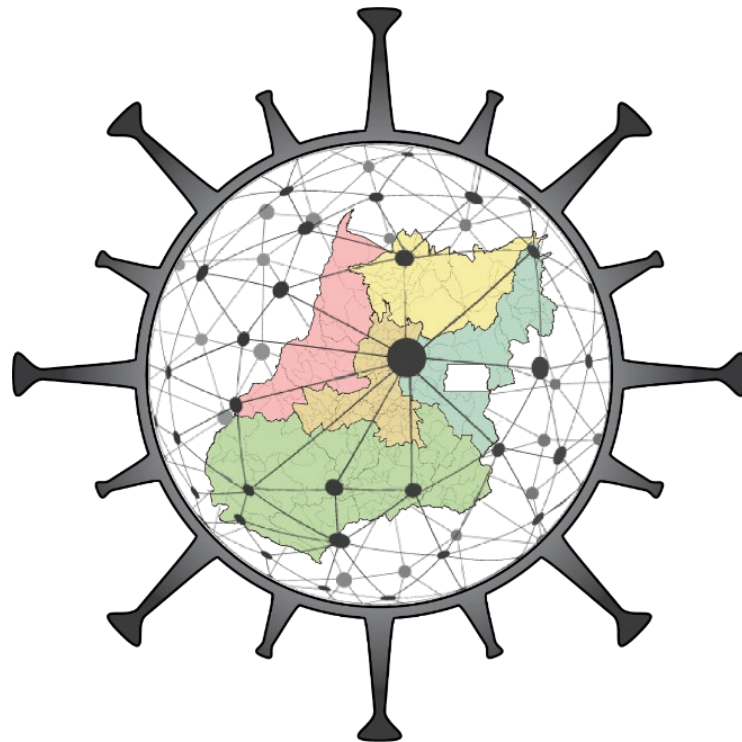


Nota Técnica 5

Avaliação do Impacto de Medidas de
Distanciamento Social na Epidemia de COVID-19
em Goiás até 02/06/2020

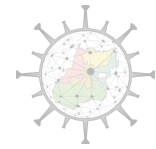


Modelagem da expansão espaço-temporal da COVID-19 em Goiás

Prof. Dr. Thiago F. Rangel

Prof. Dr. José Alexandre Felizola Diniz Filho

Profa. Dra. Cristiana M. Toscano



EQUIPE

Prof. Dr. Thiago F. Rangel

Professor Titular-Livre

Departamento de Ecologia, ICB, Universidade Federal de Goiás

Pesquisador CNPq 1D

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ecologia, Evolução e Biodiversidade

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução

Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular

Biólogo, mestre e doutor em Ecologia e Evolução

Prof. Dr. José Alexandre F. Diniz-Filho

Professor Titular-Livre

Departamento de Ecologia, ICB, Universidade Federal de Goiás

Pesquisador CNPq 1A

Academia Brasileira de Ciências

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ecologia, Evolução e Biodiversidade

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução

Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular

Biólogo, mestre e doutor em Zoologia

Profa. Dra. Cristiana M. Toscano

Professora Associada

Chefe do Departamento de Saúde Coletiva, IPTSP, Universidade Federal de Goiás

Pesquisadora CNPq 2

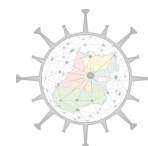
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Avaliação de Tecnologia em Saúde

Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical e Saúde Pública

Médica, mestre em Doenças Infecciosas e Parasitárias, doutora em Epidemiologia

AGRADECIMENTOS

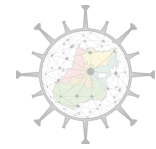
As simulações desse estudo foram realizadas na *Cluster* do Laboratório de Ecologia Teórica & Síntese do Depto. de Ecologia, ICB, UFG, financiada por diversos projetos do CNPq e da CAPES e atualmente mantida pelo INCT em Ecologia, Evolução e Conservação da Biodiversidade (EECBio). O INCT EECBio é apoiado pelo CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).



