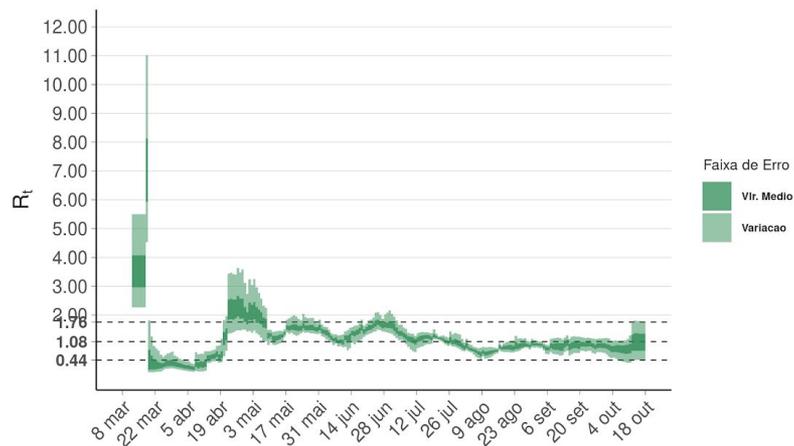
A



B

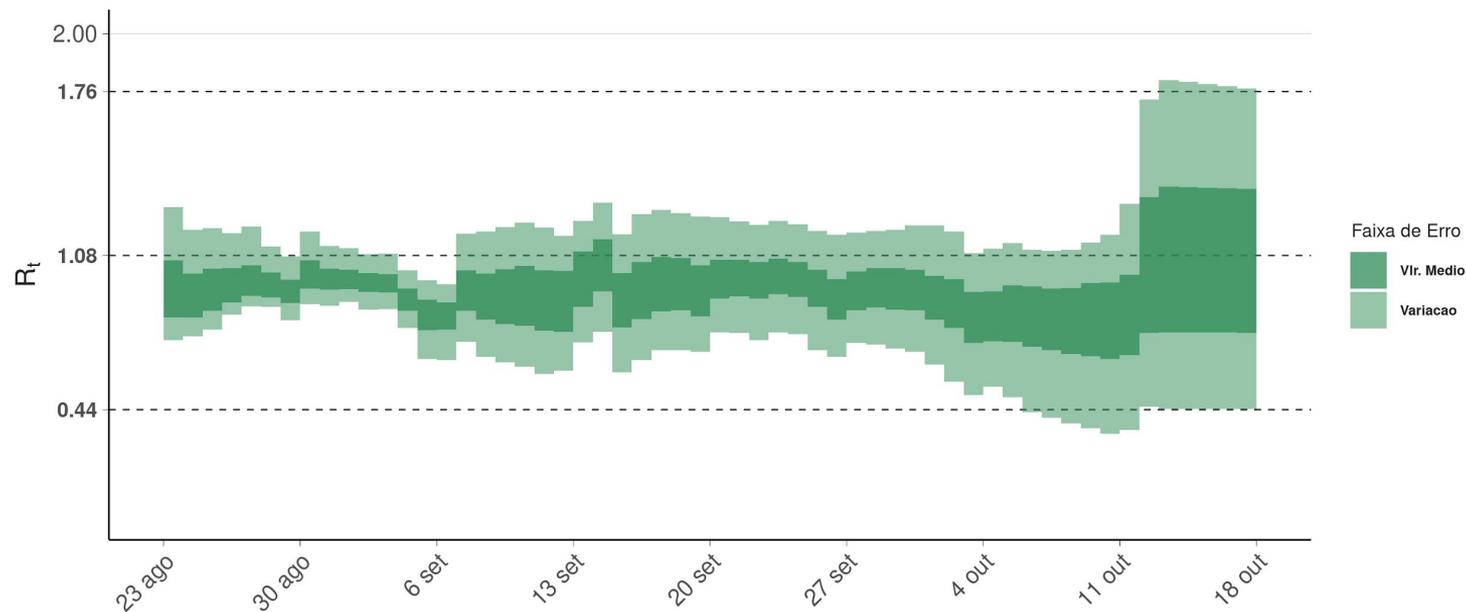


C



Projeção do **Rt nas últimas 8 semanas** na **macrorregião Sul**

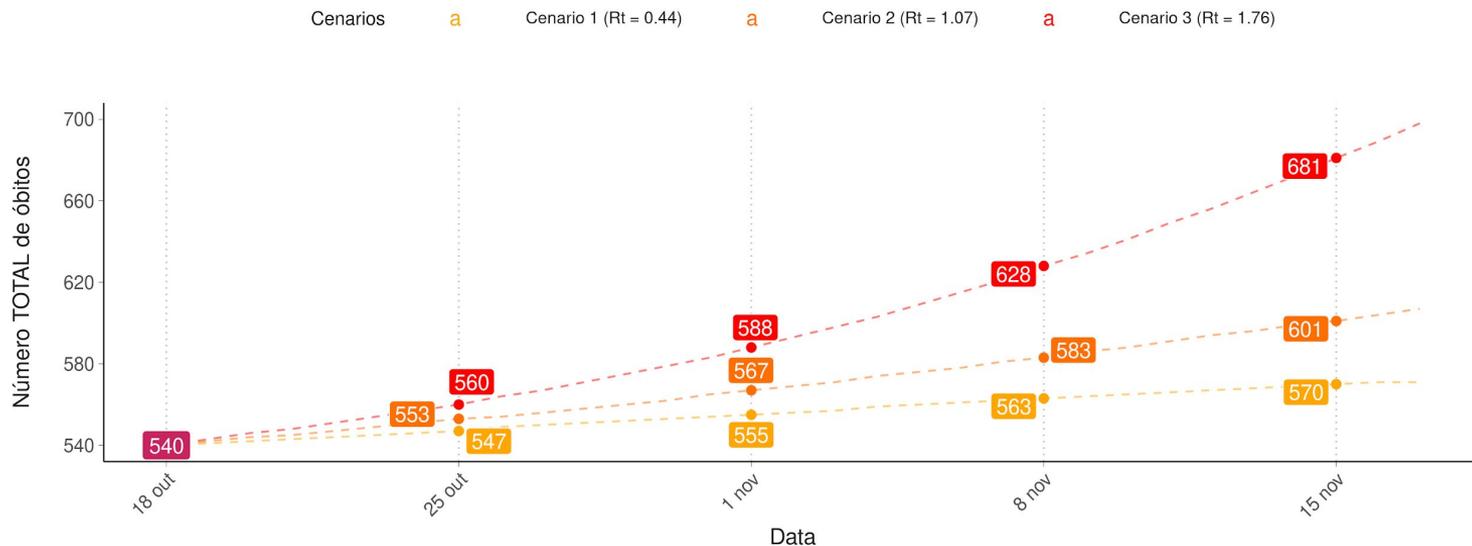
Modelo Imperial College London



Projeção para as **próximas 4 semanas** na **macrorregião Sul**

Modelo Imperial College London

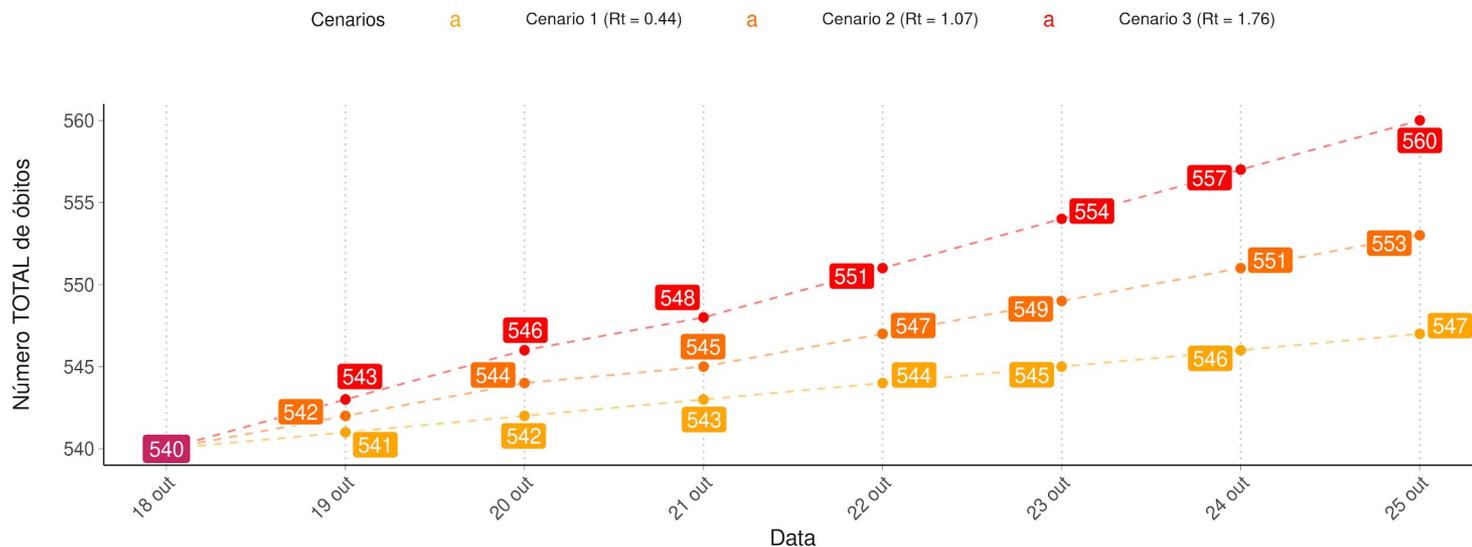
(SC_MAC_SUL) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a **próxima semana** na **macrorregião Sul**

Modelo Imperial College London

(SC_MAC_SUL) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



MUNICÍPIOS

The background of the slide is a dark, blurred image of a financial candlestick chart. The chart shows price fluctuations over time, with a prominent horizontal line drawn across it. The text is overlaid on the left side of the image.

RELATÓRIO_15

OBSERVAÇÕES SOBRE MUNICÍPIOS

Principais **pontos de atenção**:

- A maioria dos municípios ficaram próximos ou abaixo do Cenário 1 da semana passada. Os municípios de **Itajaí e Lages** ficaram dentro do **Cenário 3** da semana passada..
- Caso a tendência do cenário 1 seja seguida, poderá haver na **próxima semana**:
 - 1 novos óbito em Blumenau
 - 1 novos óbito em Chapecó
 - 2 novos óbitos em Criciúma
 - 1 novo óbito em Florianópolis
 - Nenhum 2 novo óbito em Itajaí (3 no Cenário 3)
 - 4 novos óbitos em Joinville
 - Nenhum 2 novo óbito em Lages (2 no Cenário 3)
- No total, podem haver **25 novos óbitos nas próximas 4 semanas** nos municípios supracitados, 46 se Itajaí e Lages seguirem o Cenário 3.
- As projeções para os municípios são independentes de suas macrorregiões. Assim, a soma da projeção de óbitos poderá não condizer exatamente com a previsão para as macrorregiões, vista nos slides anteriores.
- Os alertas relativos ao modelo afirmados para o Estado e Macrorregiões também são válidos aqui.



