



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS TOLEDO

CURSO DE MEDICINA



PROGRAMA DE VOLUNTARIADO ACADÊMICO

TRADUÇÃO LIVRE DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE O COVID-19

Este projeto visa realizar a tradução livre de artigos científicos relacionados ao COVID-19, publicados em revistas internacionais de renome, com o objetivo de fornecer material traduzido e facilitar a compreensão e acesso à informação relevante aos profissionais de saúde de diversas áreas e a população em geral. Não há conflitos de interesse.

Título original: The Global Impact of COVID-19 and Strategies for Mitigation and Suppression

Autores: WALKER, Patrick GT; WHITTAKER, Charles; WATSON, Oliver; *et. al.*

Publicado em: Imperial College London. Published online: March 26, 2020

DOI: <https://www.preventionweb.net/go/71077>

Citação sugerida:

Patrick GT Walker, Charles Whittaker, Oliver Watson *et al.* The Global Impact of COVID-19 and Strategies for Mitigation and Suppression. WHO Collaborating Centre for Infectious Disease Modelling, MRC Centre for Global Infectious Disease Analysis, Abdul Latif Jameel Institute for Disease and Emergency Analytics, Imperial College London (2020)

Correspondência: a.ghani@imperial.ac.uk,
neil.ferguson@imperial.ac.uk

O impacto global do COVID-19 e as estratégias de atenuação e supressão

Resumo:

O mundo enfrenta uma severa e aguda emergência de saúde devido a pandemia atual da COVID-19. Como os países respondem individualmente nas próximas semanas será crítico na influência da trajetória das epidemias nacionais. Aqui nós combinamos informações sobre padrões de contato específicos da idade e a severidade do COVID-19 para projetar o

impacto da pandemia na saúde em 202 países. Nós comparamos os impactos das previsões de mortalidade na ausência de intervenções ou distanciamento social espontâneo com o que pode ser realizado com políticas voltadas à atenuação ou supressão da transmissão. Nossas estimativas de mortalidade e demanda do sistema de saúde são baseadas em informações vindas da China e países de alta renda; diferenças subjacentes a condições de saúde e capacidade do sistema de saúde vão provavelmente resultar em diferentes padrões em situações de países de baixa renda.

Nós estimamos que, na ausência de intervenções, o COVID-19 resultaria em 7,0 bilhões de infecções e 40 milhões de mortes globalmente este ano. Estratégias de atenuação focadas em proteger os mais velhos (redução de contato social em 60%) e diminuição, mas não interrupção da transmissão (40% de redução de contato social para maior parte da população) pode reduzir o esse ônus pela metade, salvando 20 milhões de vidas, mas nós prevemos que, mesmo neste cenário, os sistemas de saúde de todos os países serão rapidamente sobrecarregados. Este efeito, provavelmente, será mais severo em situações de baixa renda, onde a capacidade

Acesse: <http://www.toledo.ufpr.br/portal/artigos-cientificos-covid-19/>

é menor: nossos cenários de atenuação preveem um pico de demanda por leitos de terapia intensiva, em uma típica situação de baixa renda, ultrapassando o fornecimento por um fator de 25, em contraste a uma situação de alta renda, onde este fator é de 7. Como resultado, nós antecipamos que o verdadeiro ônus em situações de baixa renda seguindo estratégias de atenuação pode ser substancialmente mais alto do que essas estimativas.

Nossas análises, portanto, sugerem que a demanda no sistema de saúde só pode ser mantida dentro da capacidade de manejo pela rápida adoção de medidas de saúde pública (incluindo testagem e isolamento de casos e amplas medidas de distanciamento social) para supressão da transmissão, de forma similar àquelas que estão sendo adotadas em muitos países atualmente. Se uma medida de supressão é adotada precocemente (em 0,2 mortes para 100.000 pessoas por semana) e mantida, 38,7 milhões de vidas podem ser salvas, sendo que, se iniciadas com um número de mortes maior (1,6 mortes para 100.000 pessoas por semana) 30,7 milhões de vidas podem ser salvas. Atrasos na implementação de estratégias para suprimir a transmissão levarão a resultados piores e menos vidas salvas.

Nós não consideramos os custos sociais e econômicos da supressão, que serão altos e podem ser desproporcionais em situações de baixa renda. Além disso, estratégias de supressão deverão ser mantidas de alguma forma até que vacinas ou tratamentos efetivos se tornem disponíveis para evitar o risco de epidemias tardiamente. Nossas análises enfatizam as decisões desafiadoras enfrentadas por todos os governos nas próximas semanas e meses, mas demonstram a extensão em que ações rápidas, decisivas e coletivas agora podem salvar milhões de vidas.

1. Introdução

A pandemia da COVID-19 é atualmente uma grande ameaça de saúde global, com 332.930 casos e 14.510 mortes confirmadas mundialmente até 23 de março de 2020¹. Desde a identificação inicial do vírus na China, o

espalhamento para o mundo foi rápido, com 182 dos 202 países tendo relatados pelo menos um caso. A experiência em países até hoje tem enfatizado a intensa pressão que a epidemia de COVID-19 coloca em sistemas de saúde nacionais, com demanda de leitos de terapia intensiva e ventiladores mecânicos rapidamente ultrapassando sua disponibilidade, mesmo em cenários com alta disponibilidade². Isso tem, possivelmente, consequências profundas para cenários pobres em recursos, onde a qualidade e a disponibilidade de recursos do sistema de saúde (como oxigênio) é tipicamente menor³.

Ainda restam grandes incertezas nos determinantes da severidade da infecção pelo COVID-19 e como isso se traduz em certos cenários. Contudo, riscos claros incluem a idade, sendo que pessoas mais velhas são mais prováveis de necessitar de hospitalização e subsequentemente morrer como resultado da infecção⁴, e comorbidades associadas, como hipertensão, diabetes e doença coronariana servindo para exacerbar os sintomas⁵. Ambos, perfil de idade e distribuição das comorbidades provavelmente terão variação em cada país, região e situação econômica, assim como padrões de contato relacionados a idade e contato social. Variações destes fatores entre países terão consequências importantes na transmissão e no ônus associado à doença por modificar a extensão em que a doença se espalha para os mais velhos e membros mais vulneráveis da sociedade.

Para ajudar a formar estratégias nos países nas próximas semanas, nós disponibilizamos aqui um resumo das estatísticas do potencial impacto das estratégias de atenuação e supressão em todos os países do mundo. Isso elucida a necessidade de agir precocemente, e o impacto provável caso falhe em realizar tais estratégias. É importante enfatizar que essas não são previsões do que é provável de acontecer; isso será determinado pelas ações adotadas pelos governos e países nas próximas semanas e pelas mudanças de comportamento que ocorrem como resultado dessas medidas.

2. Demografia e status de renda

A Figura 1 resume dois dos fatores demográficos e sociais que mais provavelmente determinam o ônus do COVID-19 em diferentes países. Primeiro, existe uma forte correlação entre produto interno bruto (PIB, uma medida de poder econômico) de um país e a sua demografia subjacente (Figura 1A). Países de alta renda tendem a ter uma população mais velha; países de baixa renda, em contraste, tem uma proporção muito menor de população acima de 65 anos e, portanto, dentro do intervalo de idade atualmente tido como alto risco de mortalidade por COVID-19⁴. Contudo, nós enfatizamos que essas populações também têm diferentes

comorbidades associadas, incluindo uma alta carga de doenças infecciosas em países de baixa renda (PBR) e de baixa a média renda (PBMR) e ambas doenças infecciosas e crônicas em países de média renda (PMR). Além disso, a carga de muitas doenças está em crianças pequenas, que podem, conseqüentemente, estar em maior risco do que foi observado na China e na Europa. O perfil de risco para o COVID-19 pode, portanto, ser bastante diferente em alguns países de baixa renda se comparado ao observado até hoje na China, Europa e América do Norte.