Nesta quinta nota técnica apresentamos uma avaliação do impacto estimado das medidas de distanciamento social implementadas em Goiás no contexto da pandemia de COVID-19 em 2020. Utilizamos o modelo ABM-COVID-GO-III para simular qual o número estimado de óbitos por COVID-19 evitados pelas medidas de distanciamento social até o momento, calibrado pelo número de óbitos registrados até o dia 01 de junho.

Para tanto, foi criado um cenário hipotético sem a implementação das medidas de distanciamento social. Neste cenário, avaliamos qual **teria sido** a progressão da pandemia de COVID-19 entre 13 de março e 2 de junho **caso** o Índice de Isolamento Social **tivesse** permanecido nos níveis observados no período pré-pandemia. Esse é um cenário contrafactual¹, utilizado em pesquisa para avaliar possíveis alternativas para eventos que já ocorreram, em condições diferentes daquelas que de fato ocorreram. Assim, sob o cenário contrafactual, estimamos a evolução da transmissão da doença (avaliado pelo Número reprodutivo efetivo - *Re* ao longo do tempo) e número de óbitos decorrentes da COVID-19. A diferença entre o cenário contrafactual (baixo índice de isolamento social) e a realidade (índice isolamento social de fato ocorrido no estado) indica o possível impacto que o distanciamento social promoveu na redução da velocidade da disseminação da pandemia e na prevenção de óbitos por COVID-19. Apresentamos estimativas para o estado de Goiás como um todo e para o município de Goiânia.

1. Cenários contrafactuais (“contrário aos fatos”) são avaliações de possíveis alternativas para eventos que já ocorreram, em condições diferentes daquelas que de fato ocorreram. Estes cenários consideram as perguntas do tipo “como teria sido se...?”, que surgem ao considerarmos como a realidade poderia ter se tornado diferente sob outras circunstâncias. Cenários contrafactuais são utilizados em várias áreas para estudar os efeitos ou causas de um fenômeno (Naimi, A.I., Kaufman, J.S. 2015. Counterfactual Theory in Social Epidemiology: Reconciling Analysis and Action for the Social Determinants of Health. *Curr Epidemiol Rep* 2, 52–60; Höfler, M. 2005. Causal inference based on counterfactuals. *BMC Med Res Methodol* 5, 28).



Descrição do Cenário

O modelo ABM-COVID-GO-III foi novamente avaliado em sua capacidade de capturar as tendências observadas na evolução da pandemia em Goiás até o dia 2 de junho de 2020. A correlação entre as séries estimada e registrada de óbitos em Goiás foi a $r^2 = 0,986$, indicando excelente ajuste aos dados observados. Uma vez que o modelo foi validado novamente, nesta análise foi considerado um cenário contrafactual para estimativa da progressão e expansão espaço-temporal da COVID-19 até de 02 de junho. A estimativa é baseada no distanciamento social, que por sua vez é estimado pela empresa *Inloco* através da telefonia móvel, e frequentemente divulgado como “Índice de Isolamento Social”:

- Cenário contrafactual: Entre os dias 14 de março e 02 de junho de 2020 o índice de isolamento em cada município goiano se manteve igual àquele observado no mês anterior à detecção dos primeiros casos de COVID-19 em Goiás, isto é, entre os dias 13 de fevereiro e 13 de março de 2020. Neste período, o índice médio de isolamento para o estado como um todo foi em torno de 25% (Figura 1, linha laranja). Para a modelagem, foram considerados índices de cada um dos municípios do estado).