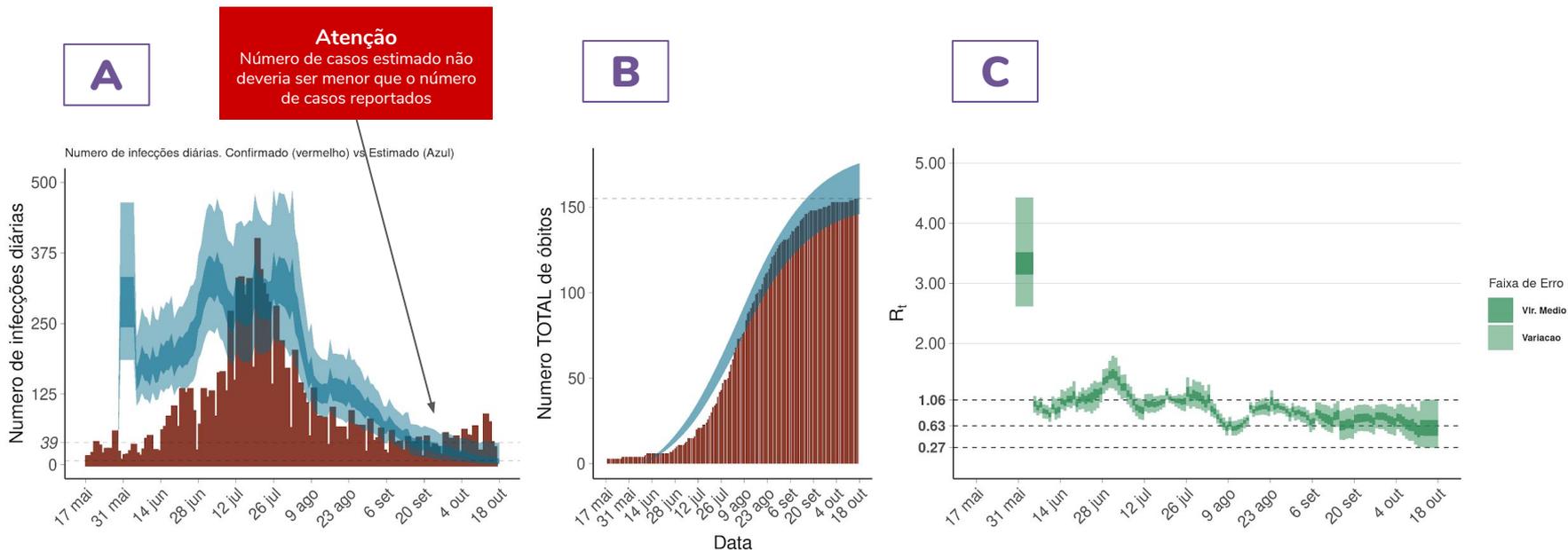
BLUMENAU

RELATÓRIO_15 / municípios



Resultados do modelo **19/10/2020** para o **município de Blumenau**

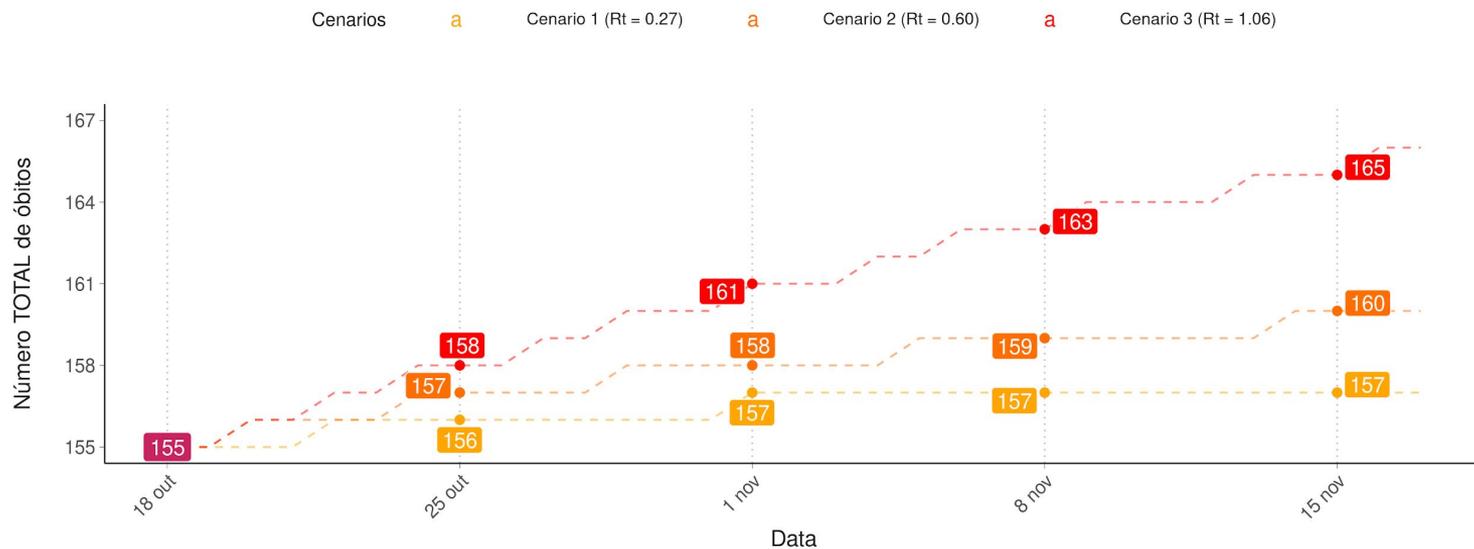
Modelo Imperial College London



Projeção para as **próximas 4 semanas** no município de Blumenau

Modelo Imperial College London

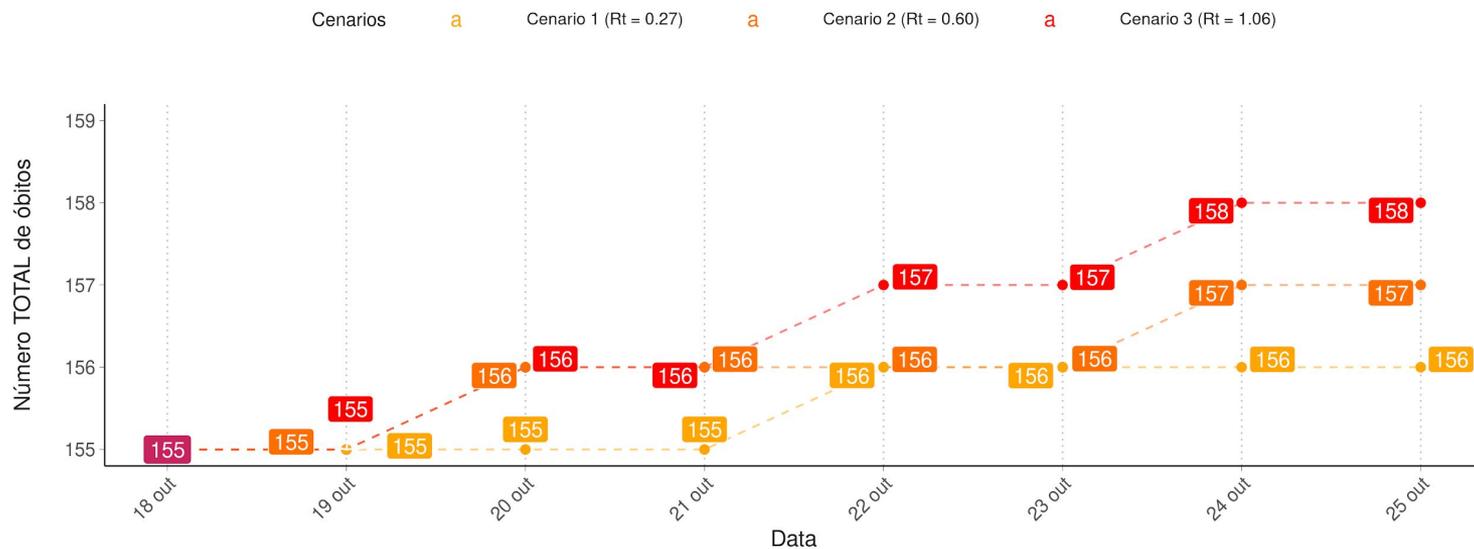
(SC_MUN_BLUMENAU) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a **próxima semana** no **município de Blumenau**

Modelo Imperial College London

(SC_MUN_BLUMENAU) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



CHAPECÓ

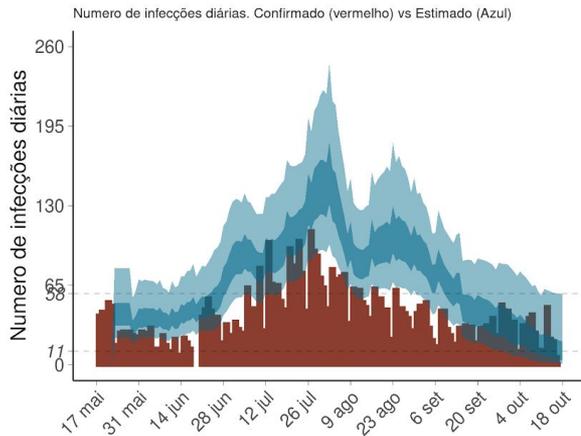
RELATÓRIO_15 / municípios



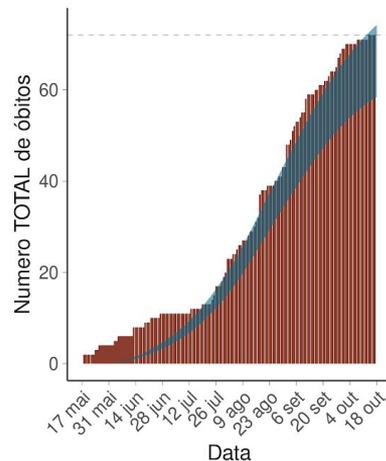
Resultados do modelo **19/10/2020** para o **município de Chapecó**

