

Relatório

Projeções da evolução da COVID-19 em Belo Horizonte considerando diferentes cenários de eficácia das medidas de isolamento social

Força-Tarefa de Modelagem da COVID-19¹

24/03/2019

¹ A FTM-COVID-19 é constituída neste momento por 15 docentes-pesquisadores da UFMG e um docente-pesquisador da UFV.

Alerta Preliminar

Como mensagem inicial, é importante mencionar que este relatório descreve os resultados de um esforço preliminar de modelagem da propagação COVID-19 utilizando técnicas que conduzem a resultados que podem ser obtidos rapidamente, porém sem elevado grau de certeza quanto à acuidade das projeções, e sem uma quantificação explícita das incertezas nelas envolvidas. Tais incertezas decorrem principalmente do desconhecimento atual sobre as características específicas do vírus e de sua interação com diferentes populações em diferentes ambientes, bem como da limitação dos dados disponíveis, especialmente no que diz respeito à detecção de casos. Uma modelagem mais sofisticada que a utilizada aqui, cuja preparação encontra-se em andamento, pode lidar de maneira mais adequada com tais incertezas, pelo menos explicitando sua presença e quantificando seu efeito potencial. Os dados aqui apresentados devem ser interpretados como indicadores qualitativos dos cenários esperados à frente, sendo adequados para indicar a ordem de grandeza dos fenômenos. Não se recomenda sua utilização para subsidiar tentativas de avaliar de maneira precisa os eventos futuros.

Resultados Principais

Foi feita a simulação da propagação da epidemia da COVID-19 utilizando um modelo do tipo compartimental, que considera a população do município dividida nos seguintes grupos:

- Susceptíveis: indivíduos que não tiveram ainda contato com o vírus tendo, portanto, susceptibilidade a contrair a doença.
- Expostos: indivíduos que contraíram o vírus e que se encontram ainda na fase de incubação da doença, sem manifestação de qualquer sintoma.
- Infectados reportados: indivíduos que contraíram o vírus e apresentam sintomas, tendo recorrido ao sistema de saúde. Esses indivíduos são contabilizados como “casos confirmados” da doença, nos boletins oficiais.
- Infectados não-reportados: indivíduos que contraíram o vírus e apresentam sintomas leves, ou até mesmo permanecem assintomáticos, não tendo recorrido ao sistema de saúde. Esses indivíduos não são contabilizados nos boletins oficiais, mas exercem importante papel na propagação do vírus.
- Removidos: indivíduos que contraíram a doença (quer tenham sido casos reportados ou não) e que já evoluíram seja para a cura, seja para o óbito, deixando de exercer papel na propagação do vírus.

Deve-se notar que o total de indivíduos infectados será composto pela soma dos “infectados reportados” com os “infectados não-reportados”. Embora seja de se esperar que os casos mais agudos venham a ser reportados e que os casos com sintomas mais leves ou mesmo assintomáticos sejam não-reportados, não há uma linha de corte clinicamente significativa entre esses dois grupos. Note-se que, para que seja possível a modelagem matemática, é necessário indicar explicitamente o número de casos reportados, uma vez que a validade do modelo só pode ser verificada a partir da sua capacidade de prever o número de notificações.

Os parâmetros do modelo são de dois tipos:

- Um grupo de parâmetros (tempo médio de incubação, tempo médio de duração dos sintomas) é predominantemente determinado por características da interação do vírus SARS-nCoV19 com a espécie humana, tendo provavelmente baixa variabilidade de um local para outro. No modelo de simulação, esses parâmetros foram assumidos como iguais aos valores identificados nas principais publicações.
- Outro grupo de parâmetros (taxa de transmissão, taxa de detecção dos doentes pelo sistema de saúde, taxa de transmissão proveniente dos casos não-reportados) é fortemente dependente das condições locais. Esses parâmetros foram ajustados de maneira a reproduzir os dados observados nos primeiros dias da epidemia no Brasil.