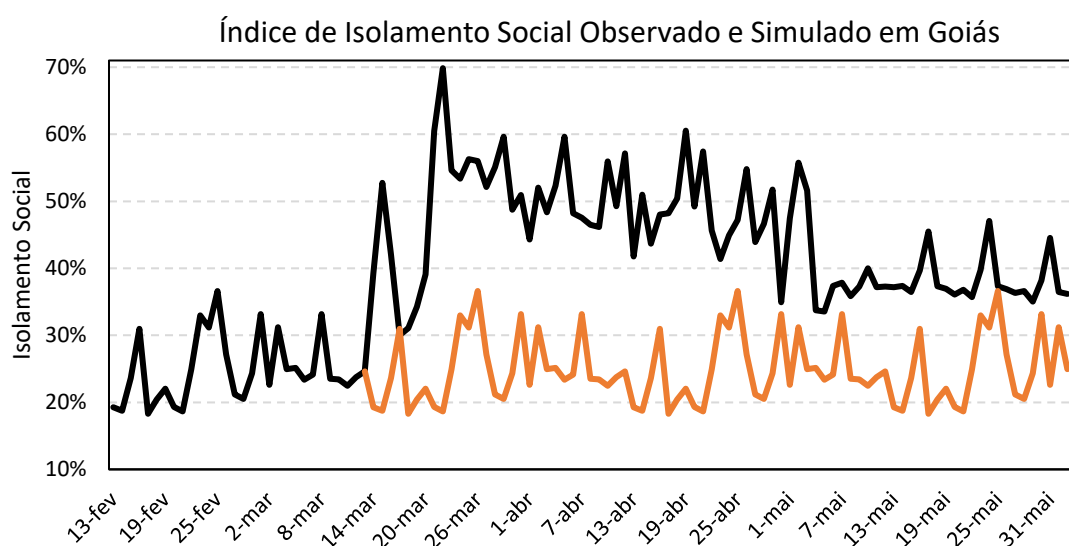
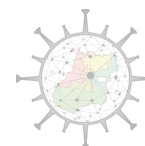
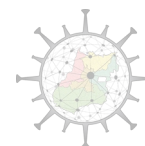


Figura 1. Séries temporais observada (linha preta) e simulada (laranja) do isolamento social no Estado de Goiás. A figura apresenta o índice médio entre os municípios de Goiás, ponderado pelo tamanho populacional. Para as estimativas, o modelo utiliza índices de cada município do estado ao longo do tempo. A linha preta indica o observado no Estado até o dia 02 de junho. A linha laranja indica o cenário contrafactual, assumindo que o índice de isolamento observado em cada município goiano entre os dias 13 de fevereiro e 13 de março se mantém entre 14 de março e 02 de junho, 2020.

Principais Resultados

a) Estimativa de transmissão do SARS-CoV-2 na população ao longo do tempo (Número reprodutivo efetivo - Re)

- Observa-se que o aumento do isolamento social foi capaz de reduzir substancialmente a transmissão do SAR-CoV-2 em Goiás durante os meses de março e abril. Durante esse período o número reprodutivo efetivo (Re) permaneceu entre 1,1 e 1,6.
- No cenário contrafactual, no qual nenhuma medida de distanciamento social teria sido implementada em Goiás, o Re teria se mantido inicialmente em torno de 2,3. O modelo estima neste cenário que após circulação viral intensa no mês de abril, a transmissão do SAR-CoV-2, mensurada pelo número reprodutivo efetivo (Re), diminuiria a partir da última semana de abril, em função da rápida redução do número de indivíduos suscetíveis na população de Goiás. Essa



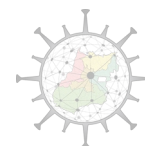
redução segue a dinâmica usual das epidemias de doenças infecciosas, conforme estimada pelos modelos da classe SIR².