Modelo Imperial College London

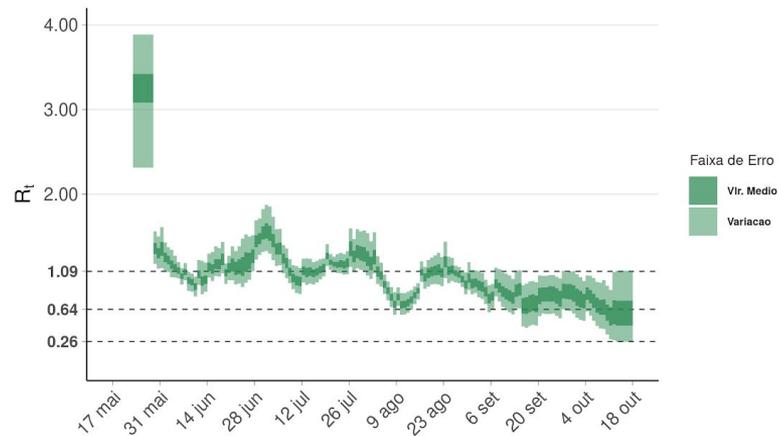
A



B



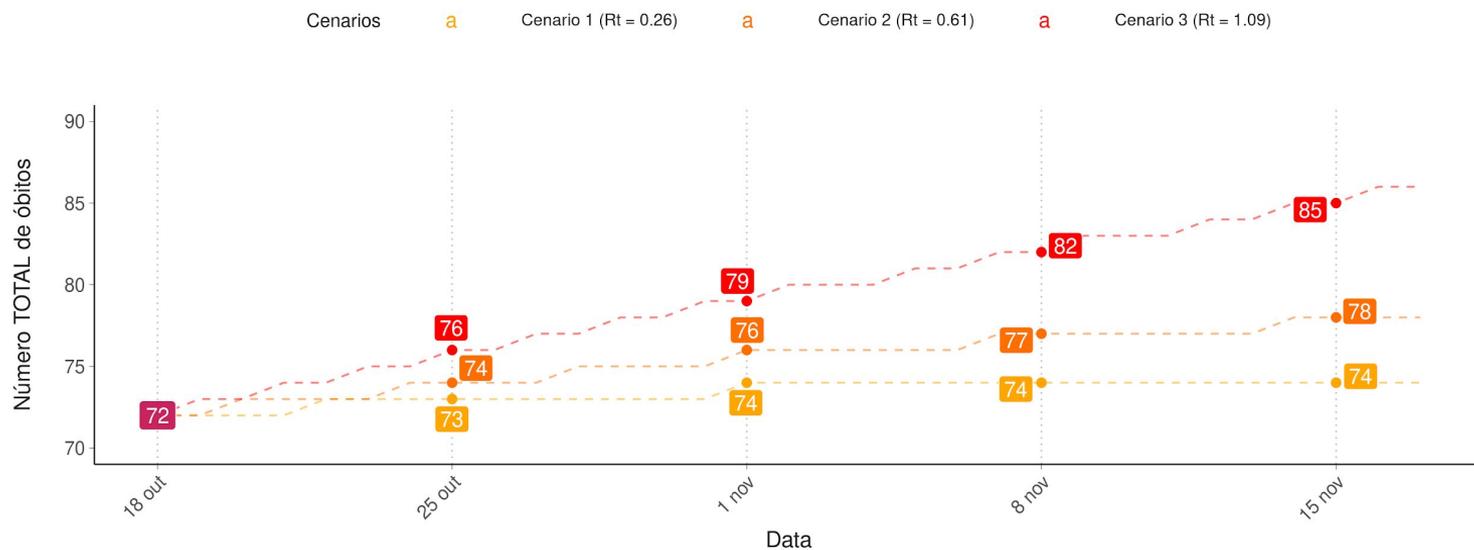
C



Projeção para as próximas 4 semanas no município de Chapecó

Modelo Imperial College London

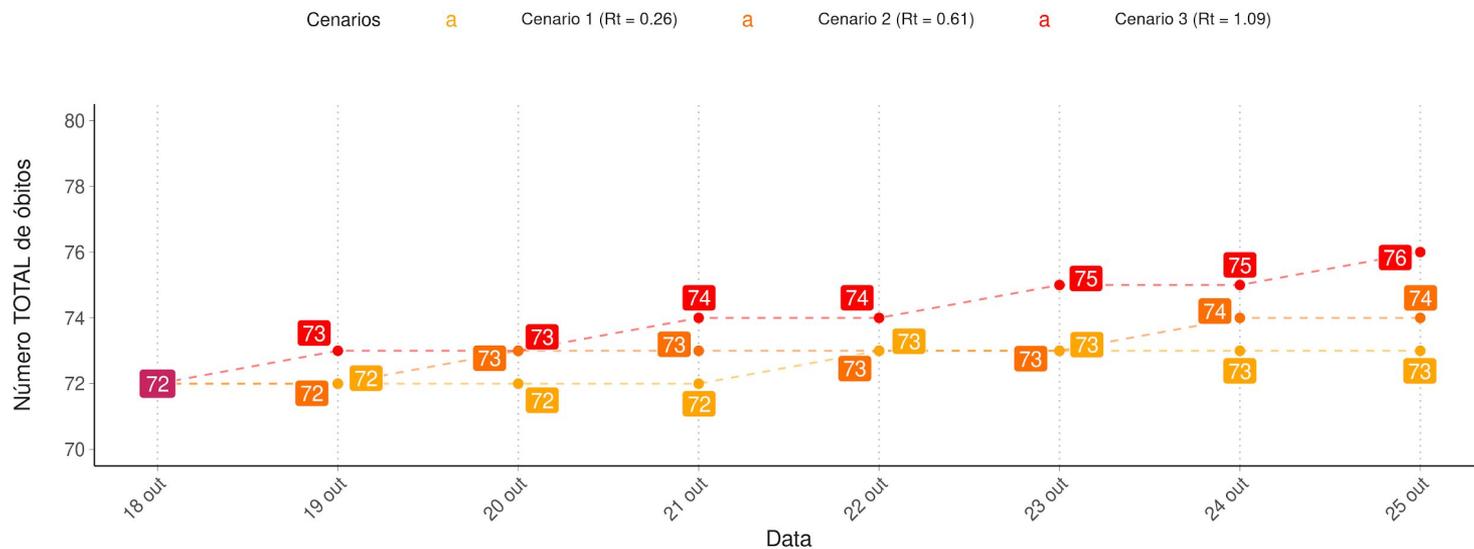
(SC_MUN_CHAPECO) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a **próxima semana** no **município de Chapecó**

Modelo Imperial College London

(SC_MUN_CHAPECO) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



CRICIÚMA

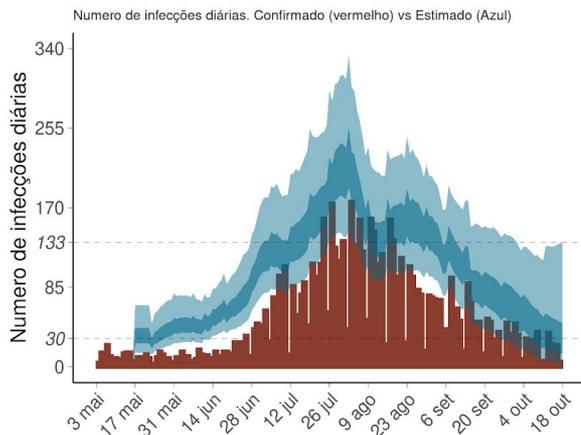
RELATÓRIO_15 / municípios



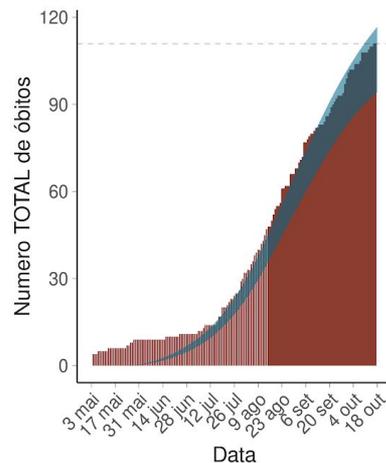
Resultados do modelo **19/10/2020** para o **município de Criciúma**

Modelo Imperial College London

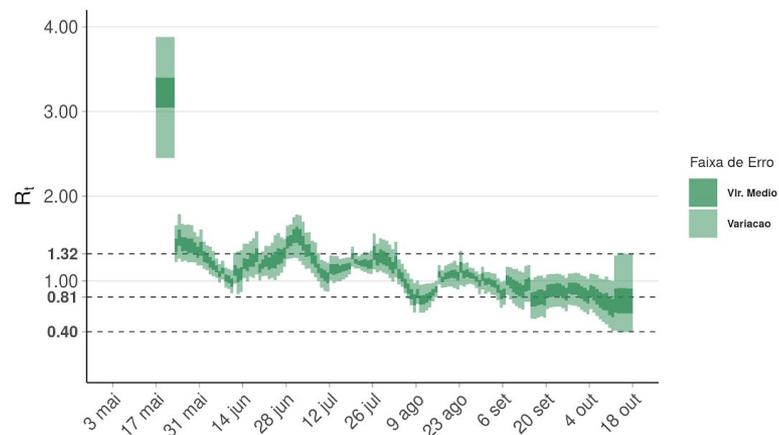
A



B



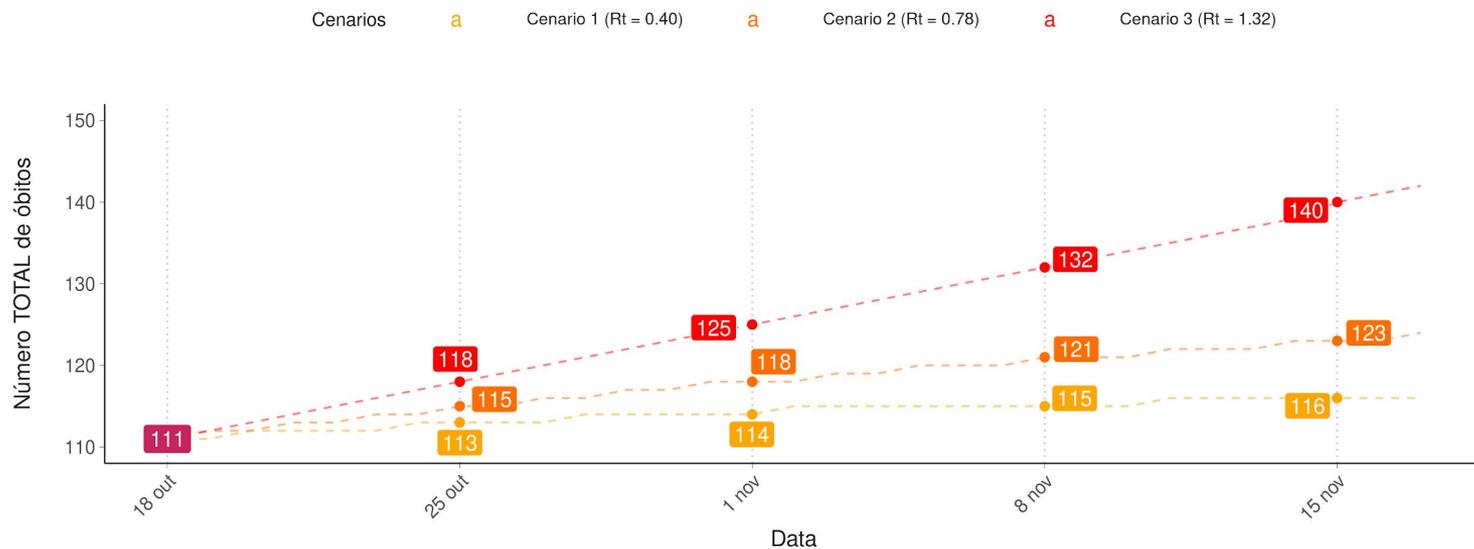
C



Projeção para as próximas 4 semanas no município de Criciúma

Modelo Imperial College London

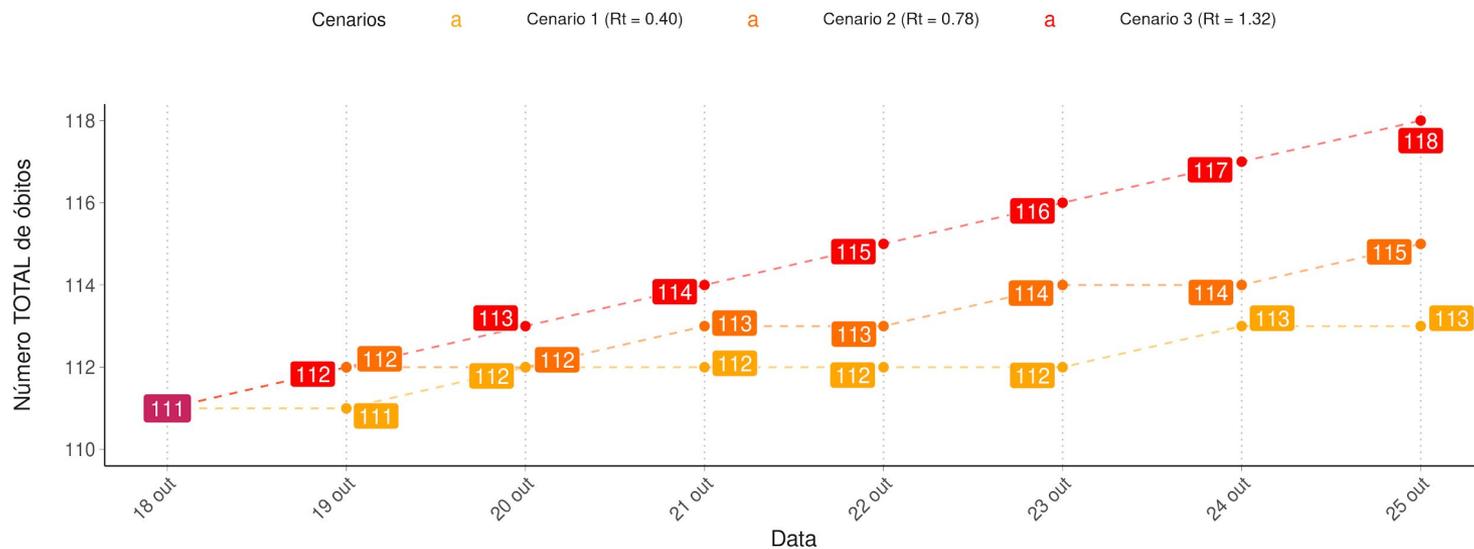
(SC_MUN_CRICIUMA) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