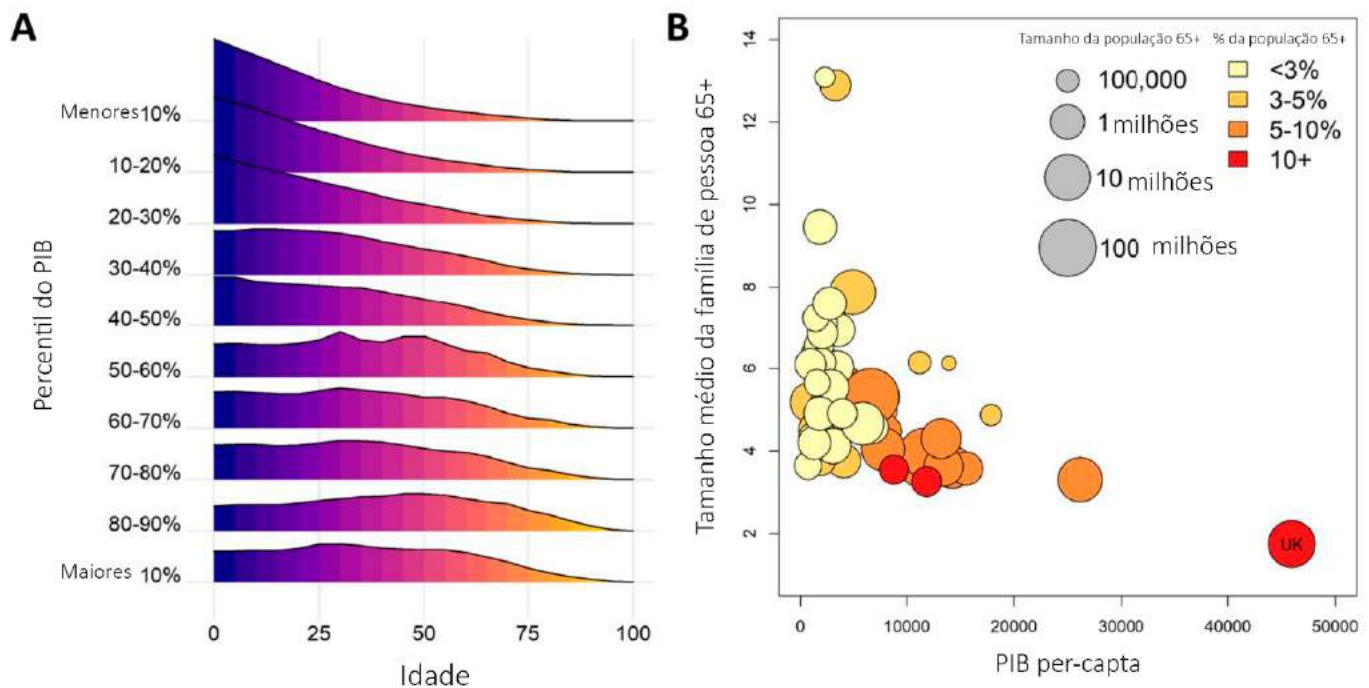


Figura 1: Padrões demográficos, sociais e contato social relevantes na transmissão do COVID-19 e o ônus para diferentes países. A. Padrões demográficos dentro das projeções das perspectivas da população mundial (PPM) de 2020 de acordo com o PIB per-capta do Banco Mundial (BM). B. Tamanho médio das famílias de acordo com pesquisas demográficas de saúde (PDS) de indivíduos com idade igual ou maior que 65 anos pelo PIB per-capta do BM. Para referência, também é fornecido o tamanho médio dos contatos das famílias no Reino Unido.

A família é um fator chave para a transmissão da COVID-19⁶. O tamanho médio de famílias que tem um integrante com idade maior que 65 anos é significativamente maior em países com menor renda (Figura 1B) comparado com países de média e alta

renda, aumentando o potencial de infecção de forma geral, mas também especificamente para essa faixa estaria vulnerável. Padrões de contato entre grupos etários também variam para cada país; em países de alta renda, padrões de contato tendem a reduzir

Acesse: <http://www.toledo.ufpr.br/portal/artigos-cientificos-covid-19/>

abruptamente com a idade. Este efeito é mais moderado em países de média renda e desaparece em situações de baixa renda (Figura 2), indicando que indivíduos idosos nestes ambientes (PBR e PMR) mantém maior contato com um amplo espectro de grupos etários, se comparados com países de alta renda

(PAR). Estes padrões de contato influenciam a taxa de infecção prevista para o COVID-19 entre as faixas etárias (Figura 2) com maiores taxas de ataque em idosos em situações de baixa renda comparados com situações de alta e média renda, que mostram padrões mais intermediários.

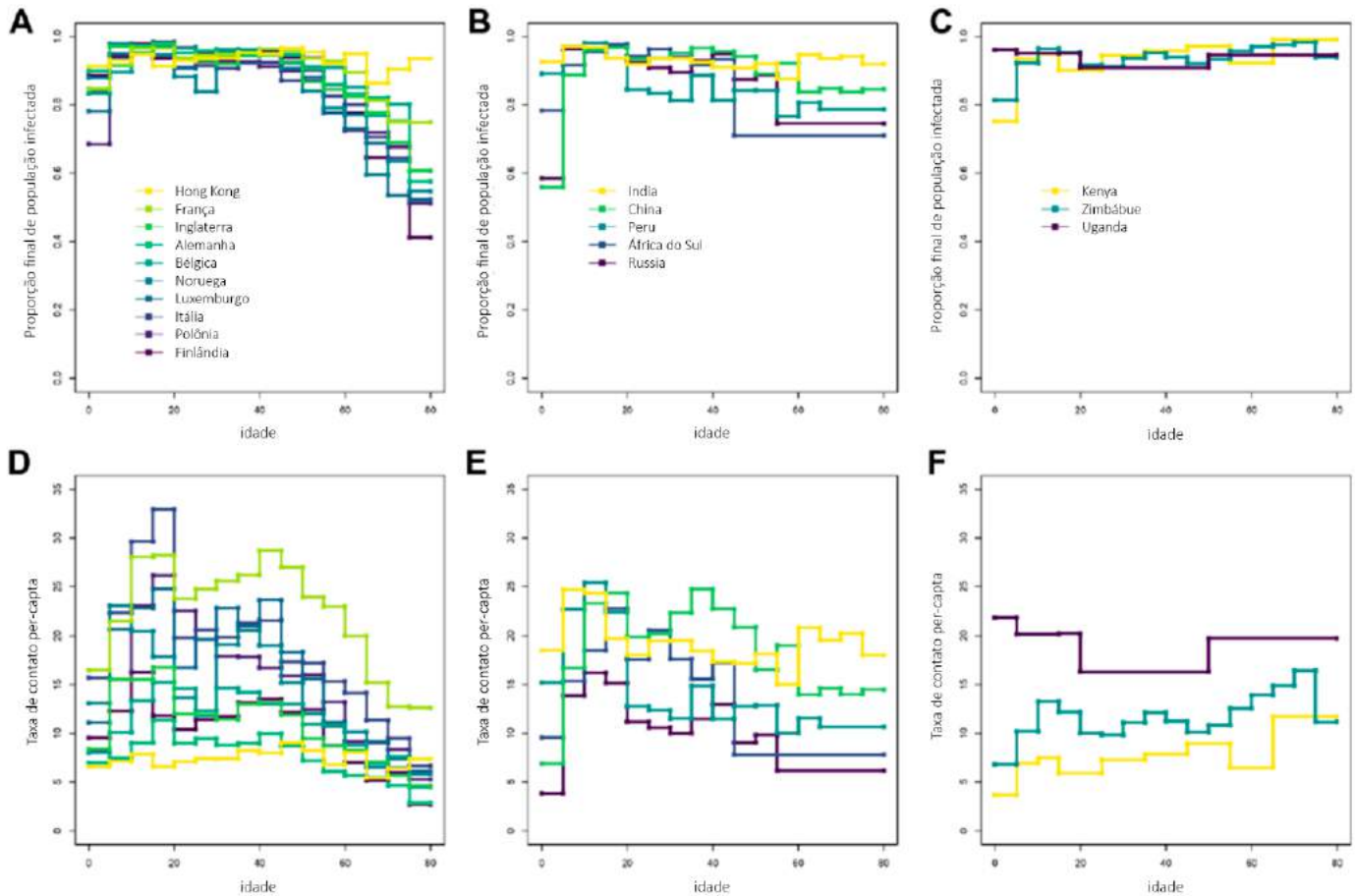


Figura 2: Taxas de infecção estratificadas à idade baseadas em pesquisas de padrões de contato estratificados à idade dentro de amostras de todas as idades. A-C mostram estimativas da taxa de ataque final (proporção infectada) pela idade para um $R_0 = 2,4$ para padrões de contato de pesquisas em alta renda, média a alta renda, média a baixa renda/ baixa renda, respectivamente. D-F mostram a taxa de contato estimada per-capta dessas pesquisas ajustadas para demografias a nível nacional.