No apêndice a este relatório, é apresentado um detalhamento mais preciso do modelo que foi utilizado, além de uma discussão sobre a escolha de parâmetros e sobre as premissas gerais assumidas por esta forma de modelagem.

A Figura 1 mostra um cenário simulado no qual não se adotasse nenhuma medida de contenção da epidemia.

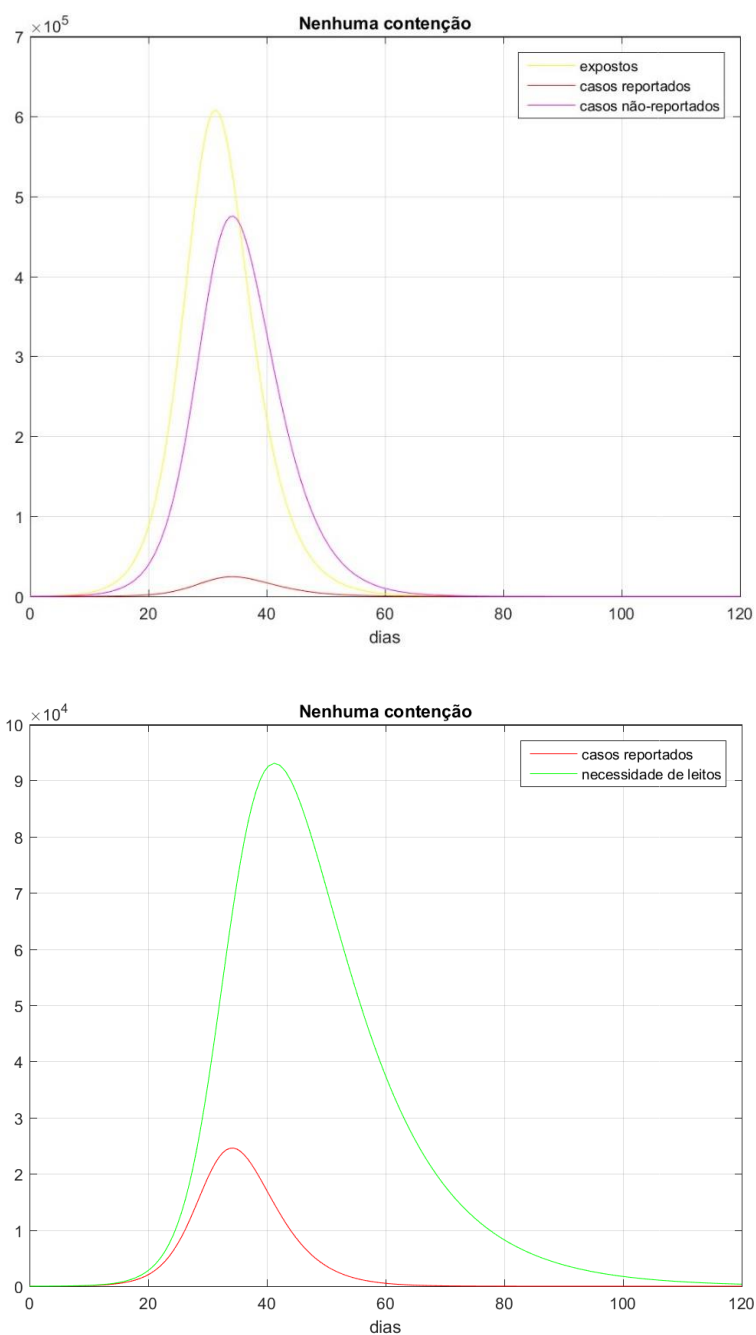


Figura 1. Alto: evolução dos números de indivíduos expostos, casos reportados e casos não reportados, ao longo do tempo no município de Belo Horizonte. Baixo: Evolução do número de casos reportados e do número de casos que requerem internação hospitalar. O instante inicial nesse gráfico corresponde à data de 14 de março de 2020.