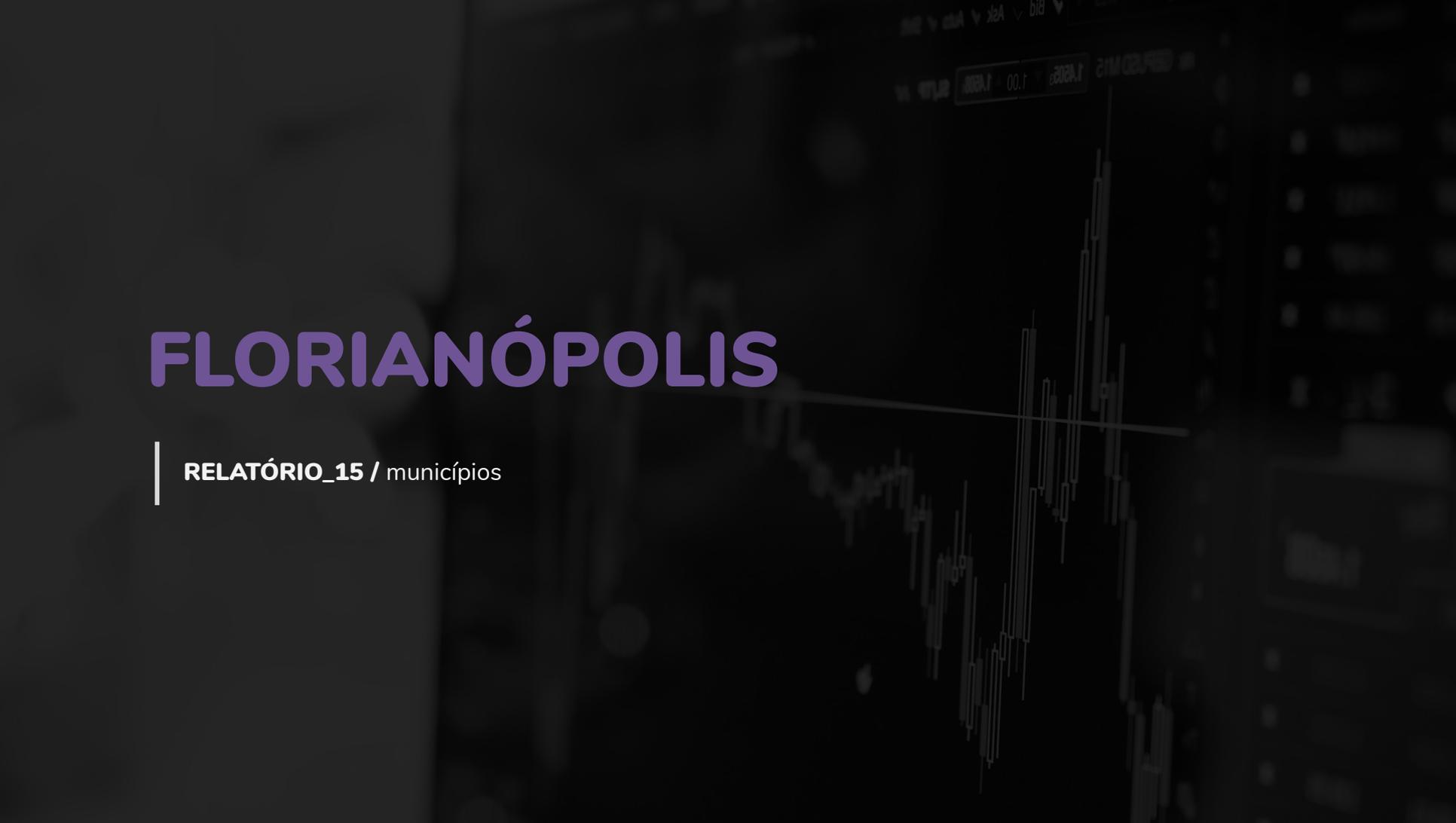
Projeção para a **próxima semana** no **município de Criciúma**

Modelo Imperial College London

(SC_MUN_CRICIUMA) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



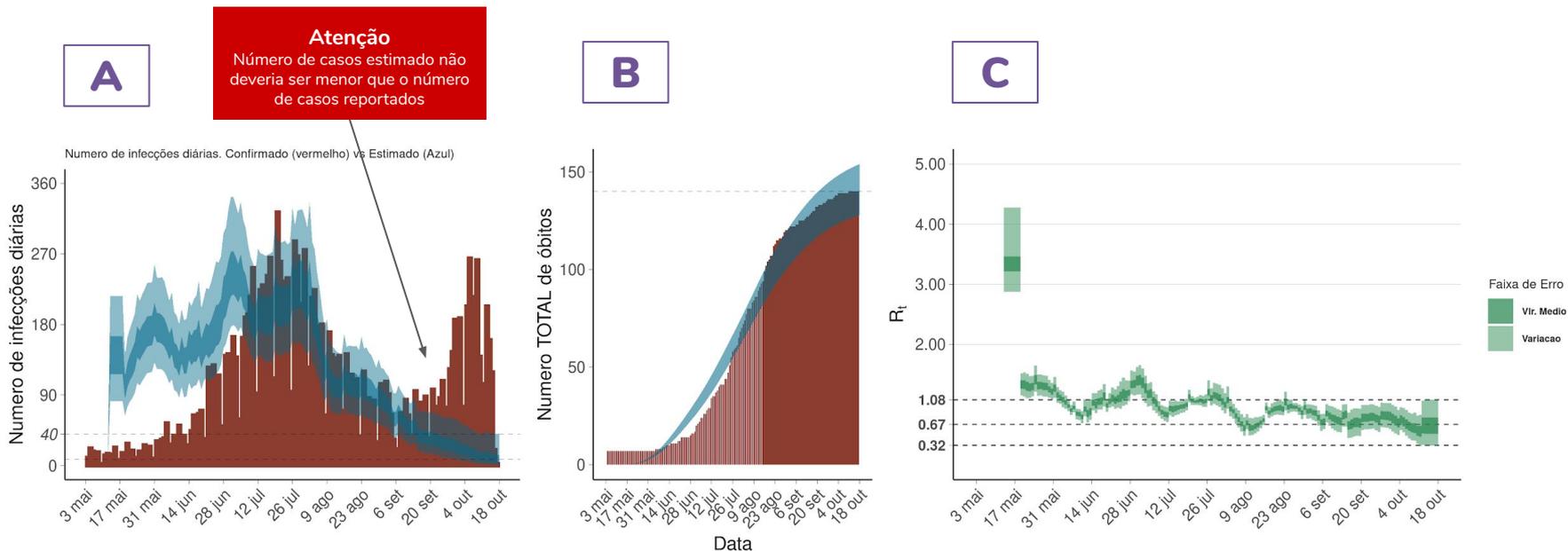
FLORIANÓPOLIS

The background of the page is a dark, blurred image of a financial candlestick chart. The chart shows price fluctuations over time, with a horizontal line drawn across it. The text is overlaid on the left side of the chart.

