



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
Laboratório de Estatística e Ciência dos Dados - LED/ Instituto de Matemática  
PROMAT – Desenvolvimento da Matemática e suas Aplicações em Alagoas

# IMPACTO DE AÇÕES NÃO-MEDICAMENTOSAS NO COMBATE A COVID-19 EM ALAGOAS

TRADUÇÃO E COMENTÁRIOS SOBRE O ARTIGO DA EQUIPE DE RESPOSTA A COVID-19 DE 16/03/20 DO IMPERIAL COLLEGE DE LONDRES NO CONTEXTO ALAGOANO E AÇÕES DO LED/UFAL.

---

O objetivo deste artigo é, antes de mais nada, traduzir, discutir e tornar acessível os resultados do estudo *Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand*<sup>1</sup> publicado no dia 16/03/2020 pelo Time de Resposta a COVID-19 do Imperial College em Londres. O Imperial College é a principal instituição científica do Reino Unido e os especialistas que elaboraram o artigo que discutirei são pessoas que estudam o assunto há anos, ao contrário de mim, com participação da Organização Mundial de Saúde. Por exemplo, o professor Neil Ferguson<sup>2</sup> é um cientista que estuda endemias e pandemias com ampla credibilidade e experiência no assunto. Os dados e simulações que discutirei não são obra minha, não se aplicam diretamente a realidade de Alagoas e se referem à cenários projetados para o Reino Unido e Estados Unidos. Estes estudos mostram que é possível usar o melhor do conhecimento humano desenvolvidos por cientistas para diminuir a gravidade do problema e suas consequências. Com o uso desse conhecimento, **é possível contribuir com a resposta ao COVID19 para os próximos 18 meses em Alagoas**, levando em conta a infraestrutura local de UTIs, dinâmica da população alagoana, dados censitários das escolas e comunidades, envolvendo os melhores recursos científicos e tecnológicos disponíveis em Alagoas para diminuir os danos humanos e sociais. Iniciativas importantes nesse sentido já estão sendo tomadas, como por exemplo pode ser visto no site <https://ciis.fmrp.usp.br/covid19>.

Ao fim, depois da tradução do artigo, listamos algumas ações pontuais que, por iniciativa do nosso laboratório (LED/UFAL), estamos desenvolvendo em Alagoas. Desde já, colocamos nossa equipe à disposição dos órgãos gestores da política de saúde do estado para ajudar.

*Prof. Adriano Barbosa, PhD - UFGD - Prof. Krerley Oliveira, PhD - IM/UFAL - Prof. Thales Vieira, PhD - IC/UFAL*

---

<sup>1</sup>"Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce ..." 16 Mar. 2020, <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf>. Accessed 26 Mar. 2020.

<sup>2</sup>"Home - Professor Neil Ferguson - Imperial College London." <https://www.imperial.ac.uk/people/neil.ferguson>. Accessed 26 Mar. 2020.

---

# Impacto de intervenções não farmacêuticas (NPIs) para reduzir a mortalidade por COVID19 e a demanda de assistência à saúde

*Neil M Ferguson, Daniel Laydon, Gemma Nedjati-Gilani, Natsuko Imai, Kylie Ainslie, Marc Baguelin, Sangeeta Bhatia, Adhiratha Boonyasiri, Zulma Cucunubá, Gina Cuomo-Dannenburg, Amy Dighe, Ilaria Dorigatti, Han Fu, Katy Gaythorpe, Will Green, Arran Hamlet, Wes Hinsley, Lucy C Okell, Sabine van Elsland, Hayley Thompson, Robert Verity, Erik Volz, Haowei Wang, Yuanrong Wang, Patrick GT Walker, Caroline Walters, Peter Winskill, Charles Whittaker, Christl A Donnelly, Steven Riley, Azra C Ghani.*

On behalf of the Imperial College COVID-19 Response Team

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

Correspondence: [neil.ferguson@imperial.ac.uk](mailto:neil.ferguson@imperial.ac.uk)

## Resumo

O impacto global da COVID-19 foi profundo e a ameaça à saúde pública que representa é a mais grave observada em um vírus respiratório desde a pandemia de influenza H1N1 de 1918. Aqui apresentamos o resultados de modelagem epidemiológica que informou a formulação de políticas no Reino Unido e em outros países nas últimas semanas. Na ausência de uma vacina COVID-19, avaliamos o papel potencial de várias medidas de saúde pública chamadas intervenções não farmacêuticas (NPI) - destinadas a reduzir taxas de contato na população e, assim, reduzindo a transmissão do vírus. Nos resultados apresentados aqui, aplicamos um modelo de microssimulação publicado anteriormente em dois países: o Reino Unido (Grã-Bretanha especificamente) e os EUA. Concluímos que a eficácia de qualquer intervenção isolada é provável ser limitado, exigindo que múltiplas intervenções sejam combinadas para ter um impacto substancial transmissão.