3. Disponibilidade do sistema de saúde

A Figura 3 resume nossas estimativas de capacidade do sistema de saúde em diferentes situações. A capacidade de leitos hospitalares é fortemente relacionada com a renda dos países (Figura 3B); PBR tem o menor número de leitos de hospital para 1000 habitantes (1,24 leitos para cada 1000 habitantes, em média) e PAR tem o maior (4,82 leitos para cada 1000 habitantes, em média). Baixa-média e alta-média renda (PBMR/PAMR)

caem entre esses extremos (2,08 e 3,41 leitos para cada 1000 habitantes, em média, respectivamente). Nós encontramos que o percentual de leitos hospitalares que estão em unidades de terapia intensiva (UTI) é mais baixo em PBR (1,63 em média) e maior em PAR (3,57) sendo que PBMR e PAMR caem em valores intermediários (2,38 e 3,32, respectivamente) (Figura 3C). Leve em consideração que nossas estimativas de

Acesse: <http://www.toledo.ufpr.br/portal/artigos-cientificos-covid-19/>

leitos de UTI em PAR são baseadas quase que exclusivamente a partir de uma revisão recente da capacidade de UTI em países asiáticos⁷ e não

necessariamente representam a capacidade das UTIs em PAR mundialmente.

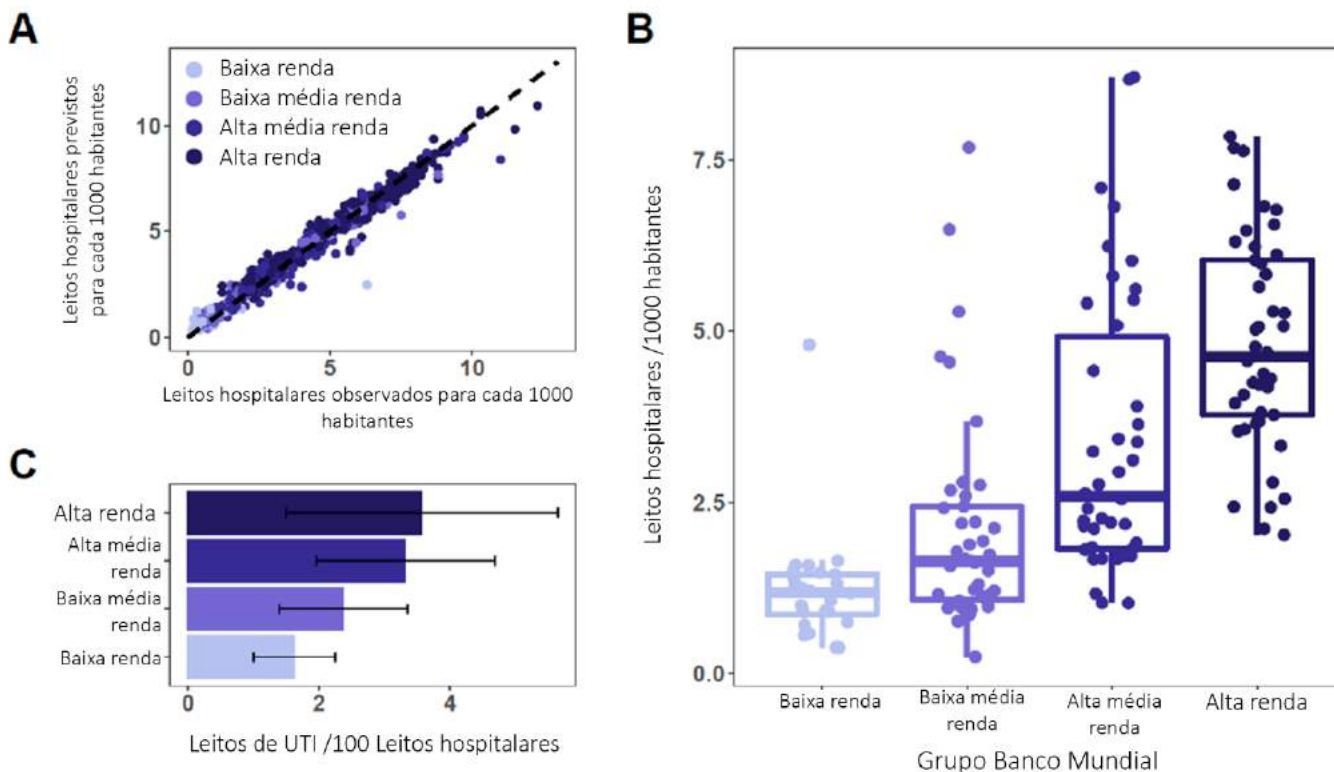


Figura 3: Estimativas de leitos hospitalares e leitos de UTI, estratificadas pelo Grupo Banco Mundial. Informações sobre os leitos hospitalares para cada 1000 habitantes foram modelados usando covariáveis do Banco Mundial, e informações sobre a capacidade das UTIs foram coletadas a partir de revisões sistemáticas. (A) Comparativo entre a predição e números real de leitos hospitalares para cada 1000 habitantes observados empiricamente. Cada ponto representa um país, com o eixo x indicando o número de leitos hospitalares para cada 1000 habitantes, e o eixo y indicando a predição de número de leitos para cada 1000 habitantes. A coloração dos pontos, de acordo com o Banco Mundial, indica a qual estratificação de renda cada país pertence. (B) Número de leitos hospitalares para cada 1000 habitantes, estratificado pelo Grupo Banco Mundial. Os pontos aqui são as estimativas modeladas de leitos hospitalares para cada 1000 habitantes obtidos pelo modelo de árvore de regressão reforçada. (C) Resultados de uma revisão sistemática descrevendo o percentual de todos os leitos hospitalares que estão em UTIs, estratificado pelo Grupo Banco Mundial. Barras de erro indicam 95% de intervalo de confiança.

4. O ônus da doença

Nós consideramos a escala provável de quatro cenários potenciais:

- A) Uma Epidemia não atenuada – um cenário onde nenhuma ação é tomada;
- B) Atenuação, incluindo distanciamento social a nível de população – nós assumimos o máximo de

redução final na escala da epidemia que pode ser alcançada através de uma redução uniforme da taxa de contato entre um indivíduo e outro, perto de uma supressão completa;

- C) Atenuação que inclui distanciamento social de idosos – como em (B), mas com indivíduos de 70 anos ou mais reduzindo as taxas de contato social em 60%;

D) Supressão – nós exploramos diferentes gatilhos epidemiológicos (mortes para cada 100.000 habitantes) para implementação de distanciamento social em larga escala (tomado como uma redução de 75% das taxas de contato interpessoal) com o objetivo de suprimir rapidamente a transmissão e minimizar o número de casos e mortes a curto prazo. Para esses cenários nós não fizemos

estimativas do tamanho final, mas ilustramos seus impactos nas atuais configurações.

Nós observamos que cada uma dessas estratégias seria, na prática, acompanhada de vigilância para testar e isolar todos os casos identificados e seus familiares o mais rápido possível para reduzir a transmissão subsequente.