RELATÓRIO_15 / municípios

Resultados do modelo **19/10/2020** para o município de Florianópolis

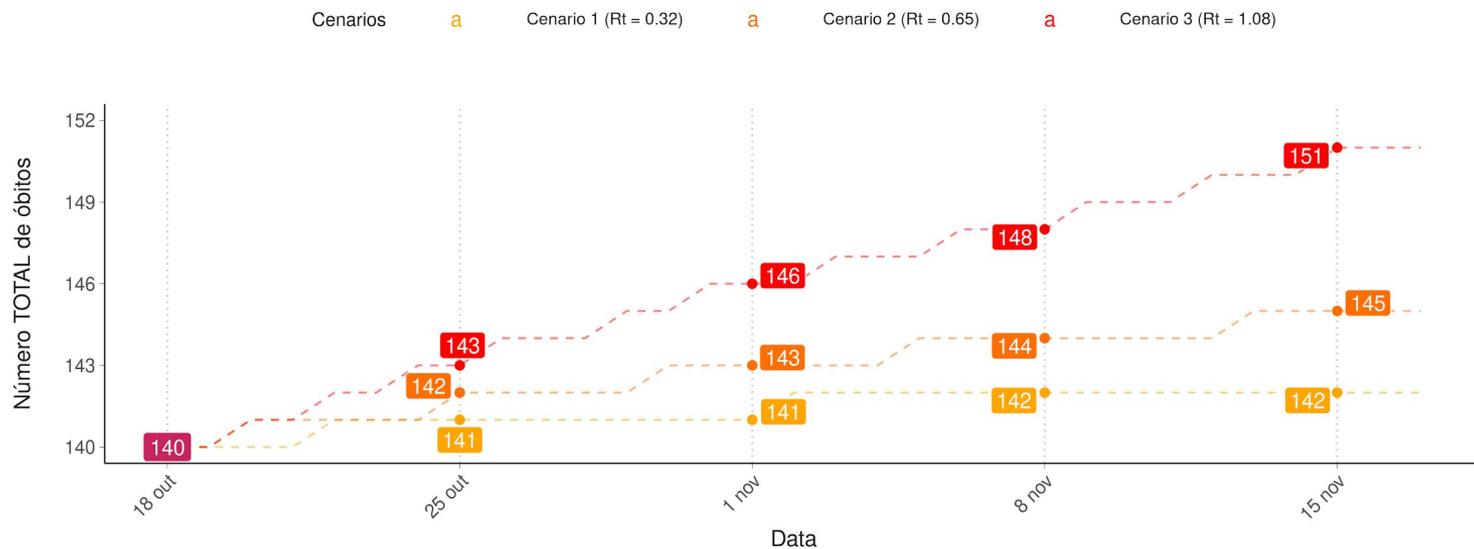
Modelo Imperial College London



Projeção para as próximas 4 semanas no município de Florianópolis

Modelo Imperial College London

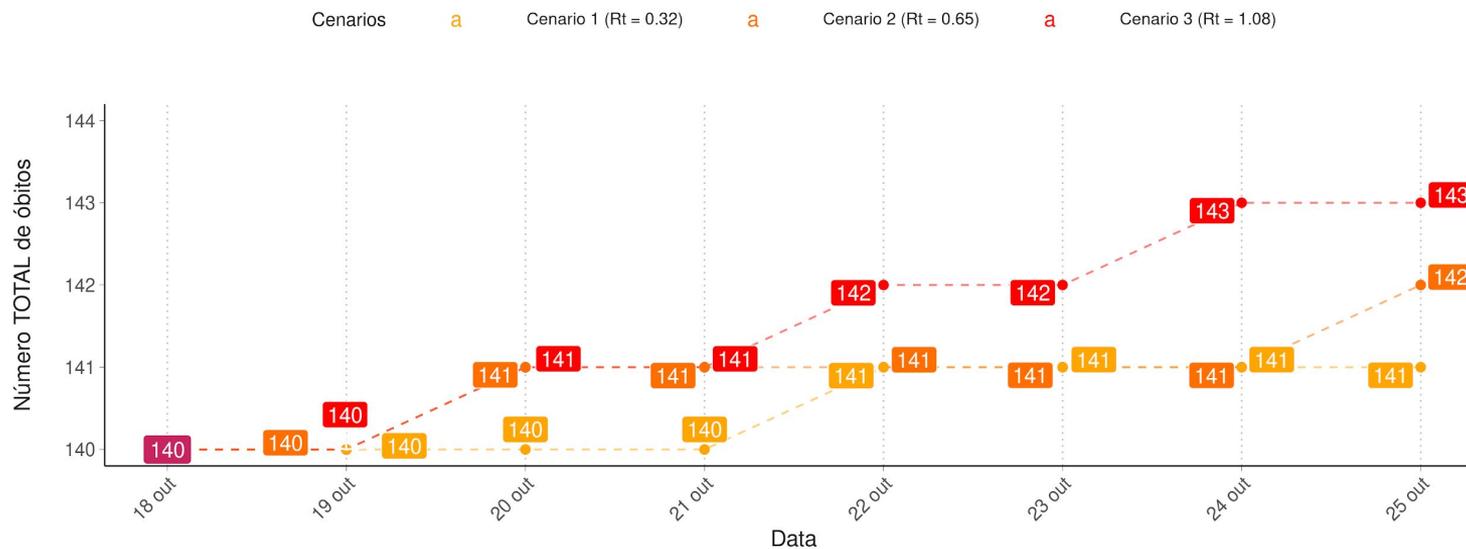
(SC_MUN_FLORIANOPOLIS) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a próxima semana no município de Florianópolis

Modelo Imperial College London

(SC_MUN_FLORIANOPOLIS) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



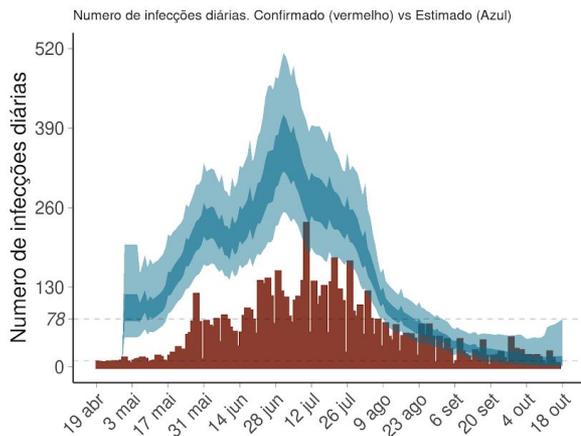
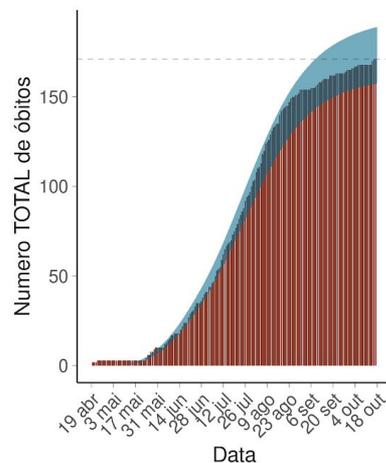
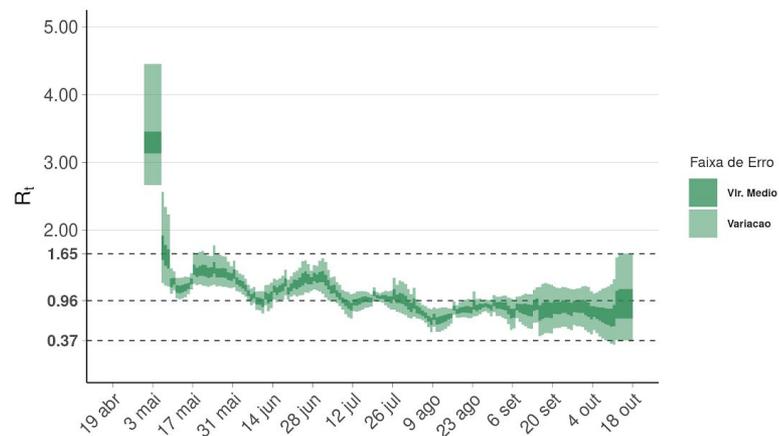
ITAJAÍ

RELATÓRIO_15 / municípios



Resultados do modelo **19/10/2020** para o **município de Itajaí**

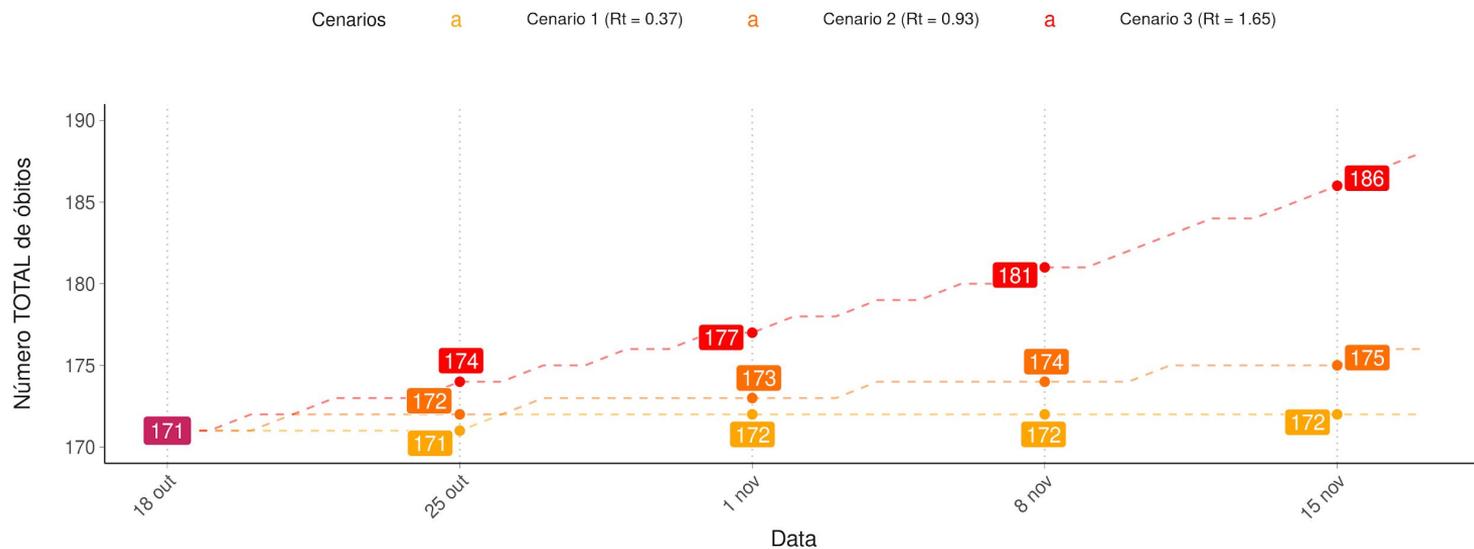
Modelo Imperial College London

A**B****C**

Projeção para as **próximas 4 semanas** no **município de Itajaí**

Modelo Imperial College London

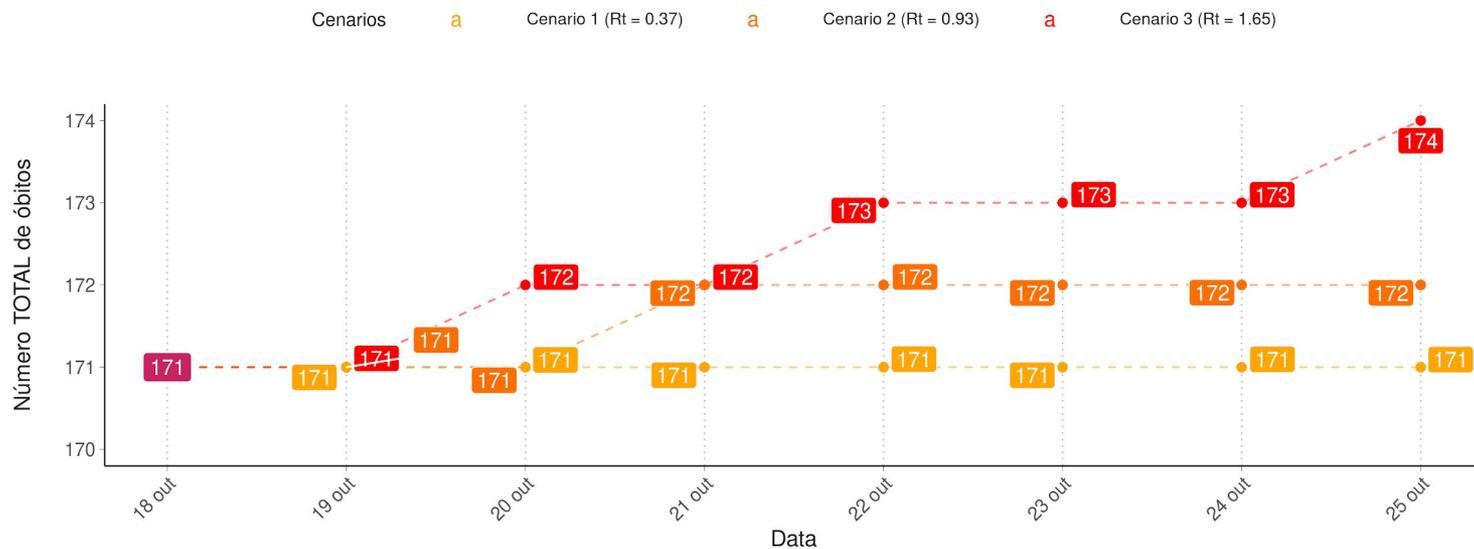
(SC_MUN_ITAJAI) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a **próxima semana** no **município de Itajaí**

Modelo Imperial College London

(SC_MUN_ITAJAI) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



JOINVILLE

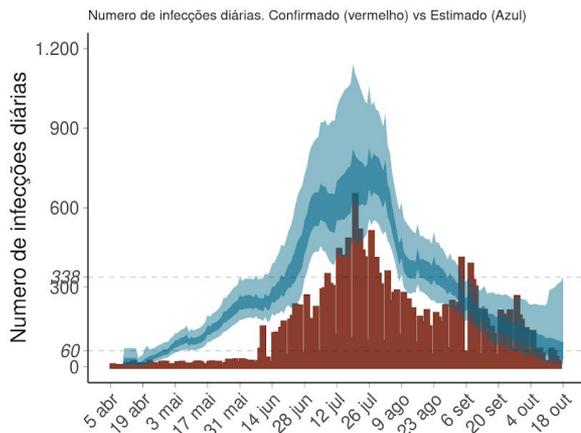
RELATÓRIO_15 / municípios



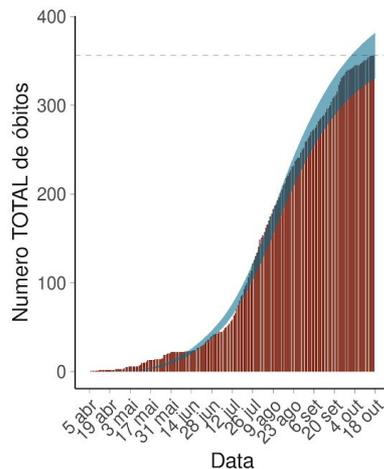
Resultados do modelo **19/10/2020** para o **município de Joinville**