Essa figura mostra uma projeção da evolução do número de indivíduos expostos (já contaminados, e que irão desenvolver a doença), do número de casos reportados (atendidos pelo sistema de saúde e com confirmação da doença) e do número de casos não-reportados. Embora um estudo minucioso tenha indicado que na China a proporção de casos reportados

seja de aproximadamente 15% do total de casos, **nossa análise sugere que no Brasil apenas cerca de 5% dos casos estejam sendo reportados.**

Essa figura também mostra a projeção da necessidade de leitos hospitalares. Na China, cerca de 20% dos casos reportados exigiram internação. Se no Brasil de fato estiver havendo o relato de apenas 5% dos casos e se se mantiver a necessidade de internações hospitalares como proporção do total de casos, **até cerca de 60% dos indivíduos com infecção reportada deverão requerer internação.** Nas simulações aqui descritas, assume-se que 50% desses indivíduos precisarão ser internados. **Assim, no cenário de nenhuma medida de contenção à propagação da epidemia, ocorreria um pico de cerca de 90.000 pessoas precisando de internação hospitalar em Belo Horizonte por volta do dia 25 de abril.**

A Figura 2 mostra um cenário simulado no qual seriam adotadas medidas de isolamento social a partir do dia **22 de março**, a partir de quando foram iniciadas de fato medidas para restringir a circulação de pessoas. Nesse cenário simulado, as medidas adotadas produziram como efeito **reduzir em 50% o número médio de contatos** ocorridos por unidade de tempo entre indivíduos na cidade, o que iria reduzir em igual proporção a taxa de transmissão do vírus.