São possíveis duas estratégias fundamentais:

(a) mitigação, que se concentra na lentidão, mas não necessariamente parar a propagação da epidemia, reduzindo o pico de demanda de assistência médica e protegendo os que têm maior doença grave por infecção e

(b) supressão, que visa reverter o crescimento epidêmico, reduzindo número de casos a níveis baixos e manter essa situação indefinidamente. Cada política tem grandes desafios. Concluímos que essas políticas ótimas de mitigação (combinando isolamento caseiro de casos suspeitos, quarentena

domiciliar dos que vivem na mesma casa dos casos suspeitos e distanciamento social dos idosos e outras pessoas com maior risco de doença grave) podem reduzir o pico da demanda de assistência médica em 2/3 e mortes pela metade. Contudo, a epidemia mitigada resultante provavelmente ainda resultaria em centenas de milhares de mortes e sistemas de saúde (principalmente unidades de terapia intensiva) sendo sobrecarregados.

Para os países capazes de alcançá-lo, isso deixa a supressão como a opção política preferida. Mostramos que, no contexto do Reino Unido e dos EUA, a supressão exigirá minimamente uma combinação de distanciamento de toda a população, isolamento domiciliar de casos e quarentena familiar de seus familiares membros. Pode ser necessário suplementar o fechamento de escolas e universidades, embora deva se reconhecer que esses fechamentos podem ter impactos negativos nos sistemas de saúde devido ao aumento do absentismo. O grande desafio da supressão é que esse tipo de pacote de intervenção intensiva - ou algo equivalente na redução da transmissão - precisará ser mantido até que um vacina disponível (potencialmente 18 meses ou mais) - desde que nós estamos prevendo que a transmissão se recuperará rapidamente se as intervenções forem relaxadas. Mostramos que o distanciamento social intermitente - desencadeada por tendências na vigilância de doenças - pode permitir que as intervenções sejam relaxadas temporariamente por relativamente curto período de tempo, mas as medidas precisarão ser reintroduzidas se ou quando os números de casos recomeçar.

Por fim, enquanto a experiência na China e agora na Coreia do Sul mostra que a supressão é possível em a curto prazo, resta saber se é possível a longo prazo e se as condições sociais e os custos econômicos das intervenções adotadas até o momento podem ser reduzidos.

## **Introdução**

A pandemia da COVID-19 é agora uma grande ameaça à saúde global. Em 16 de março de 2020, houve 164.837 casos e 6.470 mortes confirmadas em todo o mundo. A disseminação global foi rápida, com 146 países agora relatando pelo menos um caso.

A última vez que o mundo respondeu a uma epidemia global de doenças emergentes na escala da atual sem acesso a vacinas foi a pandemia de influenza H1N1 de 1918-1919. Naquela pandemia, algumas comunidades, notadamente nos Estados Unidos (EUA), responderam com uma variedade de medidas de intervenções não farmacêuticas (NPIs) destinadas a reduzir a transmissão, reduzindo o contato taxas na população em geral [1]. Exemplos de medidas adotadas durante esse período incluem fechamento escolas, igrejas, bares e outros espaços sociais. Cidades nas quais essas intervenções foram implementadas no início da epidemia foram bem-sucedidos em reduzir o

número de casos, enquanto as intervenções permaneceram em local e experimentou menor mortalidade geral [1]. No entanto, a transmissão aumentou quando os controles foram retirados.