Modelo Imperial College London

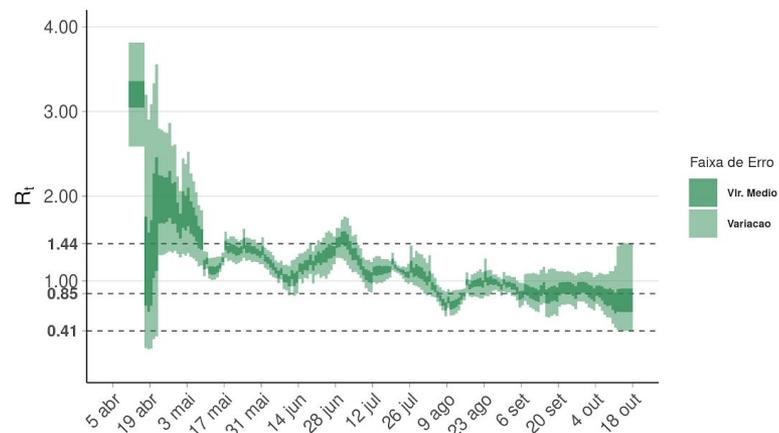
A



B



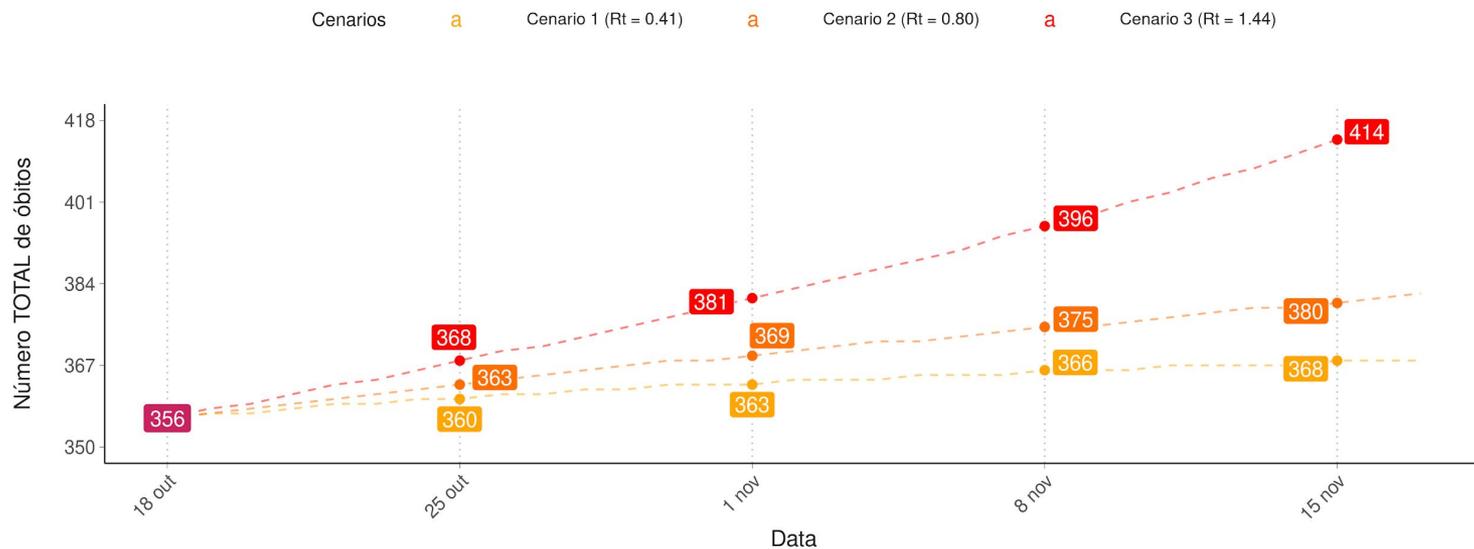
C



Projeção para as próximas 4 semanas no município de Joinville

Modelo Imperial College London

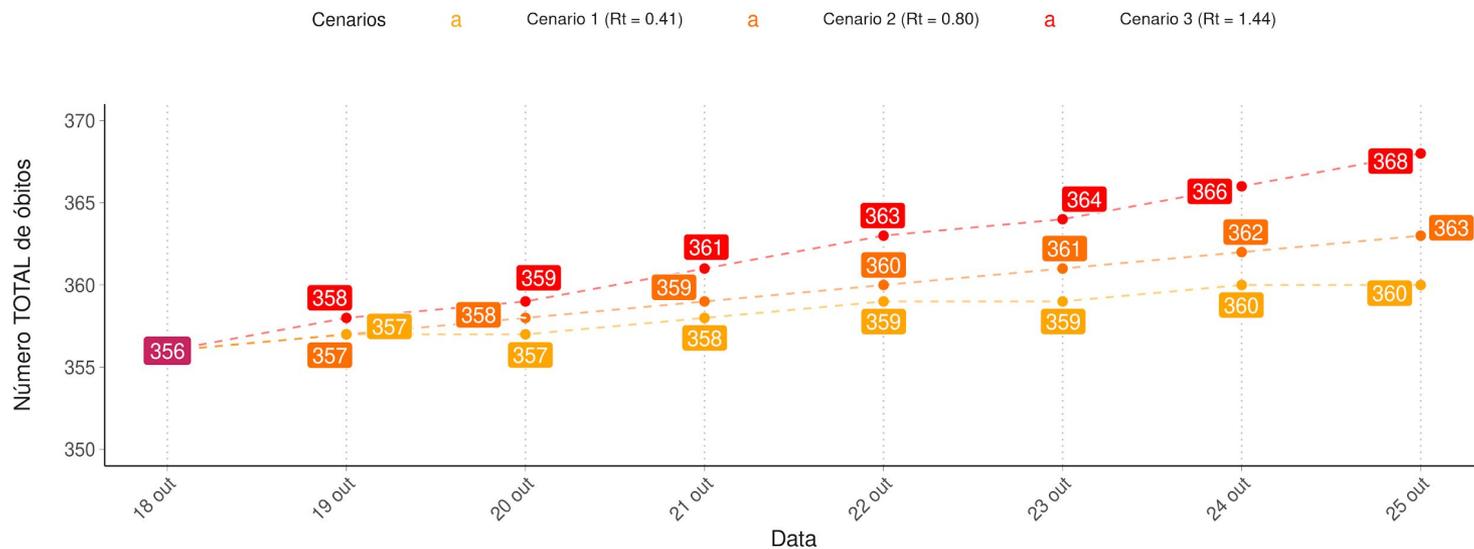
(SC_MUN_JOINVILLE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a próxima semana no município de Joinville

Modelo Imperial College London

(SC_MUN_JOINVILLE) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



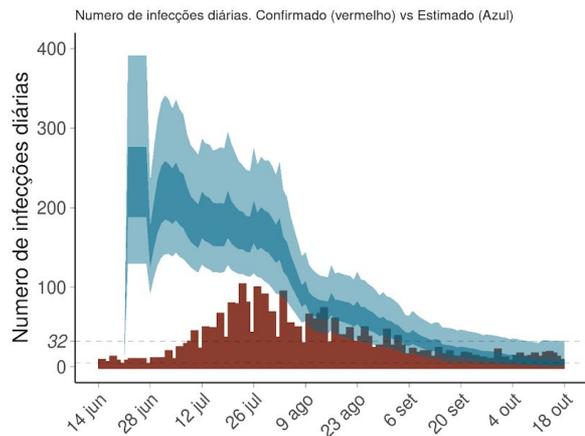
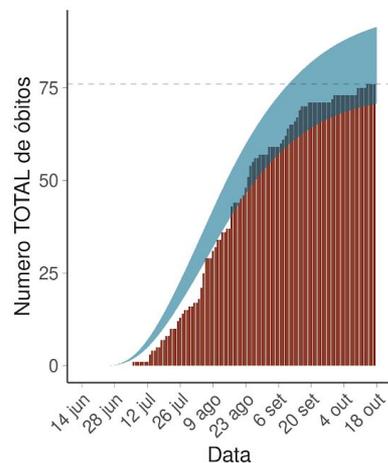
LAGES