- No cenário contrafactual, no qual nenhuma medida de aumento no distanciamento social teria sido implementada em Goiás, até o dia 02 de junho de 2020 entre 4.172.568 e 4.404.978 pessoas teriam sido infectadas, o que representaria 59,4% e 62,7% da população.

b) Estimativas Temporais de Número de Óbitos por COVID-19

- Sob o cenário contrafactual, no qual nenhuma medida de distanciamento social teria sido implementada em Goiás, o pico de mortes diárias por COVID-19 aconteceria em meados de junho. Por este cenário teria havido entre 1.211 e 1.455 óbitos entre os dias 27 de maio e 2 de junho. Ao contrário, entre os dias 27 de maio e 02 de junho foram registrados 51 óbitos em Goiás, enquanto a (Figura 2).
- Neste cenário contrafactual, é estimado que teriam ocorrido entre 2994 e 3567 óbitos por COVID-19 acumulados até o dia 02 de junho no estado (Figura 3). Ao contrário, até esta mesma data foram de fato registrados 160 óbitos por COVID-19 em Goiás. Inferimos, portanto, que entre 2.834 e 3.407 óbitos foram evitados (diferença entre a estimativa e o registro real) em função das medidas de distanciamento social implementadas até a data 02 de junho.
- No cenário contrafactual, estima-se que o centésimo quinquagésimo óbito em Goiás teria ocorrido em algum momento entre os dias 9 e 15 de maio, quando na realidade aconteceu de fato no dia 2 de junho. Isso significa que o isolamento social implementado em março e abril foi capaz de “achatar a curva” epidêmica no estado e retardar a progressão da epidemia de COVID-19.

2. Ridenhour, B., Kowalik, J.M. e Shay, D.K. 2014. Unraveling R0: considerations for public health applications. *Am. J. Public Health*, 104:e32-e41.



Estimativas do Número de Óbitos Diários por COVID-19 em Goiás
Considerando Cenários Real e Contrafactual

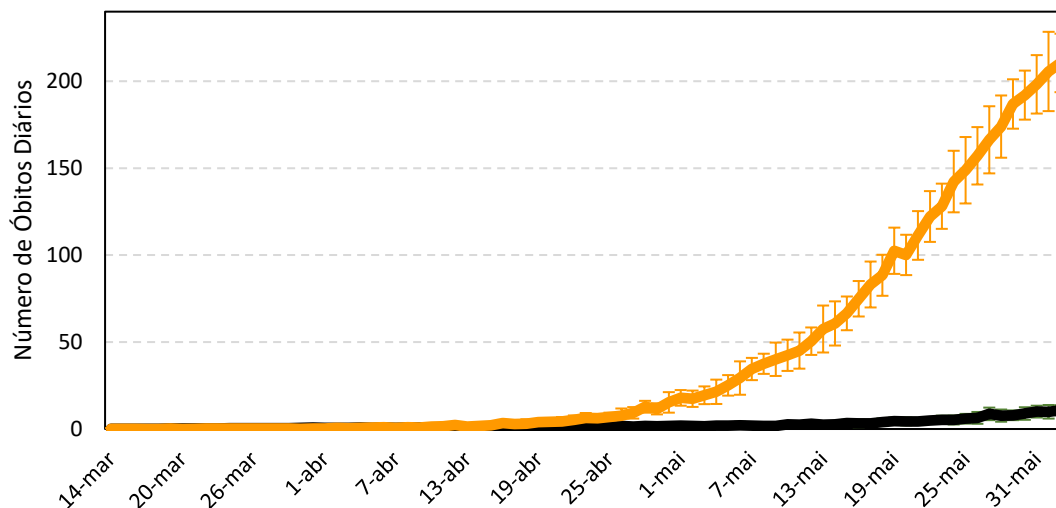


Figura 2: Estimativa do número diário de óbitos por COVID-19 considerando os cenários observado em Goiás (linha preta) e contrafactual de ausência de isolamento (linha laranja). Barras verticais indicam o intervalo de confiança (IC95%) das estimativas de 100 réplicas das simulações.