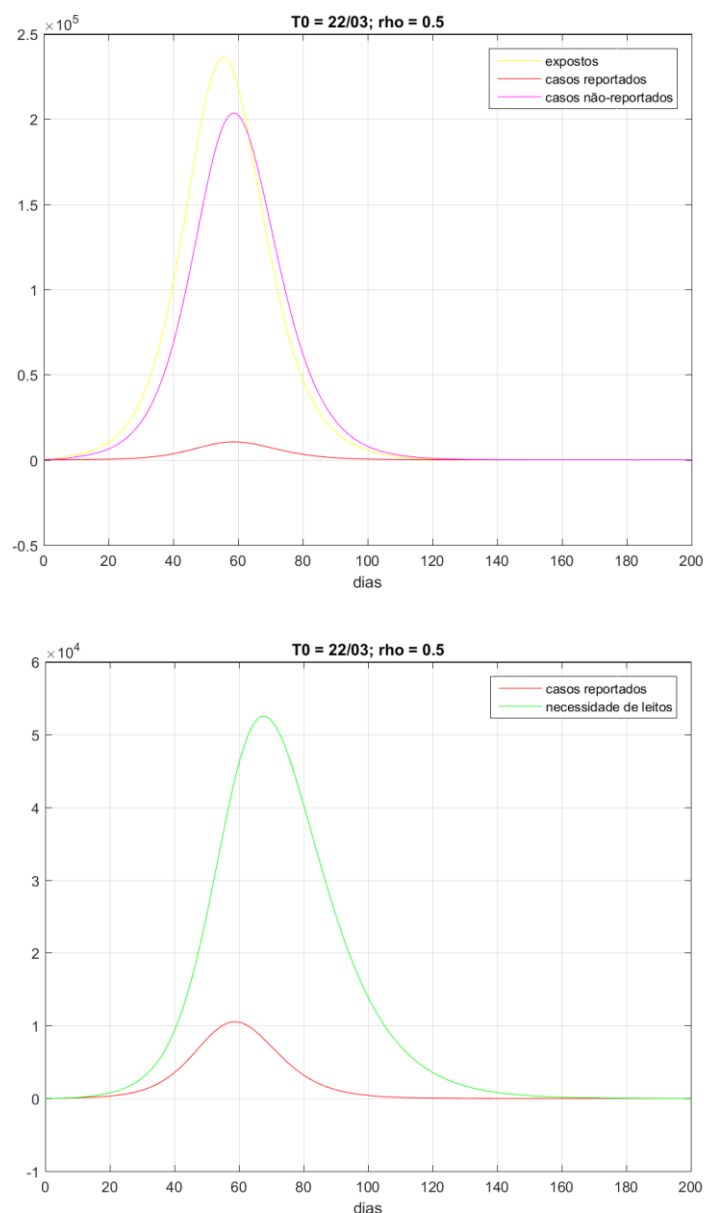


Figura 2. Alto: evolução dos números de indivíduos expostos, casos reportados e casos não reportados, ao longo do tempo no município de Belo Horizonte. Baixo: Evolução do número de casos reportados e do número de casos que requerem internação hospitalar. O instante inicial nesse gráfico corresponde à data de 14 de março de 2020. No dia 22 de março, são adotadas medidas de contenção que reduzem a taxa de transmissão em 50%.

Nesse cenário, ocorreria um pico de cerca de 50000 demandas por internação por volta do dia 20 de maio.

A Figura 3 faz uma análise semelhante à anterior, alterando apenas o fator de redução da taxa de transmissão para 25% do que seria taxa inicial sem nenhuma medida de contenção.

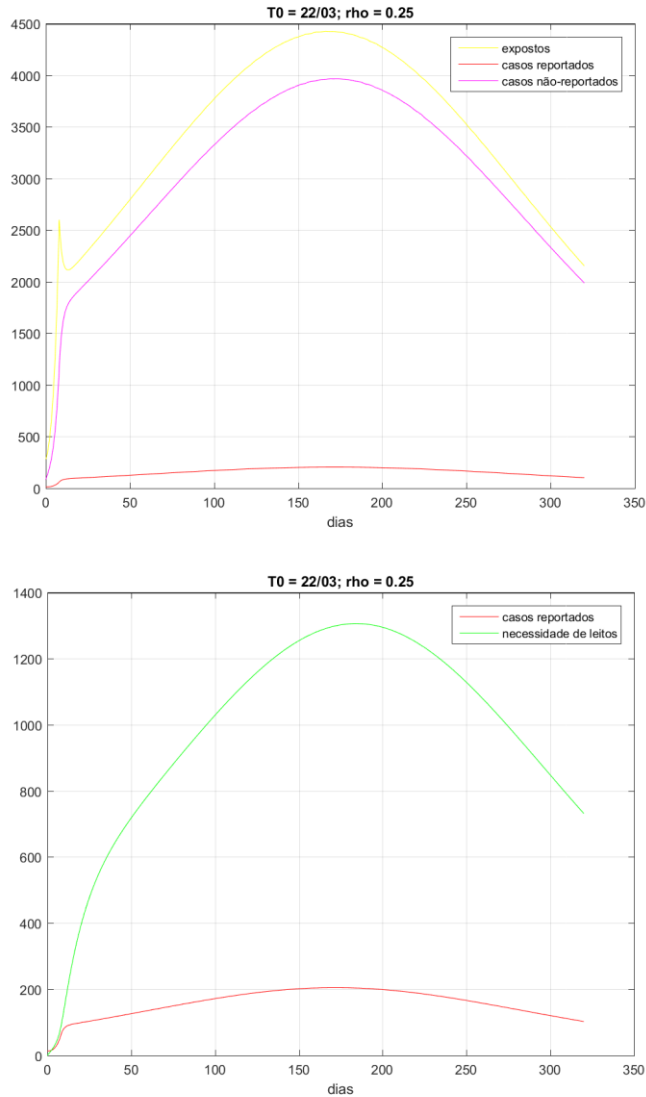


Figura 3. Alto: evolução dos números de indivíduos expostos, casos reportados e casos não reportados, ao longo do tempo no município de Belo Horizonte. Baixo: Evolução do número de casos reportados e do número de casos que requerem internação hospitalar. O instante inicial nesse gráfico corresponde à data de 14 de março de 2020. No dia 22 de março, são adotadas medidas de contenção que reduzem a taxa de transmissão para 25% do valor inicial.