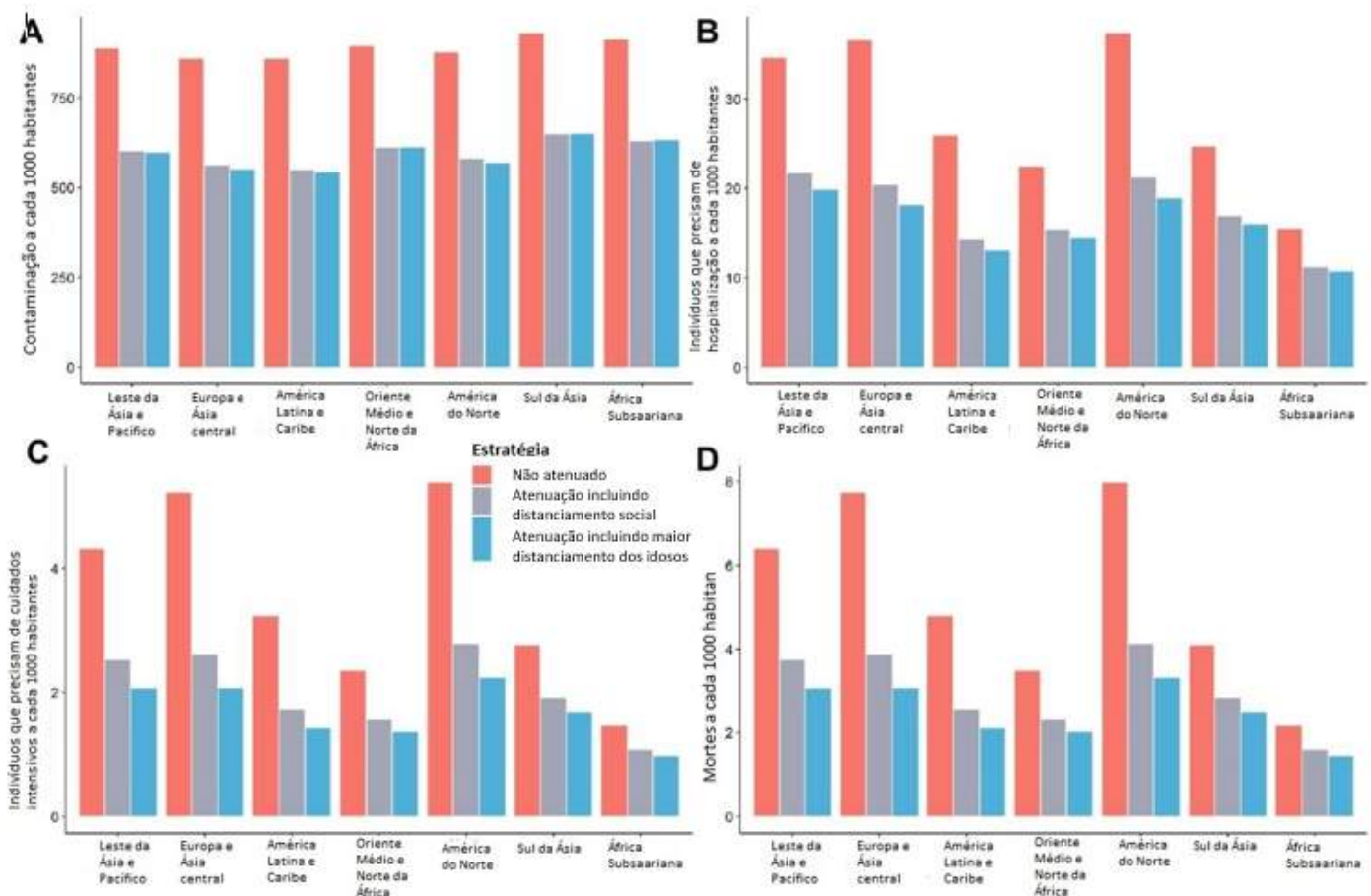


Figura 4. Número estimado de infecções (A), indivíduos necessitando hospitalização (B) e terapia intensiva (C) e mortes (D) em cenários não atenuados e atenuados de acordo com as regiões do Banco Mundial.

As figuras 4 e 5 resumem esses resultados entre as regiões estratificadas pela renda pelo Banco Mundial. A planilha de Excel anexa mostra esses resultados para cada país individualmente. O impacto por nós estimado em um cenário não atenuado no Reino Unido e nos Estados Unidos da América para um número de reprodução, R_0 , de 2,4 (490.000 mortes e 2.180.000

mortes respectivamente) se aproxima bem aos cenários equivalentes estimados por micro simulações mais sofisticadas (510.000 e 2.200.000 mortes, respectivamente)⁸. Baseado no tempo de duplicação de três dias da incidência de mortes observado por toda a Europa, aqui usamos uma estimativa central de R_0 a 3,0 e investigamos cenários com R_0 entre 2,4 e 3,3.

Globalmente, nós estimamos que uma epidemia de COVID-19 completamente não atenuada levaria a 7,0 (variação de 6,4 – 7,2) bilhões de infecções para um número de reprodução básico, R_0 , de 3,0 (variação de 2,4 – 3,3). Aplicando estimativas da taxa de mortalidade por infecção (TMI) relacionadas a idade vindas da China⁴, isso poderia resultar em 40 (variação de 35 – 42) milhões de mortes.

Apesar das altas taxas de contato em grupos de maior idade, nós prevemos uma menor incidência de doença grave, hospitalização e morte em cenários de baixa renda. Isso se deve a uma média de idade mais jovem nessas populações. É importante enfatizar, contudo, que essas estimativas assumem que não há diferença significativa na prevalência geral de comorbidades entre Chineses e outras populações. Além disso, o padrão de atendimento médico disponível tem, provavelmente, variação significativa entre cenários e deve ser substancialmente menor em países de baixa renda (Figura 3). Nenhum desses pressupostos é provável que

se mantenha na prática e, desse modo, a mortalidade em uma epidemia não atenuada e atenuada em PBMR e PBR é provável que seja significativamente maior.

Se a atenuação, incluindo distanciamento social aumentado, for buscada para um R_0 de 3,0, nós estimamos uma redução máxima no número de infecções em uma variação de 30 – 38% (mediana de 33%) e uma variação redução de mortalidade de entre 19 – 55% (mediana de 39%), representando 16 milhões de vidas salvas para um $R_0 = 3$ (assumindo os padrões de mortalidade observados na China). Essas reduções otimizadas em transmissão e ônus foram conseguidas com uma faixa de redução das taxas gerais de contato social entre 40,0% - 44,9% (mediana 43,9%), com essa faixa aumentando para 42,9% - 47,9% (mediana 46,9%) para um R_0 de 3,3 e reduzindo para (34,3% - 37,3%, mediana 36,9%) para um R_0 de 2,4.