Embora nossa compreensão das doenças infecciosas e sua prevenção seja agora muito diferente em comparação em 1918, a maioria dos países do mundo enfrenta o mesmo desafio hoje com a COVID-19, um vírus com letalidade comparável à influenza H1N1 em 1918. Duas estratégias fundamentais são possíveis [2]:

(a) Supressão. Aqui o objetivo é reduzir o número de reprodução (o número médio de casos secundários que cada caso geral),  $R$ , abaixo de 1 e, portanto, reduzir o número de casos para níveis baixos ou (como no SARS ou Ebola) eliminam a transmissão de humano para humano. O principal desafio é que os NPIs (e medicamentos, se disponíveis) precisam ser mantidos pelo menos intermitentemente por desde que o vírus circule na população humana ou até que uma vacina se torne disponível. No caso da COVID-19, serão necessários pelo menos 12 a 18 meses para que a vacina esteja disponível [3]. Não há garantia de que as vacinas iniciais tenham alta eficácia.

(b) Mitigação. Aqui o objetivo é usar NPIs (e vacinas ou medicamentos, se disponíveis) para não interromper transmissão completa, mas para reduzir o impacto de uma epidemia na saúde, semelhante à estratégia adotada por algumas cidades americanas em 1918 e pelo mundo em geral nas influências de 1957, 1968 e 2009 pandemias Na pandemia de 2009, por exemplo, o fornecimento antecipado de vacina foi direcionado a indivíduos com condições médicas pré-existentes que os colocam em risco de doença mais grave [4]. Nesse cenário, a imunidade da população aumenta com a epidemia, levando a um eventual declínio rápido números e transmissão caindo para níveis baixos.

As estratégias diferem quanto ao objetivo de reduzir o número de reprodução,  $R$ , para abaixo de 1 (supressão) e, assim, faz com que os números de casos diminuam ou simplesmente se espalhem lentamente, reduzindo não abaixo de 1.

Neste relatório, consideramos a viabilidade e implicações de ambas as estratégias para a COVID-19, observando uma série de medidas do NPI. É importante notar desde o início que, dado que o SARS-CoV-2 é um novo vírus emergente, ainda há muito a ser entendido sobre sua transmissão. Além disso, o impacto de muitos dos NPIs detalhados aqui dependem criticamente de como as pessoas respondem à sua introdução, o que é altamente provável que varie entre países e até comunidades. Por último, é altamente provável que exista mudanças espontâneas significativas no comportamento da população, mesmo na ausência de intervenções determinadas pelo governo.

Não consideramos as implicações éticas ou econômicas de nenhuma das estratégias aqui, exceto para observar que não há uma decisão política fácil a ser tomada. Supressão, apesar de ter sido bem-sucedida até o momento na China e no Sul Coreia, acarreta enormes custos sociais e econômicos, que podem ter significativos impacto na saúde e no bem-estar a curto e longo prazo. A mitigação nunca será capaz de proteger completamente as pessoas em risco de doenças ou morte graves e a mortalidade resultante pode portanto, ainda seja alta. Em vez disso, focamos na viabilidade, com um foco específico no provável impacto ao sistema de saúde das duas abordagens. Apresentamos resultados para Grã-Bretanha (GB) e Estados Unidos (EUA), mas são igualmente aplicáveis à maioria dos países de alta renda.

## **Métodos**

### **Modelo de transmissão**

Modificamos um modelo de simulação individual desenvolvido para apoiar o planejamento da gripe pandêmica [5][6] para explorar cenários para a COVID-19 na GB. A estrutura básica do modelo permanece como publicado anteriormente. Em resumo, os indivíduos residem em áreas definidas pelos dados de alta densidade populacional. Os contatos com outras pessoas da população são feitos dentro da família, na escola, local de trabalho e na comunidade em geral. Os dados do censo foram utilizados para definir a idade e o domicílio.

Dados sobre tamanhos médios de turmas e proporções entre funcionários e alunos foram usados para gerar um resultado sintético. Dados sobre a distribuição de tamanho do local de trabalho foram usados para gerar locais de trabalho com dados de distância pendulares usados para localizar locais de trabalho de maneira apropriada em toda a população. Os indivíduos são atribuídos a cada um desses locais em o início da simulação.

Os eventos de transmissão ocorrem através de contatos feitos entre indivíduos suscetíveis e infecciosos, agregado familiar, local de trabalho, escola ou aleatoriamente na comunidade, sendo que este último depende da distância espacial entre os contatos. Presumiu-se que os contatos per capita dentro das escolas fossem o dobro em outros lugares, a fim de reproduzir as taxas de infecção em crianças observadas no passado [7]. Com a parametrização acima, aproximadamente um terço da transmissão ocorre no agregado familiar, um terço nas escolas e locais de trabalho e o terço restante na comunidade. Estes os padrões de contato reproduzem os relatados em pesquisas de mistura social [8].