RELATÓRIO_15 / municípios



Resultados do modelo **19/10/2020** para o **município de Lages**

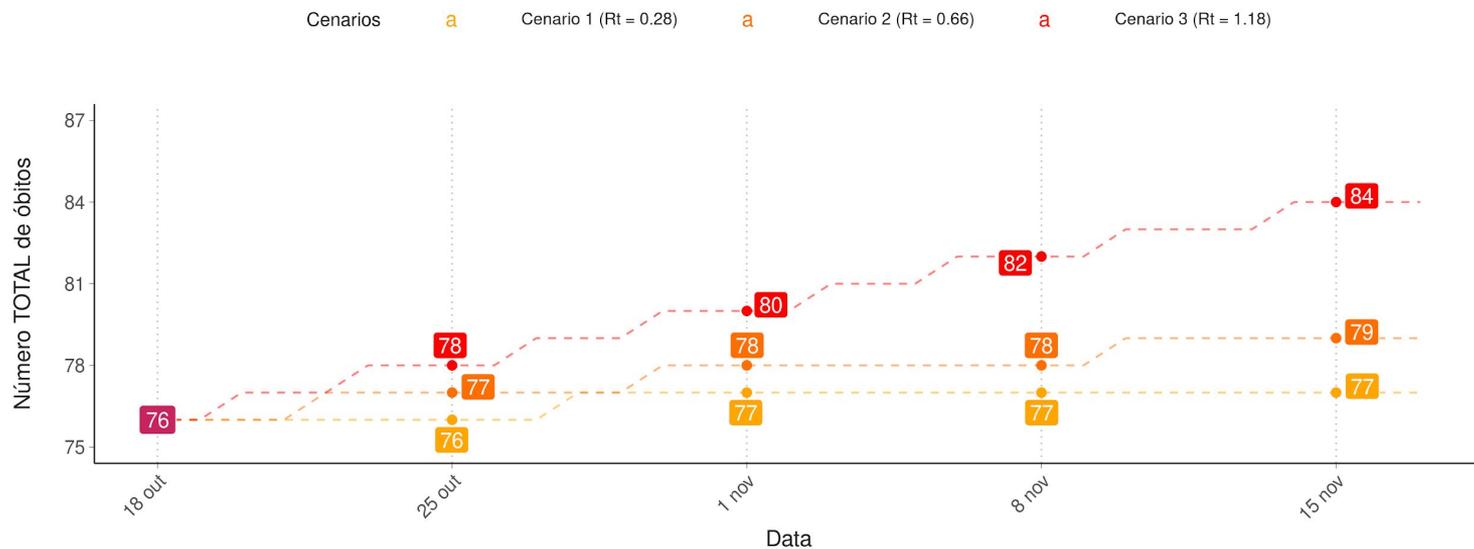
Modelo Imperial College London

A**B****C**

Projeção para as próximas 4 semanas no município de Lages

Modelo Imperial College London

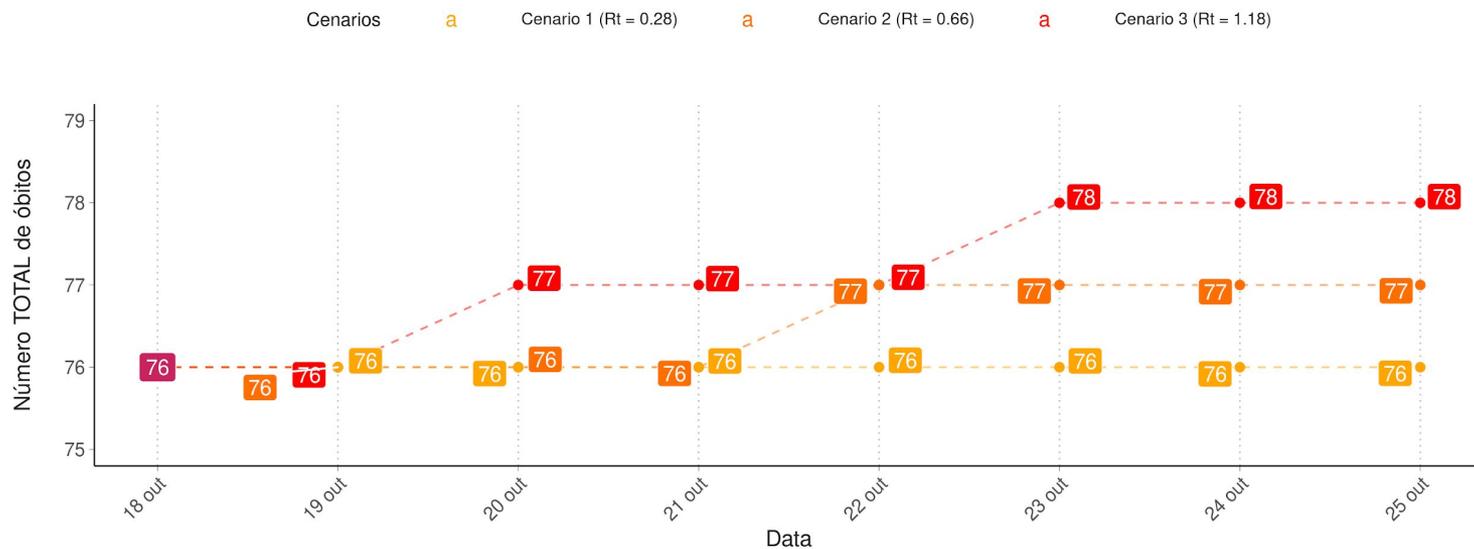
(SC_MUN_LAGES) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



Projeção para a **próxima semana** no **município de Lages**

Modelo Imperial College London

(SC_MUN_LAGES) Cenários do Modelo do dia 19/10/2020



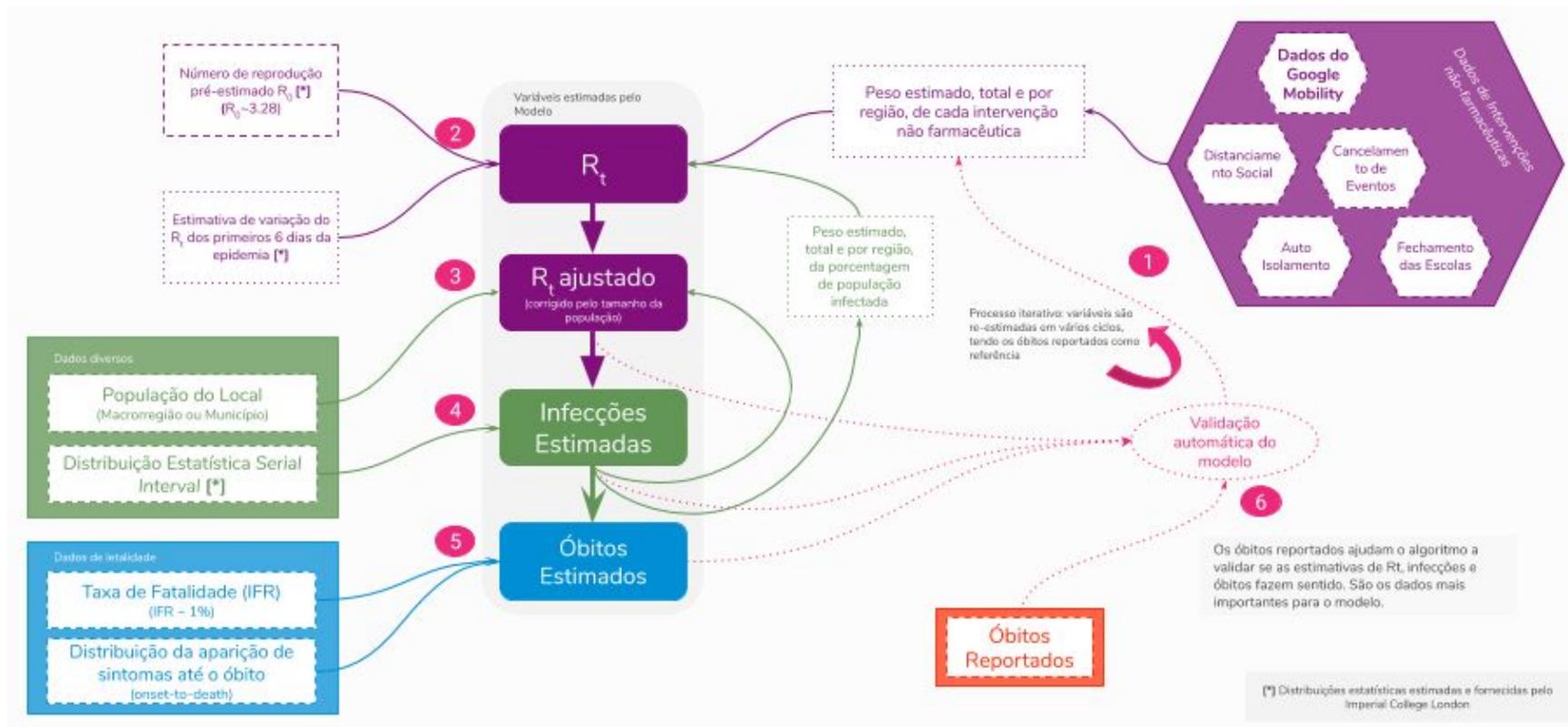
GUIA DO MODELO

GUIA DE INTERPRETAÇÃO DOS GRÁFICOS
CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES

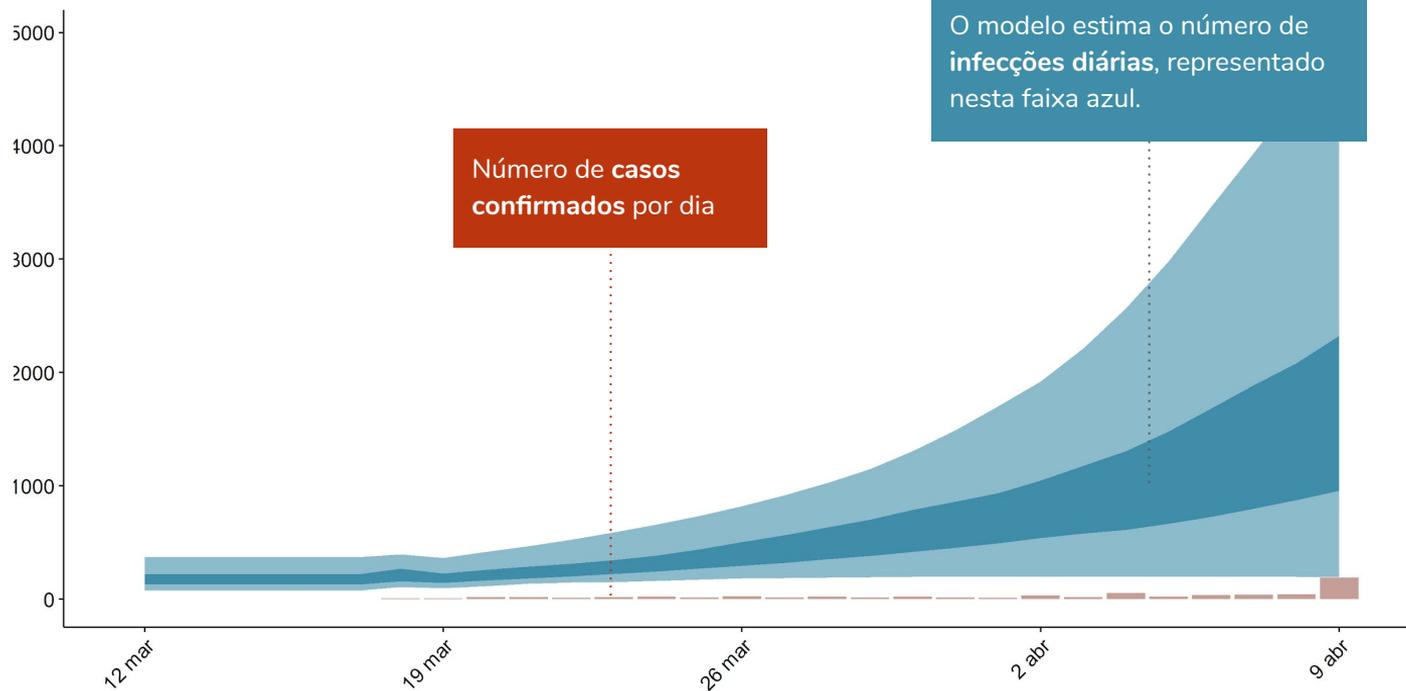


FLUXO DO MODELO EPIDEMIOLÓGICO

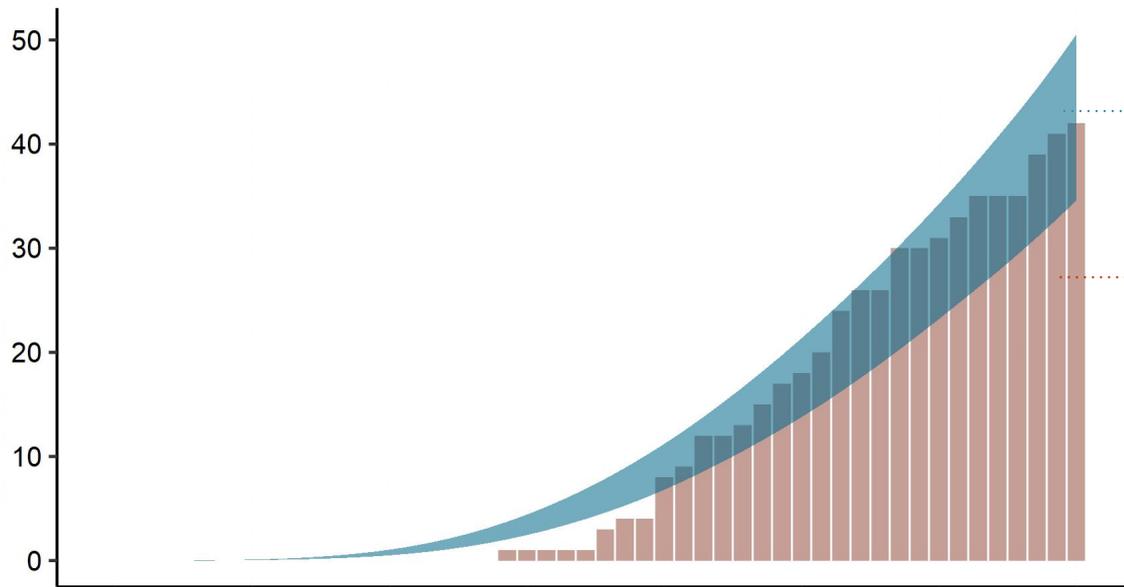
// COMO O ALGORITMO CALCULA AS ESTIMATIVAS



Infecções diárias



Curva de óbitos



O modelo estima o total de óbitos, aprendendo com os dados informados.