Estimativas do Número Acumulado de Óbitos por COVID-19 em
Goiás Considerando os Cenários Real e Contrafactual

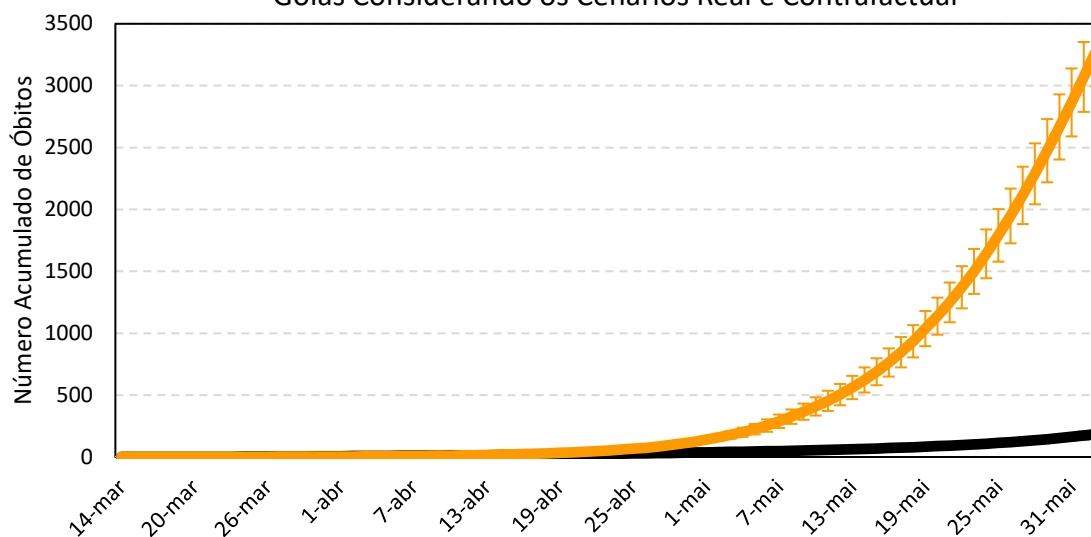


Figura 3: Estimativa do número acumulado de óbitos por COVID-19 em Goiás considerando os cenários observado em Goiás (linha preta) e contrafactual de ausência de isolamento (linha laranja). Barras verticais indicam o intervalo de confiança (IC95%) das estimativas de 100 réplicas das simulações.



- Considerando apenas o município de Goiânia, ainda no cenário contrafactual, é estimado que teriam ocorrido entre 927 e 1171 óbitos acumulados até o dia 02 de junho. Considerando que de fato foram observados neste período 65 óbitos por COVID-19 no município, estima-se que as medidas de distanciamento social evitaram, até o dia 02 de junho, entre 862 e 1.106 óbitos por COVID-19, apenas na capital.

Considerando os principais resultados, pode-se concluir que:

- As medidas de distanciamento social implementadas no estado de Goiás após o início da epidemia de COVID-19 no estado contribuíram para redução da velocidade de transmissão do SARS-CoV-2 no Estado no mês de abril de 2020, embora a partir da última semana de abril o *Re* tenha apresentado uma tendência de aumento progressivo;
- A importância das medidas de isolamento social é ressaltada através do contraste entre a evolução da pandemia observada em Goiás até o dia 02 de junho e o cenário contrafactual no qual nenhuma medida de distanciamento social promovendo o isolamento tivesse sido implementada. Através desse contraste fica claro que as medidas implementadas foram capazes de “achatar a curva” da epidemia de COVID-19 no estado com impacto significativo na mortalidade.
- Estima-se que as medidas de distanciamento social evitaram entre 2.834 e 3.407 mortes por COVID-19 no estado até o momento e evitou uma demanda por leitos hospitalares e leitos de UTI maior do que a capacidade existente do sistema de saúde.
- Apenas no município de Goiânia, estima-se que as medidas de distanciamento social evitaram, até o dia 02 de junho, entre 927 e 1171 óbitos por COVID-19.