Assumimos um período de incubação de 5,1 dias [9][10]. Presume-se que a infecciosidade ocorra a partir de 12 horas antes do início dos sintomas para aqueles sintomáticos e após 4,6 dias após a infecção em aqueles que são assintomáticos com um perfil de infecciosidade ao longo do tempo que resulta em uma média de geração de 6,5 dias. Com base nos ajustes à taxa de crescimento inicial da epidemia em Wuhan [10][11], partimos com a hipótese que  $R_0 = 2,4$ , mas examinamos valores entre 2,0 e 2,6. Assumimos que indivíduos sintomáticos são 50% mais infecciosos que indivíduos assintomáticos. A infecciosidade individual é considerada variável, descrita por uma distribuição gama com média 1 e parâmetro de forma  $\alpha = 0,25$ . Na recuperação da infecção, presume-se que os indivíduos sejam imunes à reinfeção a curto prazo. As evidências do estudo da *Flu Watch* sugerem que a reinfeção com a mesma cepa de coronavírus em circulação sazonal é altamente improvável na mesma estação ou na estação seguinte (Prof. Andrew Hayward, comunicação pessoal).

Presume-se que a infecção seja semeada em cada país a uma taxa exponencialmente crescente (com uma duplicação de 5 dias) a partir do início de janeiro de 2020, com a taxa de semeadura sendo calibrada para fornecer epidemias que reproduziam o número acumulado de mortes observadas em GB ou nos EUA, vistas em 14 de Março 2020.

### **Progressão da doença e demanda de assistência médica**

Análises dos dados da China e dos que retornam em voos de repatriamento sugerem que 40-50% das infecções não foram identificadas como casos [12]. Isso pode incluir infecções assintomáticas, doença leve e um nível de subestimação. Portanto, assumimos que dois terços dos casos são sintomaticamente suficientemente para se auto-isolar (se exigido pela política) dentro de 1 dia após o início dos sintomas, e um atraso médio desde o início dos sintomas até a hospitalização de 5 dias. A proporção estratificada por idade de infecções que requerem hospitalização e a taxa de mortalidade por infecção (IFR) foram obtidas de uma análise de um subconjunto de casos da China[12]. Essas estimativas foram corrigidas por ataques não uniformes as taxas por idade e quando aplicadas à população da GB resultam em uma IFR de 0,9% com 4,4% de infecções hospitalizadas (Tabela 1). Assumimos que 30% daqueles hospitalizados exigirão cuidados intensivos (ventilação mecânica invasiva ou ECMO) com base em relatos iniciais de casos da COVID-19 no Reino Unido, China e Itália (Professor Nicholas Hart, comunicação pessoal). Com base na opinião clínica especializada, assumimos que 50% dos que estarão em terapia intensiva morrerão e uma proporção dependente da idade daqueles que não precisam de cuidados intensivos morrerão (calculada para corresponder à IFR geral). Calculamos a demanda de leitos pressupondo uma duração total de permanência no hospital de 8 dias, caso não seja necessária terapia intensiva, e 16 dias (com 10 dias

em UTI), se houver necessidade de cuidados intensivos. Com 30% dos casos hospitalizados que requerem , obtemos uma duração média geral de hospitalização de 10,4 dias, um pouco menor que a duração da internação até a alta observada nos casos de COVID-19 internacionalmente [13] (que irão permanecerem no hospital por mais tempo para garantir testes negativos na alta), mas de acordo com as estimativas de admissões gerais de pneumonia [14].

Grupo de Idade	% sintomático que precisam de hospitalização	% hospitalizados que precisam de UTI	Porcentagem de Mortos
0 a 9	0,10%	5,00%	0,002%
10 a 19	0,30%	5,00%	0,006%
20 a 29	1,20%	5,00%	0,030%
30 a 39	3,20%	5,00%	0,080%
40 a 49	4,90%	6,30%	0,150%
50 a 59	10,20%	12,20%	0,600%
60 a 69	16,60%	27,40%	2,200%
70 a 79	24,30%	43,20%	5,100%
80+	27,30%	70,90%	9,300%

**Tabela 1: Estimativas atuais da gravidade dos casos. As estimativas de IFR de Verity et al. [12] foram ajustados para explicar uma taxa de ataque não uniforme, com uma IFR geral de 0,9% (intervalo crível de 95% de 0,4% a 1,4%). As estimativas de hospitalização de Verity et al. [12] também foram ajustadas dessa maneira e dimensionadas para corresponder às taxas esperadas na faixa etária mais velha (mais de 80 anos) em um contexto de GB/EUA. Essas estimativas serão atualizadas à medida que mais dados sejam acumulados.**