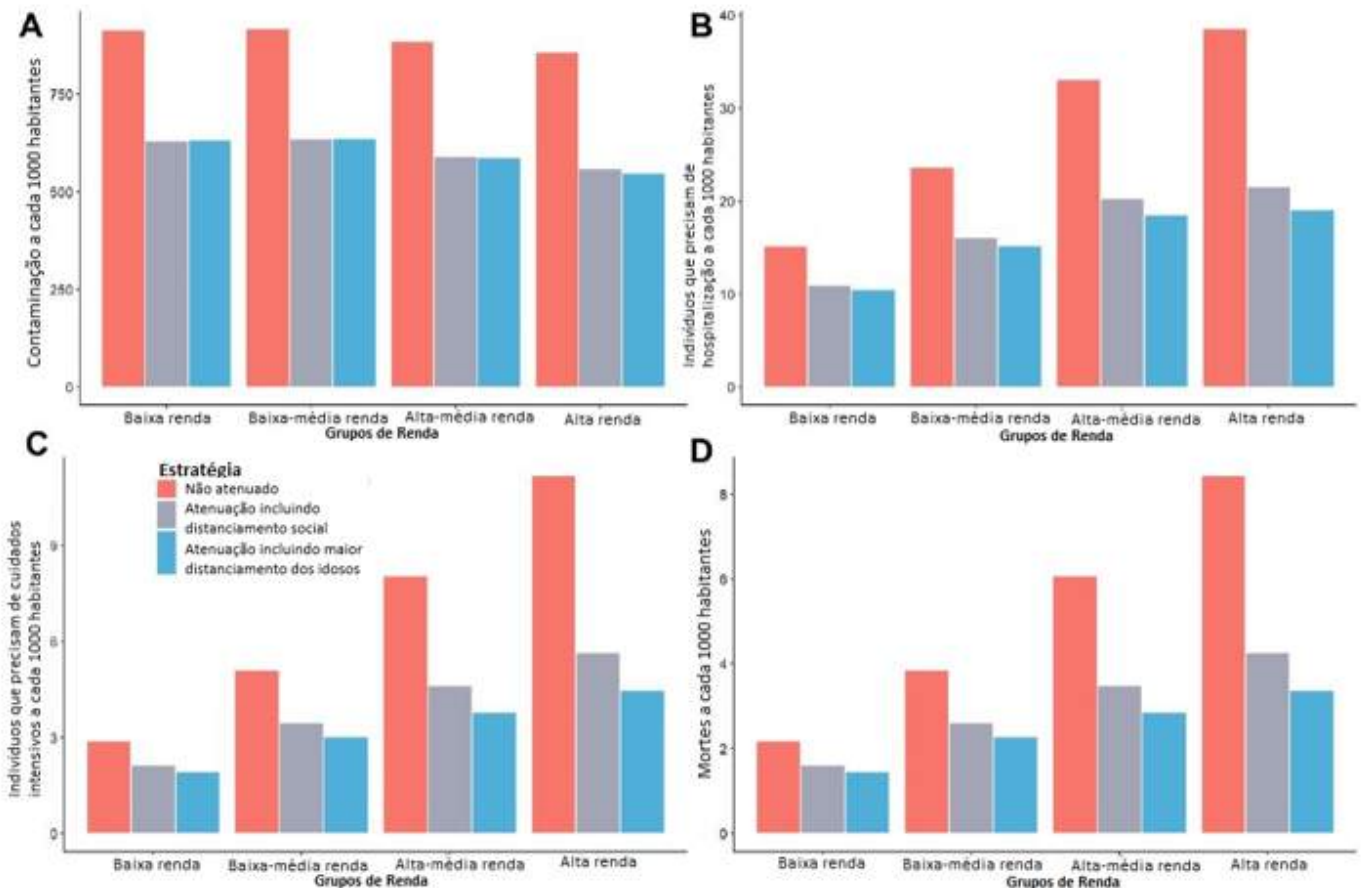


Figura 5. Número de infecções total estimado (A), indivíduos necessitando de hospitalização (B) e terapia intensiva (C) e mortes (D) em cenários não atenuados e atenuados de acordo com o grupo de renda do Banco Mundial.

Combinar atenuação com um distanciamento social aumentado de pessoas idosas é previsto para resultar em maiores reduções da mortalidade geral de 23% - 67% (mediana 49%), representando 20 milhões de vidas salvas para um R_0 de 3,0. Contudo, prevê-se que essas estratégias tenham um menor impacto proporcional em situações de baixa renda comparado a situações de alta renda, principalmente devido a menor proporção de idosos em situação de baixa renda. (Figura 1B e Figura 2).

Prevê-se que a redução do ônus resultante da atenuação ideal reduza substancialmente a lacuna entre demanda por leitos hospitalares e a capacidade (Figuras 6E-H). Contudo, é previsto que a demanda por terapia intensiva supere bastante a capacidade de todos os países (aqui, estimados usando padrões demográficos e de contato para PBR, PBMR, PBAR e PAR) dentro de todos os cenários de atenuação considerados. Apesar de nós prevermos uma menor

demanda por terapia intensiva em situações de baixa renda por conta de sua população mais jovem, isso provavelmente será compensado por um número muito menor de disponibilidade: para nosso cenário de atenuação, incluindo o distanciamento social a nível populacional, a demanda de pico por atendimento intensivo em nossa simulação para um PBR típico ultrapassa a disponibilidade em um fator de 25,4, sendo que uma simulação equivalente em um PAR típico, esse fator foi de 7,0 (PBMR e PBAR típicos mostraram fatores de excesso de demanda de 16,4 e 10,86, respectivamente). O impacto da falta de cuidado adequado para casos mais severos de COVID-19 nesses cenários é difícil de ser quantificado, mas é provável que aumente a mortalidade geral. Como resultado, nós antecipamos que naqueles países com situações de baixa renda e que buscam a atenuação, provavelmente enfrentarão um maior grau de excesso de mortalidade devido à falha do sistema de saúde – esse é um fator não contemplado atualmente em nossas projeções no total de mortes.

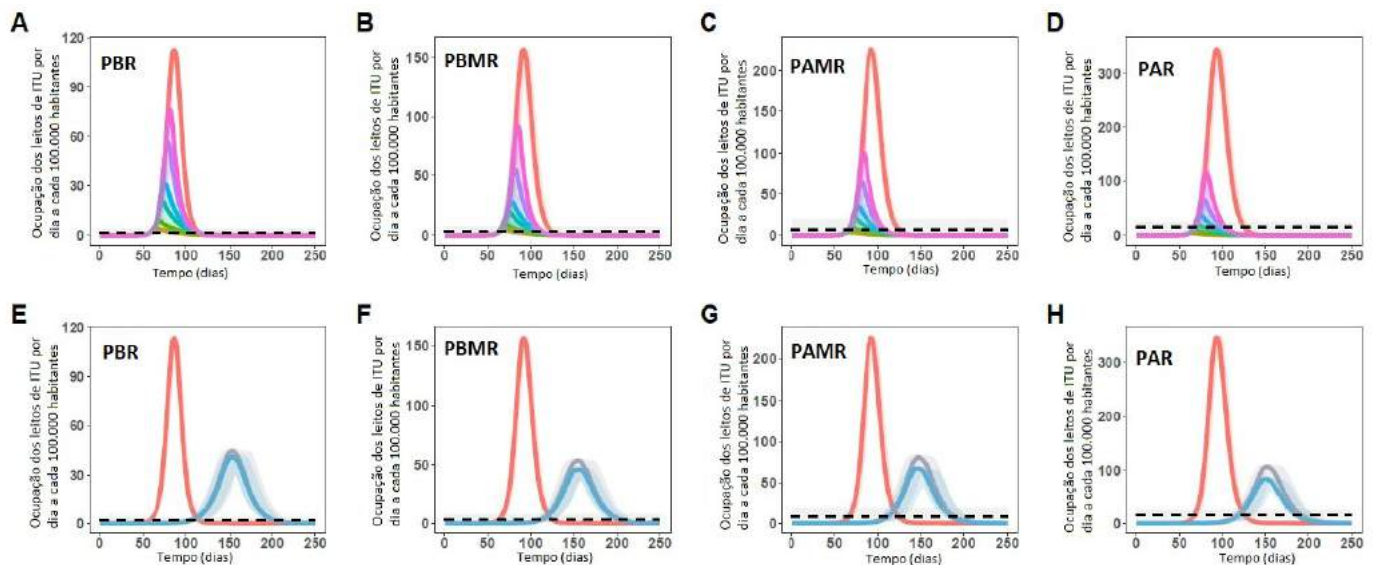


Figura 6: O impacto de várias estratégias de controle em cenários representativos. Usando um modelo SEIR (Suscetível-Exposto-Infectado-Recuperado) estruturado por idade, juntamente com demografias e padrões de contato representativos dos países PBR, PBMR, PAMR e PAR (colunas da esquerda para a direita), o impacto de diferentes estratégias de controle foi: Ocupação dos leitos de UTI por dia a cada 100.000 habitantes é mostrada em todas as figuras. A linha superior mostra o impacto da supressão (desencadeada às vezes dependendo de quando

Acesse: <http://www.toledo.ufpr.br/portal/artigos-cientificos-covid-19/>

a taxa de mortes semanal aumenta além de certos limites definidos) e a linha inferior mostra atenuação (abrangendo ou a atenuação que envolve distanciamento social geral em toda a população ou a atenuação que envolve distanciamento social de toda a população, bem como distanciamento social aumentado para os idosos).

Tabela 1. Impacto estimado das estratégias de supressão. O impacto nas infecções e mortes ao longo de 250 dias em duas estratégias diferentes de supressão desencadeadas de acordo com diferentes limiares de incidência de mortalidade (0,2 e 1,6 mortes por 100.000 habitantes por semana).

	Cenário absoluto/não atenuado		Supressão em 0,2 mortes por 100.000 habitantes por semana		Supressão em 1,6 mortes por 100.000 habitantes por semana	
	Infecções	Mortes	Infecções	Mortes	Infecções	Mortes
Leste da Ásia e Pacífico	2.1117.131.000	15.303.000	92.544.000	442.000	632.619.000	3.315.000
Europa e Ásia Central	801.770.000	7.276.000	61.578.000	279.000	257.706.000	3.315.000
América Latina e Caribe	566.993.000	3.194.000	45.346.000	158.000	186.595.000	729.000
Oriente Médio e Norte da África	419.138.000	1.700.000	30.459.000	113.000	152.262.000	594.000
América do Norte	326.079.000	2.981.000	17.730.000	92.000	90.529.000	520.000
Sul da Ásia	1.737.766.000	7.687.000	111.703.000	475.000	629.164.000	2.693.000
África Subsaariana	1.044.858.000	2.483.000	110.164.000	298.000	454.968.000	1.204.000
Total	7.013.734.000	40.624.000	469.523.000	1.858.000	2.403.843.000	10.452.000