No cenário estudado na Figura 3, ocorreria um pico de cerca de 1300 pacientes demandando internação hospitalar por volta do dia 15 de setembro.

A Figura 4 mostra uma comparação entre os três cenários examinados anteriormente, de forma a facilitar a compreensão quanto às suas diferenças.

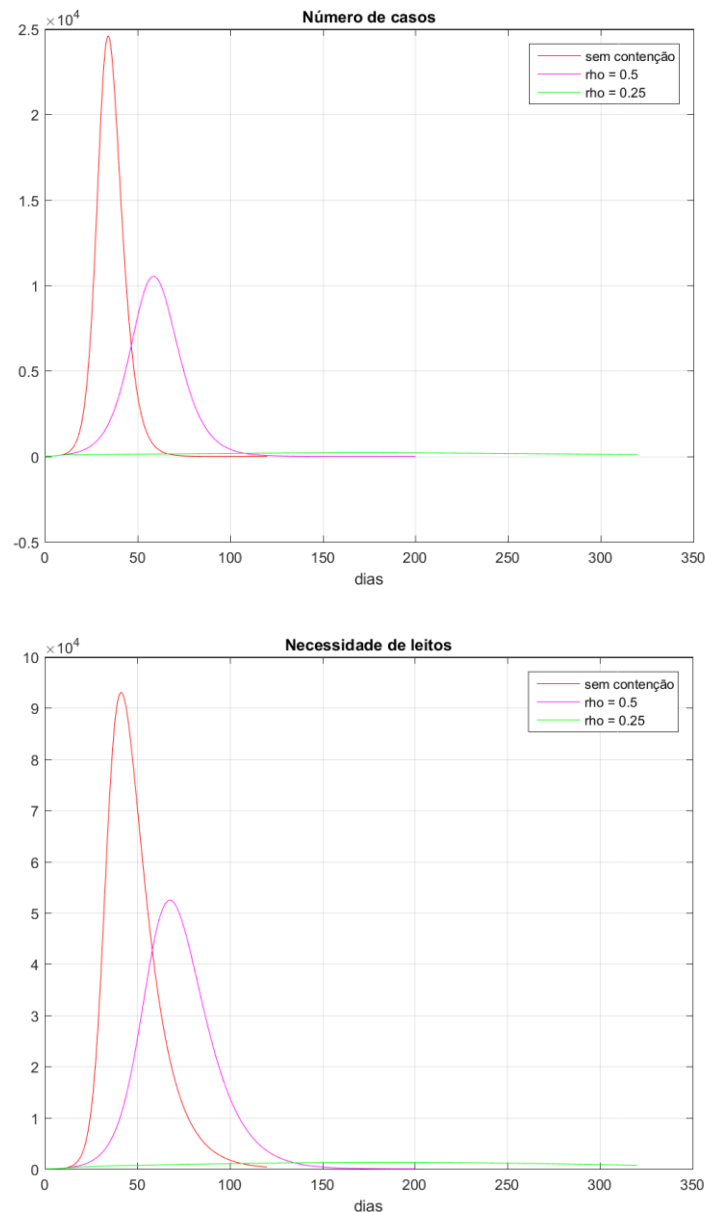


Figura 4. Alto: comparação entre os números de casos reportados nos cenários em que não houvesse ação de contenção, em que ação resultasse em diminuição da taxa de transmissão para 50% do valor inicial, e em que a ação resultasse em diminuição dessa taxa para 25% do valor inicial. Baixo: comparação entre as projeções de número de leitos necessários nos cenários em que não houvesse ação de contenção, em que ação resultasse em diminuição da taxa de transmissão para 50% do valor inicial, e em que a ação resultasse em diminuição dessa taxa para 25% do valor inicial.