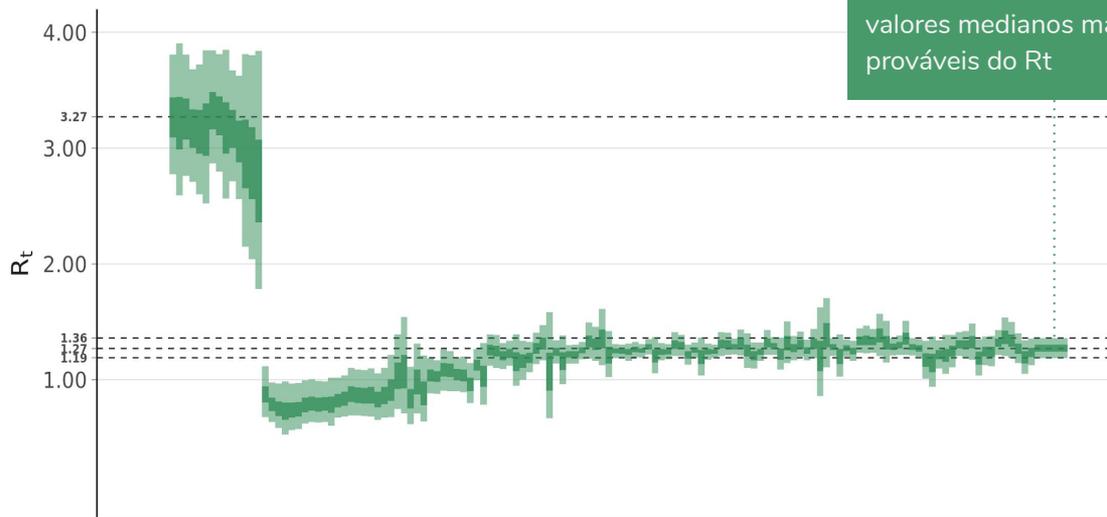
Total de óbitos confirmados

Este gráfico serve de **diagnóstico do modelo**. Se a faixa azul **estiver acompanhando** bem o comportamento das barras vermelhas, é um sinal de que o modelo **está mais alinhado com a realidade**.

Obs: Os óbitos ocorrem **semanas depois do contágio**. O retrato de hoje é o resultado das **ações de 2-3 semanas atrás**.



Taxa de contágio



- Toda vez que rodamos o modelo, ele **refaz a estimativa** da taxa de contágio, **inclusive do que aconteceu no passado.**
- Portanto, é natural que os valores absolutos do R_t mudem de uma semana para outra.
- **Não devemos nos basear puramente nos números médios do R_t**



HISTÓRICO DE MUDANÇAS

HISTÓRICO DE MUDANÇAS NOS RELATÓRIOS ANTERIORES



HISTÓRICO DE MUDANÇAS



RELATÓRIO_14 (15/10/2020)

- > **Nota Técnica:** Esta semana continuamos com modelos similares aos da semana passada, passando os priors do modelo calibrado da semana passada para o dessa semana, agora tanto para o modelo das Macrorregiões quanto o dos Municípios, e usando 800 iterações, das quais 200 foram usadas para warmup, e max_tree_depth com valor 8.

RELATÓRIO_13 (08/10/2020)

- > **Nota Técnica:** Esta semana continuamos com modelos similares aos da semana passada, passando os priors do modelo calibrado da semana passada para o dessa semana para o modelo das Macrorregiões e usando 800 iterações, das quais 200 foram usadas para warmup, e max_tree_depth com valor 8.
- > O fluxo de entrega dos relatórios mudou. Agora coletamos os dados compilados no domingo e entregamos o relatório às quintas-feiras. As datas de referência estão todas presentes na capa do relatório.
- > O histórico de mudanças foi colocado no fim do relatório, neste espaço apresentaremos somente as mudanças deste relatório.
- > Atualizamos o diagrama explicativo do modelo para facilitar o entendimento de como os valores são calculados.



HISTÓRICO DE MUDANÇAS



RELATÓRIO_12 (29/09/2020)

- > **Nota Técnica:** Toda semana fazemos uma recalibragem do modelo com vários testes em paralelo e vários hiperparâmetros para garantir que o algoritmo (modelo estatístico bayesiano da biblioteca rstan) está convergindo corretamente.
 - Para as Macrorregiões, a abordagem que se mostrou eficaz foi a de passar os *priors* (probabilidades estatísticas) do modelo calibrado da semana passada como ponto de partida para a calibragem desta semana. Esta técnica está sob análise constante pela equipe de ciência de dados mas o modelo provou-se difícil para calibrar sem o uso dela. Para essa calibragem foram usados os parâmetros: 800 iterações das quais 200 iterações foram usadas para warmup e `max_tree_depth` com valor 8,
 - Os municípios foram calibrados normalmente, com os parâmetros: 1600 iterações das quais 1000 iterações foram usadas para warmup e `max_tree_depth` com valor 8,

RELATÓRIO_11 (22/09/2020)

- > **Nota Técnica:** Toda semana fazemos uma recalibragem do modelo com vários testes em paralelo e vários hiperparâmetros para garantir que o algoritmo (modelo estatístico bayesiano da biblioteca rstan) está convergindo corretamente.
 - No modelo desta semana, a maioria das macrorregiões convergiu com os parâmetros: 1600 iterações das quais 1000 iterações foram usadas para warmup e `max_tree_depth` com valor 10, que levou aproximadamente 1h45m para rodar.
 - Já o modelo da Macrorregião do Alto Vale do Rio Itajaí convergiu quando os seguintes hiperparâmetros foram utilizados: 1600 iterações das quais 1000 iterações foram usadas para warmup e `max_tree_depth` com valor 8, que levou aproximadamente 7h para rodar.
 - Para os municípios, foi utilizado um modelo com 1600 iterações das quais 1000 iterações foram usadas para warmup e `max_tree_depth=12`, que levou aproximadamente 7h43m para rodar.
- > O Boletim do dia 21 de Setembro de 2020 não foi publicado até o momento da entrega do relatório, quaisquer divergências que possam vir a surgir em relação aos dados aqui apresentados não puderam ser verificadas e comunicadas.



HISTÓRICO DE MUDANÇAS



RELATÓRIO_10 (15/09/2020)

- > **Nota Técnica:** Nesta semana o modelo ficou bem calibrado com o hiperparâmetro `max_tree_depth` com o valor 10 ao invés do valor 8.
- > O Boletim do dia 13 de Setembro de 2020 não foi publicado até o momento da entrega do relatório, quaisquer divergências que possam vir a surgir em relação aos dados aqui apresentados não puderam ser verificadas e comunicadas.

RELATÓRIO_09 (08/09/2020)

- > **Nota Técnica:** A partir desse relatório os dados do Google Mobility passam a ser interpretados através de uma média móvel, a fim de suavizar os possíveis ruídos nos dados e melhorar a estabilidade do modelo.

RELATÓRIO_08 (01/09/2020)

- > Foi corrigida uma inconsistência na importação dos dados do Google Mobility do relatório passado onde dados de mobilidade de datas mais recentes não estavam sendo carregadas. Nota: os dados do Google Mobility são disponibilizados pela Google com atraso de alguns dias.

RELATÓRIO_07 (25/08/2020)

- > Não houve alterações nos parâmetros do algoritmo



HISTÓRICO DE MUDANÇAS



RELATÓRIO_06 (18/08/2020)

- > **Observação Importante:** como exibido no relatório anterior e na página 13 deste Relatório 6, os dados sugerem que muitos registros de óbitos estão preenchidos com onset-to-death=0 (período de dias desde o primeiro sintoma até o óbito) de forma errônea, distorcendo a distribuição da variável onset-to-death). Para diminuir essa distorção, **os registros com onset-to-death=0 foram removidos do cálculo da média desta variável.**
- > Nota técnica: aumentamos o número de iterações de warmup do algoritmo para garantir convergência dos modelos. Parâmetros atuais: : n_iter=1000, warmup=400, chains=4, n_tree_depth=8. (Obs: n_iter é cumulativo warmup+sampling)

RELATÓRIO_05 (11/08/2020)

- > À medida que o volume de dados e o número de localidades aumenta, o modelo fica mais pesado, lento, e difícil de convergir, portanto, temos feito estudos contínuos de otimização do algoritmo. Os parâmetros deste relatório foram mantidos conforme o estudo da semana passada e o diagnóstico do modelo indica que as projeções estão bem calibradas para as macrorregiões e municípios (n_iter=800, warmup=200, chains=4, n_tree_depth=8).
- > O modelo sempre tentará encaixar o cenário mais provável no Cenário 2, e como a curva de óbitos da semana passada acompanhou de perto este cenário na maioria das macrorregiões, isto indica que o modelo com estes parâmetros está com uma boa acurácia de previsão.
- > Também foram realizados 3 testes para inclusão das regionais de saúde nas projeções porém estes ainda não se mostraram bem calibrados e consistentes, mesmo variando os parâmetros do algoritmo.



HISTÓRICO DE MUDANÇAS



RELATÓRIO_04 (04/08/2020)

- > Agora os resultados apresentados para o estado representam o agregado das macrorregiões, ou seja, a partir desta versão a projeção de óbitos do estado corresponde aproximadamente à somatória das projeções das macrorregiões. O mesmo acontece com a estimativa de infecções diárias. Algumas pequenas divergências poderão existir devido às aproximações numéricas dos resultados.
- > Similarmente, o Rt do estado agora também passa a agregar o resultado das macrorregiões e é dado pela média dos Rts ponderada pela população.
- > **Observação técnica de metodologia:** Realizamos um estudo de otimização dos parâmetros do algoritmo para reduzir o tempo de execução do modelo (de 24 horas para algumas horas). Os parâmetros finais utilizados na biblioteca STAN de inferência estatística e que obtiveram bons resultados de convergência foram os seguintes: n_iter=800, warmup=200, chains=4, n_tree_depth=8.

RELATÓRIO_03 (28/07/2020)

- > Município de Lages foi adicionado ao modelo nesta versão

RELATÓRIO_02 (21/07/2020)

- > A partir desta data, os relatórios passaram a ser entregues toda terça-feira com dados compilados até o fechamento do boletim epidemiológico do último domingo.
- > Municípios de Blumenau, Chapecó, Criciúma e Florianópolis foram adicionados ao modelo nesta versão

RELATÓRIO_01 (15/07/2020)

- > Este é o primeiro relatório que a DSB produz sobre a situação da pandemia no estado de SC via contratação do Instituto Catarinense de Sanidade Agropecuária (ICasa).
- > A DSB já havia adaptado o modelo epidemiológico do Imperial College London e produzido relatórios anteriormente com as projeções do modelo e o cedido de forma voluntária para o governo do Estado de abril/2020 a jun/2020.





DATA SCIENCE
BRIGADE

YOUR DATA, STRONGER

GOVERNO DE
SANTA CATARINA
Secretaria de Estado da Saúde