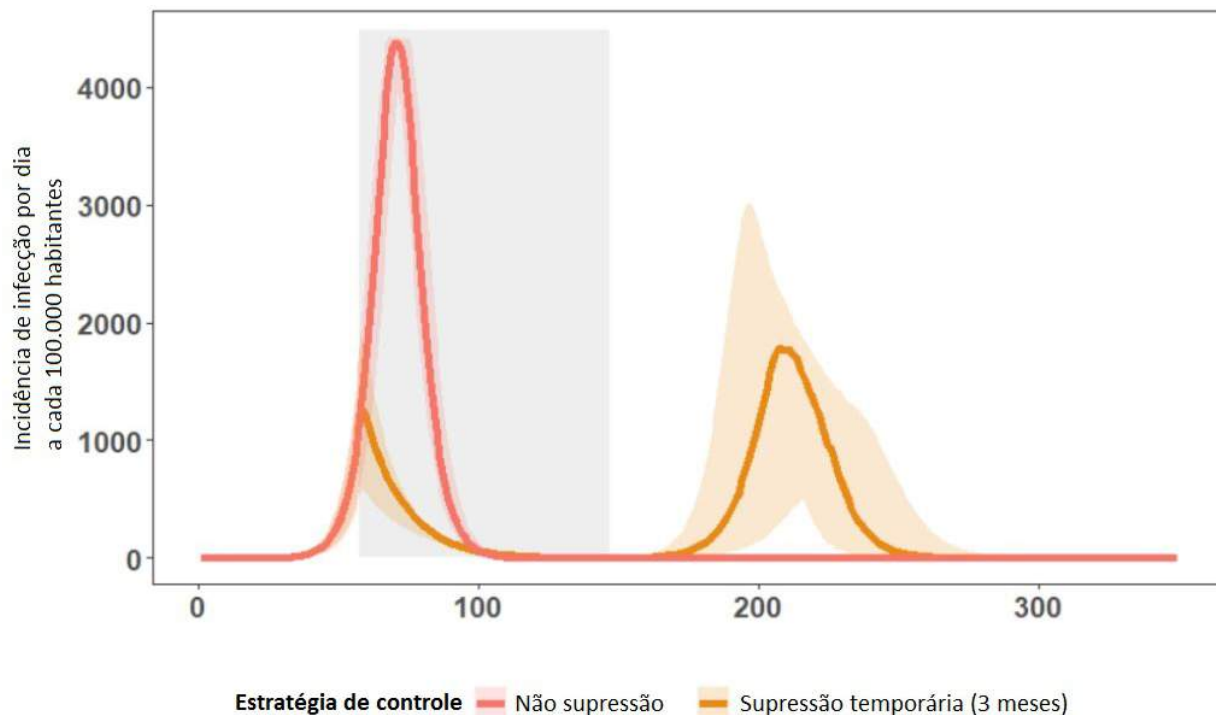


Figura 7: O impacto da supressão temporária na incidência de infecção em um cenário representativo de baixa renda. Nesse exemplo, a supressão é mantida por três meses, mas é interrompida e presume-se que os padrões de contato retornem aos níveis anteriores.

Mesmo com a supressão extensiva (Figuras 6A-D e Tabela 1), desencadeada quando a taxa semanal de mortes por 100.000 atinge um determinado limite, prevê-se que a demanda por cuidados intensivos seja excedida, a não ser que a supressão seja realizada em um estágio mais inicial da epidemia em um país. Além disso, o impacto de um gatilho baseado no número de mortes por supressão e sua habilidade de impedir que a epidemia exceda a capacidade dos leitos de UTI difere entre os locais. A ativação da supressão com base nas mortes ou nas taxas de mortalidade é menos sensível nos PBR e nos PBMR – as populações mais jovens nesses cenários exprimem que, no momento em que certo limite de taxa de mortalidade é alcançado, eles normalmente acumularam um número maior de casos (e, por extensão, a capacidade da UTI já foi sobrecarregada).

Diante desses resultados, as únicas abordagens que podem evitar falhas nos sistemas de saúde nos próximos meses provavelmente serão as medidas intensivas de distanciamento social que estão sendo atualmente implementadas em muitos dos países mais afetados,

preferencialmente combinados com altos níveis de testes. Essas abordagens provavelmente terão maior impacto quando implementadas precocemente (Figura 6, Tabela 1). No entanto, é importante considerar a sustentabilidade de tais medidas. Conforme ilustrado na Figura 7, essas intervenções provavelmente precisarão ser mantidas, em certo nível, em conjunto com altos níveis de vigilância e rápido isolamento de casos para evitar o potencial de epidemias ressurgentes.

É importante observar que não quantificamos os impactos sociais e econômicos mais amplos de tal abordagem de supressão intensiva; é provável que esses sejam substanciais. Também não quantificamos o impacto social e econômico potencialmente diferentes das estratégias de atenuação. Além disso, para os países carentes de infraestrutura capaz de implementar estratégias de manutenção da supressão liderada pela tecnologia, como as atualmente adotadas na Ásia^{6,9}, e na ausência de uma vacina ou outra terapia eficaz (assim como a possibilidade de ressurgimento), será necessário pensar cuidadosamente na busca de tais estratégias, a

fim de evitar um alto risco de futuras falhas do sistema de saúde após o levantamento dessas medidas.

Os resultados aqui apresentados ilustram o potencial impacto da pandemia de COVID-19 em todo o mundo. Nossas análises dão uma visão sobre possíveis trajetórias e o impacto de medidas que podem ajudar a reduzir a propagação do vírus com base na experiência dos países afetados no início do surto. No entanto, no momento atual, não é possível prever com certeza o número exato de casos para um determinado país ou o ônus preciso de mortalidade e doença que resultará. Um entendimento completo de ambos estará disponível apenas retrospectivamente.

Essa análise destaca as decisões desafiadoras enfrentadas por todos os governos nas próximas semanas e meses. No entanto, nosso contrafactual de uma pandemia não atenuada demonstra claramente até que ponto uma ação rápida, decisiva e coletiva pode impedir bilhões de infecções e salvar milhões de vidas em todo o mundo.

5. Métodos

- **Padrões de contato, demografia e tamanho das famílias ao redor do mundo**

O tamanho da população e a distribuição etária por país foram retirados do relatório “Perspectivas da População Mundial: Revisão de 2020”, o qual é a 27ª edição das estimativas populacionais oficiais das Nações Unidas preparadas pela Divisão de População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da Secretaria das Nações Unidas (disponível aqui: <https://population.un.org/wpp/>). Estimativas do tamanho das famílias e a idade dos membros de cada família foram extraídas do Programa de Pesquisas Demográficas e de Saúde (DHS) usando o pacote rDHS¹⁰; foram extraídos dados de um total de 59 países de baixa-média renda (PBMR) com pesquisas realizadas desde 2010. Além disso, compilamos informações domiciliares equivalentes para o Reino Unido como um país representativo de alta renda (PAR)¹¹.

Padrões de contato entre diferentes populações e países foram extraídos de várias fontes, incluindo estimativas de mistura publicadas anteriormente por uma série de PAR¹¹ e uma revisão sistemática recente de pesquisas de contato social, incluindo PMR e PBMR¹³. Dados adicionais foram obtidos de pesquisas incluídas no pacote do socialmixR (<https://github.com/sbfkn/socialmixr>), bem como referências identificadas através de listas de referência de pesquisas incluídas, ou através de pesquisas informais da Web of Science e Pubmed. Identificamos dados de 18 países. Dez eram de ambientes de PAR, sendo oito deles (Bélgica, Finlândia, Alemanha, Itália, Luxemburgo, Países Baixos, Polônia e Reino Unido) do estudo de mistura social POLYMOD¹², e mais duas pesquisas da França¹⁴ e Hong Kong¹⁵. Cinco pesquisas foram identificadas em ambientes de PAMR: China¹⁶, Índia¹⁷, Peru¹⁸, Rússia¹⁹ e África do Sul²⁰. Duas pesquisas foram identificadas em ambientes de PBMR: Quênia²¹ e Zimbábue²². Uma pesquisa foi realizada em um PBR: Uganda²³. As matrizes de contato foram ajustadas para fornecerem taxas de contato simétricas e específicas por idade para cada país.