Nota-se a diferença qualitativa marcante entre os dois primeiros cenários e o terceiro. Tal diferença sugere a existência de um limiar mínimo de redução da taxa de transmissão para que a propagação da epidemia seja mantida sob controle. **Tal limiar estaria abaixo de 30% do valor inicial.**

Por fim, a Figura 5 mostra em detalhe o efeito das medidas de contenção, adotadas no dia 22 de março. São mostradas as trajetórias seguidas imediatamente depois das medidas, tanto no número de indivíduos expostos ao vírus quanto no número de indivíduos infectados com infecção reportada.

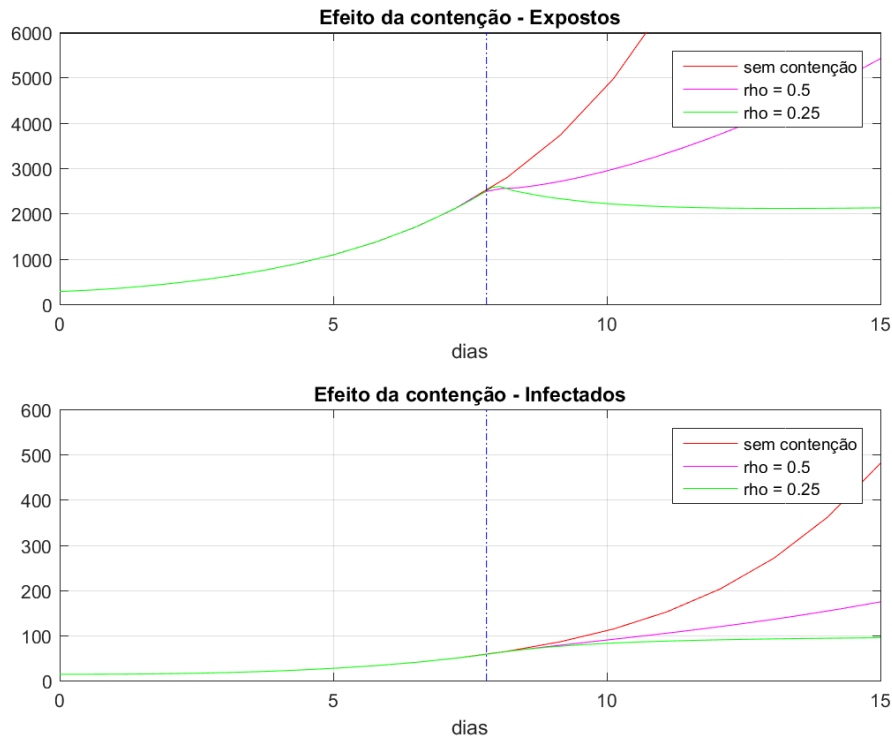


Figura 5. Efeito das medidas de contenção, aplicadas no dia 22/03, nos cenários de redução da taxa de transmissão para 50% e para 25% do valor inicial, em comparação com o cenário em que nenhuma medida é aplicada. Alto: número de indivíduos expostos ao vírus. Baixo: número de indivíduos infectados contabilizados como casos confirmados pela rede de saúde.

Nessa figura, é possível notar que o número de pessoas expostas ao vírus reduz imediatamente seu crescimento. Já o número de casos confirmados da doença demora um pouco a demonstrar menor velocidade de crescimento, uma vez que os indivíduos que haviam sido expostos antes das medidas continuam a desenvolver os sintomas da doença após o período de incubação. A diferença entre o número de casos efetivamente registrado e o número que seria esperado se torna clara após passados cerca de cinco dias desde o início das medidas de contenção. Note-se que o número de casos confirmados continua a crescer, porém em uma taxa menor que aquela verificada até a data do início da contenção.