## Cenários de Intervenção Não Farmacêutica

Consideramos o impacto de cinco diferentes intervenções não farmacêuticas (NPI) implementadas individualmente e em combinação (Tabela 2). Em cada caso, representamos a intervenção mecanicamente dentro da simulação, usando suposições plausíveis e amplamente conservadoras (isto é, pessimistas) sobre o impacto de cada intervenção e alterações compensatórias nos contatos (por exemplo, em casa) associados com a redução das taxas de contato em ambientes específicos fora da casa. O modelo reproduz os efeitos de intervenção observados em estudos epidemiológicos e em levantamentos empíricos dos padrões de contato. Duas das intervenções (isolamento de casos e quarentena voluntária em casa) são desencadeadas pelo aparecimento de sintomas e são implementados no dia seguinte. Os outros quatro NPIs (distanciamento social daqueles com mais de 70 anos anos, distanciamento social de toda a população, impedindo reuniões em massa e fechamento de escolas e universidades) são decisões tomadas a nível de governo. Para essas intervenções, portanto, considere gatilhos de vigilância com base em testes de pacientes em terapia

intensiva (unidades de terapia intensiva, UTI). Nos concentramos em casos em que o teste é mais completo para os pacientes mais graves. Ao examinar estratégias de mitigação, assumimos que as políticas estão em vigor por três meses, além do distanciamento social daqueles com mais de 70 anos, que se presume permanecerem por mais um mês. Estratégias de supressão são assumidas para permanecer por 5 meses ou mais.

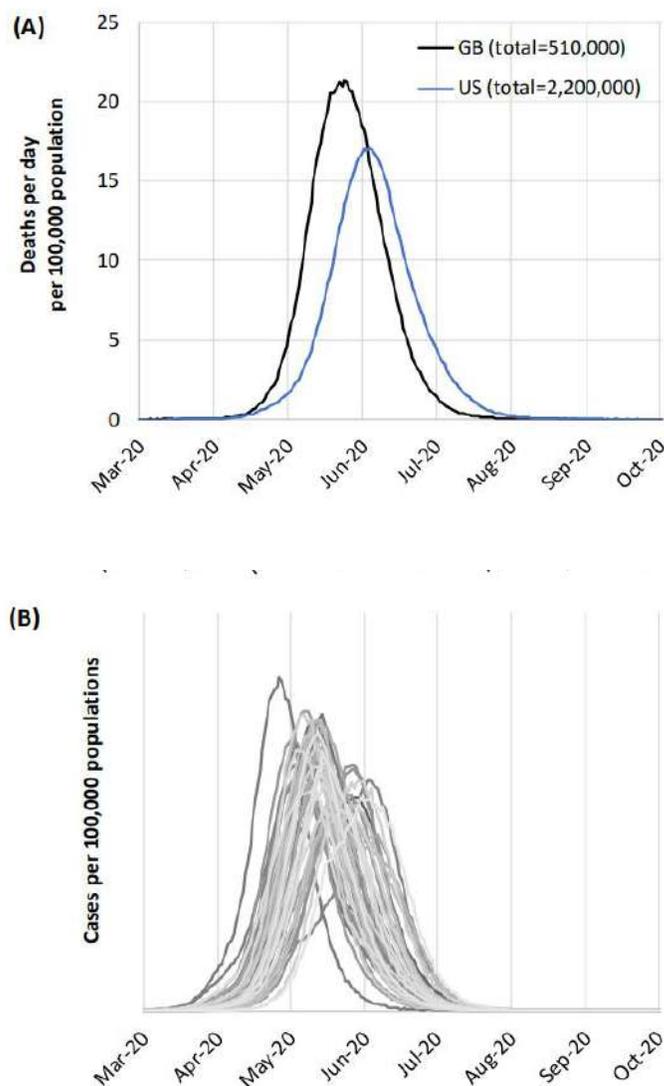
Código	Ação	Descrição
CI	Isolamento em casa	Os casos sintomáticos ficam em casa por 7 dias, reduzindo em 75% os contatos não domésticos nesse período. Os contatos das famílias permanecem inalterados. Suponha que 70% da família cumpra a política.
HQ	Quarentena voluntária em casa	Após a identificação de um caso sintomático na família, todos os membros da família permanecem em casa por 14 dias. As taxas de contato das famílias dobram durante esse período de quarentena; os contatos na comunidade reduzem em 75%. Suponha que 50% da família cumpra a política.
SDO	Distanciamento social para pessoas com mais de 70 anos	Reduza os contatos em 50% nos locais de trabalho, aumente os contatos da família em 25% e reduza outros contatos em 75%. Assuma 75% de conformidade com a política.
SD	Distanciamento social para toda a população	Todas as famílias reduzem o contato fora de casa, escola ou local de trabalho em 75%. Taxas de contato na escola inalteradas, taxas de contato no local de trabalho reduzidas em 25%. Presume-se que as taxas de contato das famílias aumentem 25%.
PC	Fechamento de escolas e universidades	Fechamento de todas as escolas, 25% das universidades permanecem abertas. As taxas de contato das famílias dos estudantes aumentam em 50% durante o fechamento. Os contatos na comunidade aumentam em 25% durante o fechamento.