Como mostra a Figura 2, os padrões de contato medidos na Europa Ocidental sugerem que as taxas de ataque provavelmente diminuirão substancialmente com a idade. Para Hong Kong, o único ambiente não-europeu de PAR para o qual os dados de contato foram identificados, as taxas de contato não diminuíram suficientemente em idades mais avançadas para produzir um declínio semelhante, o que pode sugerir que essa não é uma característica consistente em todos os países de alta renda. No entanto, identificamos na literatura pesquisas adicionais de Hong Kong²⁴ e do Japão²⁵, onde as taxas de contato parecem diminuir mais substancialmente com a idade, porém as pesquisas não estavam facilmente disponíveis em formato para download. Nossas projeções para situações de PAMR mostraram declínios nas taxas de ataque projetadas por idade, embora em menor grau que em PAR. Enquanto isso, os dados limitados de PBMR não resultaram em declínios substanciais nas taxas de ataque por idade.

Acesse: <http://www.toledo.ufpr.br/portal/artigos-cientificos-covid-19/>

Dada a escassa disponibilidade de dados de contato, usamos padrões representativos para países que não possuem dados de pesquisa. Para os EUA e Canadá, usamos os dados da pesquisa do Reino Unido. Para outros países da Europa e da Ásia Central (com os dados disponíveis da Rússia também indicando declínios substanciais nas taxas de ataque em idades mais avançadas - Figura 2B), bem como países previamente classificados como economias avançadas pelo Fundo Monetário Internacional²⁶, usamos os padrões da pesquisa europeia que produziram a taxa mediana de ataque final em indivíduos com 70 anos ou mais (pesquisa POLYMOD dos Países Baixos¹²). Para os países da América Latina e do Caribe foram designados padrões de mistura da pesquisa peruana; para os do sul da Ásia, padrões de mistura da pesquisa indiana; para os do leste asiático, padrões de mistura da pesquisa chinesa; para os da África subsaariana, padrões de mistura da pesquisa do Zimbábue (com exceção da África do Sul, que recebeu padrões da pesquisa chinesa); enquanto que aqueles no Oriente Médio e Norte da África receberam padrões da pesquisa chinesa se eles tivessem renda alta ou média alta e da pesquisa do Zimbábue se eles tivessem renda baixa ou média-baixa. Esses padrões de contato, juntamente com a demografia específica do país, foram usados para fornecer a estimativa do número de infecções e mortes, demanda por assistência médica em uma pandemia não atenuada e o impacto das medidas de controle para um determinado número básico de reprodução.

Nós calculamos o tamanho final da epidemia gerada a partir de um modelo SIR (Suscetível-Infetado-Recuperado) estruturado por idade, incorporando a estrutura demográfica da população e as taxas de contato entre diferentes indivíduos em diferentes faixas etárias²⁷. Essa solução numérica replica o número total de indivíduos infectados derivados de nossos modelos de simulação para o Reino Unido e os EUA⁸. Os tamanhos epidêmicos finais por idade foram gerados usando um valor central de R_0 de 3,0, com faixa de incerteza entre 2,4 e 3,3. Esse valor de R_0 foi escolhido

por resultar em um tempo de duplicação de três dias, consistente com as observações atuais na Europa.

Para estimar a demanda por serviços de saúde e a mortalidade geral, usamos estimativas específicas por idade da taxa de hospitalização e da taxa de mortalidade por infecção (TMI) obtidas de nossa análise anterior dos dados da China⁴. Por isso, fazemos a forte suposição de que níveis semelhantes de assistência médica aos prestados na China estão disponíveis em outros lugares. Também assumimos implicitamente que os padrões de mortalidade não variam, dadas as diferentes comorbidades. Essas suposições podem significar que nossos resultados podem superestimar a mortalidade em alguns PAR e subestimá-lo em alguns países de baixa renda.

Para cada país, estimamos os potenciais benefícios máximos da atenuação por meio de uma política de distanciamento social na população em geral. Identificamos o tamanho final mínimo da epidemia produzido por uma redução proporcional uniforme nos contatos sociais entre as faixas etárias, desde que esse tamanho final atinja um nível de imunidade de grupo que seja suficiente para impedir um segundo surto após o abrandamento da política e o retorno subsequente aos níveis de contato social anteriores à pandemia. De maneira semelhante, também avaliamos o impacto máximo de uma política em que, além do distanciamento social geral, indivíduos com 70 anos ou mais reduzem seus contatos sociais em uma proporção substancialmente maior, aqui modelada em 60% ("blindagem").

Para modelar o impacto desses cenários na dinâmica da provável demanda de assistência médica ao longo do tempo, usamos um modelo estocástico Suscetível-Exposto-Infetado-Recuperado (SEIR) estruturado por idade parametrizado para corresponder às melhores estimativas de parâmetros-chave que determinam a dinâmica de propagação do COVID-19. A categoria exposta foi modelada como duas divisões separadas para produzir um período de incubação gama-distribuído com média de 4,58 dias e desvio padrão de 3,24 dias. Uma divisão única foi utilizada para o

compartimento infeccioso, produzindo um período infeccioso exponencialmente distribuído com média de 2,09 dias. Um R_0 de 3,0 foi usado para todos os cenários explorados e apresentados nesse relatório. A integração com demografias e padrões de contato entre faixas etárias específicos de cada país permitiu então uma estimativa específica da incidência de novas infecções ao longo do tempo. Essa incidência de novas infecções ao longo do tempo é então convertida para a incidência de infecções que requerem hospitalização e/ou cuidados intensivos. Tanto a probabilidade de uma pessoa infectada necessitar de hospitalização quanto a probabilidade de também necessitar de cuidados intensivos aumentam com a idade, correspondendo às estimativas fornecidas⁸. Assumimos um atraso de 5 dias entre o início dos sintomas (presume-se aqui que seja quando os indivíduos progridem do compartimento Exposto para Infeccioso) e a hospitalização e assumimos que os indivíduos hospitalizados necessitam de um leito hospitalar por 8 dias. Se cuidados intensivos também forem necessários, presumimos que os indivíduos permaneçam no hospital e ocupem um leito na unidade de tratamento intensivo por mais 8 dias, gerando uma permanência hospitalar total de 16 dias. Presume-se que qualquer mortalidade associada ao COVID-19 ocorra 21 dias após o início dos sintomas. Esses parâmetros baseiam-se no nosso melhor entendimento atual da provável progressão e gravidade do COVID-19.

Usando esse modelo, replicamos os cenários “não atenuada”, “atenuação incluindo distanciamento social” e “atenuação incluindo maior distanciamento social dos idosos” da análise do tamanho final. Para o cenário “atenuação incluindo o distanciamento social”, as taxas de contato foram reduzidas por um fator determinado por meio de nossos cálculos de tamanho final mínimos descritos acima. Para o cenário “atenuação, incluindo maior distanciamento social dos idosos”, as taxas de contato foram reduzidas uniformemente entre as faixas etárias com menos de 70 anos e, em seguida, uma redução adicional, mais extrema (60%) aplicada às faixas etárias de 70 a 75 e de 75 anos ou mais.

Também exploramos o impacto de abordagens de distanciamento social mais rigorosas, visando a supressão imediata da transmissão. Analisamos 6 cenários de supressão nos quais o momento da implementação da política variou de acordo com quando a taxa de mortalidade semanal por 100.000 habitantes ultrapassa um determinado limite (aqui 0,1, 0,2, 0,4, 0,8, 1,6 ou 3,2 mortes semanais por 100.000 habitantes) - os efeitos da supressão generalizada da transmissão foram modelados como uma redução uniforme nas taxas de contato em 75%, aplicada em todos os grupos etários.

- **Estimativa da capacidade de leitos hospitalares**

Dados sobre o número de leitos hospitalares por 1.000 habitantes estavam disponíveis no Banco Mundial (<https://data.worldbank.org/indicador?tab=all>) para 201 países (66 Alta Renda, 58 Média-Alta Renda, 47 Média-Baixa Renda e 30 baixa renda). No entanto, muitos desses registros não eram recentes (anteriores a 2015). Portanto, usamos uma abordagem de modelagem melhorada baseada em árvores de regressão para gerar estimativas contemporâneas de leitos hospitalares por 1.000 habitantes, usando as seguintes covariáveis: mortalidade materna (por 100.000 nascidos vivos), acesso à eletricidade (% da população), população de 0 a 14 anos (% da população), proporção de alunos por professor no ensino médio, população rural (% da população), gastos do governo na saúde pública (% do PIB), mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos), proporção de crianças matriculadas no ensino médio, região geográfica e grupo de renda (com as duas últimas covariáveis categorizadas de acordo com as definições do Banco Mundial). O modelo foi ajustado usando o software estatístico R e o pacote “Dismo”, com complexidade de árvore de 12, fração de bolsa de 0,65 e taxa de aprendizado de 0,001. Validação cruzada de 10 vezes foi implementada para verificar o sobreajuste, e o modelo encontrou boas previsões para os dados (teste de treinamento e de retenção).

- **Revisão da capacidade da Unidade de Terapia Intensiva**

Esses dados foram obtidos a partir de três recursos. Extraímos dados de uma revisão sistemática previamente realizada da capacidade das UTIs em países de baixa renda²⁸, bem como de uma revisão mais recentemente publicada da capacidade das UTIs na Ásia⁷. Além disso, também realizamos uma revisão sistemática para identificar outras referências contendo informações sobre a capacidade dos leitos de UTIs em países de baixa e média renda. Na Web of Science foi pesquisado na sexta-feira, dia 13 de março, usando os termos de pesquisa (“cuidados graves” OU “cuidados intensivos” OU “UTI” OU “UCC-Unidade de Cuidados Críticos”) E (nome do país), em que o nome do país se refere a 1 dos 138 países classificados como PBMR pelo Banco Mundial. Essa pesquisa produziu 174 resultados, com 30 textos retidos após a triagem de resumo e 20 deles retidos após a triagem do texto completo. Devido ao requisito de estimativas contemporâneas, equilibrado pela escassez comparativa de dados de capacidade de UTI em comparação com leitos hospitalares, excluímos artigos anteriores a 2000. Esses recursos forneceram um total de 57 pontos de dados descrevendo o número de leitos de UTI por 100 leitos hospitalares em países pertencentes aos 4 grupos de renda do Banco Mundial (PBR, PBMR, PAMR e PAR).

6. Fontes de dados do apêndice

Dados sobre cenários globais não atenuados, atenuados e de supressão: [Imperial-College-COVID19-Global-unmitigated-mitigated-suppression-scenarios.xlsx](#)

7. Referências

1. WHO. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 57. 2020. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200317-sitrep-57-covid-19.pdf?sfvrsn=a26922f2_4 (accessed March 18, 2020).

2. Remuzzi A, Remuzzi G. COVID-19 and Italy: what next? *Lancet* 2020; **0**. DOI:10.1016/S0140-6736(20)30627-9.

3. Ginsburg AS, Van Cleve WC, Thompson MIW, English M. Oxygen and pulse oximetry in childhood pneumonia: a survey of healthcare providers in resource-limited settings. *J Trop Pediatr* 2012; **58**: 389–93.

4. Verity R, Okell LC, Dorigatti I, *et al.* Estimates of the severity of COVID-19 disease. *Lancet Infect Dis* 2020; **In Press**: 2020.03.09.20033357.

5. Zhou F, Yu T, Du R, *et al.* Articles Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan , China : a retrospective cohort study. *Lancet* 2020; **6736**: 1–9.

6. WHO. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). 2020. [https://www.who.int/publications-detail/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications-detail/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19)) (accessed March 22, 2020).

7. Phua J, Faruq MO, Kulkarni AP, *et al.* Critical Care Bed Capacity in Asian Countries and Regions. *Crit Care Med* 2020; : 1.

8. Ferguson NM, Laydon D, Nedjati-Gilani G, *et al.* Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. 2020. DOI:10.25561/77482.

9. COVID-19 National Emergency Response Center, Epidemiology & Case Management Team, Korea Centers for Disease Control & Prevention. Contact Transmission of COVID-19 in South Korea: Novel Investigation Techniques for Tracing Contacts. *Osong public Heal Res Perspect* 2020; **11**: 60–3.

10. Watson OJ, FitzJohn R, Eaton JW. rdhs: an R package to interact with The Demographic and Health Surveys (DHS) Program datasets. *Wellcome Open Res* 2019; **4**: 103.

11. Office for National Statistics. 2011 Census - household type, household size and age of usual residents (people) - England and Wales -. 2018. <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/housing/adhocs/008635ct08202011censushouseh>

Acesse: <http://www.toledo.ufpr.br/portal/artigos-cientificos-covid-19/>

- oldtypehouseholdsizandageofusualresidentspeopleen glandandwales?:uri=peoplepopulationandcommunity/housing/adhoc/008635ct08202011censushouseholdty pehouseholdsiz (accessed March 18, 2020).
12. Mossong J, Hens N, Jit M, *et al.* Social Contacts and Mixing Patterns Relevant to the Spread of Infectious Diseases. *PLoS Med* 2008; **5**: e74.
 13. Hoang T, Coletti P, Melegaro A, *et al.* A Systematic Review of Social Contact Surveys to Inform Transmission Models of Close-contact Infections. *Epidemiology* 2019; **30**: 723–36.
 14. Béraud G, Kazmerczak S, Beutels P, *et al.* The French Connection: The First Large Population-Based Contact Survey in France Relevant for the Spread of Infectious Diseases. *PLoS One* 2015; **10**: e0133203.
 15. Leung K, Jit M, Lau EHY, Wu JT. Social contact patterns relevant to the spread of respiratory infectious diseases in Hong Kong. *Sci Rep* 2017; **7**: 1–12.
 16. Zhang J, Klepac P, Read JM, *et al.* Patterns of human social contact and contact with animals in Shanghai, China. *Sci Rep* 2019; **9**: 1–11.
 17. Kumarid S, Gosain M, Sharma H, *et al.* Who interacts with whom? Social mixing insights from a rural population in India. 2018. DOI:10.1371/journal.pone.0209039.
 24. Kwok KO, Cowling B, Wei V, Riley S, Read JM. Temporal variation of human encounters and the number of locations in which they occur: A longitudinal study of Hong Kong residents. *J R Soc Interface* 2018; **15**. DOI:10.1098/rsif.2017.0838.
 25. Ibuka Y, Ohkusa Y, Sugawara T, *et al.* Social contacts, vaccination decisions and influenza in Japan. *J Epidemiol Community Health* 2016; **70**: 162–7.
 26. International Monetary Fund. World Economic Outlook. 2016.
 18. Grijalva CG, Goeyvaerts N, Verastegui H, *et al.* A household-based study of contact networks relevant for the spread of infectious diseases in the highlands of peru. *PLoS One* 2015; **10**. DOI:10.1371/journal.pone.0118457.
 19. Ajelli M, Litvinova M. Estimating contact patterns relevant to the spread of infectious diseases in Russia. *J Theor Biol* 2017; **419**: 1–7.
 20. Johnstone-Robertson SP, Mark D, Morrow C, *et al.* Social mixing patterns within a South African township community: implications for respiratory disease transmission and control. *Am J Epidemiol* 2011; **174**: 1246–55.
 21. Kiti MC, Kinyanjui TM, Koech DC, Munywoki PK, Medley GF, Nokes DJ. Quantifying Age-Related Rates of Social Contact Using Diaries in a Rural Coastal Population of Kenya. *PLoS One* 2014; **9**: e104786.
 22. Melegaro A, Del Fava E, Poletti P, *et al.* Social Contact Structures and Time Use Patterns in the Manicaland Province of Zimbabwe. *PLoS One* 2017; **12**: e0170459.
 23. le Polain de Waroux O, Cohuet S, Ndazima D, *et al.* Characteristics of human encounters and social mixing patterns relevant to infectious diseases spread by close contact: A survey in Southwest Uganda. *BMC Infect Dis* 2018; **18**: 172. <https://web.archive.org/web/20160421023851/http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/pdf/text.pdf>.
 27. Cui J, Zhang Y, Feng Z. Influence of non-homogeneous mixing on final epidemic size in a meta-population model. *J Biol Dyn* 2019; **13**: 31–46.
 28. Murthy S, Leligowicz A, Adhikari NKJ. Intensive Care Unit Capacity in Low-Income Countries: A Systematic Review. *PLoS One* 2015; **10**: e01169.

Traduzido por¹: Paola Bernardi da Silva e Rodrigo Ribas Azzolini

Revisado por¹: Brenda Malucelli Rocha, Christyan H.T. Takahashi, Giovanna Dias Escarante

Supervisão²: Dra. Ana Paula Carneiro Brandalize

Acesse: <http://www.toledo.ufpr.br/portal/artigos-cientificos-covid-19/>

1. Acadêmicos de Medicina da Universidade Federal do Paraná (UFPR), campus Toledo.
2. Professor do curso de Medicina da UFPR, campus Toledo.