**Tabela 2: Resumo das intervenções do NPI consideradas.**

## Resultados

Na (improvável) ausência de medidas de controle ou mudanças espontâneas no comportamento individual, esperaria um pico na mortalidade (mortes diárias) após aproximadamente 3 meses (Figura 1A). Em tais cenários, dado um  $R_0$  estimado de 2,4, prevemos que 81% das populações GB e EUA seriam infectados ao longo da epidemia. Os tempos epidêmicos são aproximados, dadas as limitações dos dados de vigilância nos dois países: prevê-se que a epidemia seja mais ampla nos EUA do que no GB e o pico atingido um pouco mais tarde. Isso se deve à maior escala geográfica dos EUA, resultando em epidemias localizadas mais distintamente nos estados (Figura 1B) do que na GB. O pico mais alto da mortalidade na GB é devido ao país ser menor e sua população mais velha em comparação com os EUA. No total, em uma epidemia não mitigada, prevemos aproximadamente

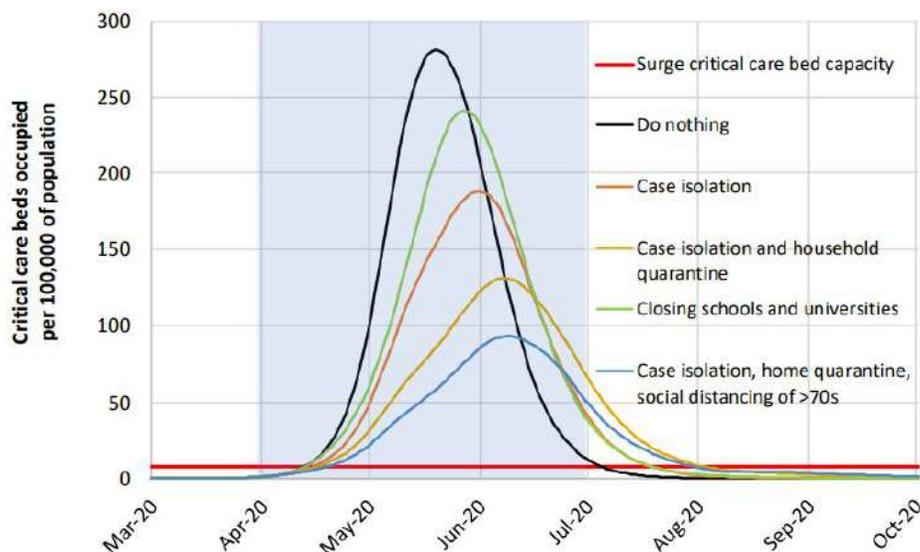
510.000 mortes em GB e 2,2 milhões na Estados Unidos, sem levar em consideração os possíveis efeitos negativos da pandemia na mortalidade dos sistemas de saúde.



**Figura 1: Cenários epidêmicos não mitigados para GB e EUA. (A) Mortes projetadas por dia por 100.000 habitantes em GB e EUA. (B) Trajetórias epidêmicas de casos nos EUA por estado.**

Para uma epidemia não controlada, prevemos que a capacidade do leito de cuidados intensivos seja excedida logo que na segunda semana de abril, com um eventual pico na demanda de UTI ou leito de cuidados intensivos superior a 30 vezes à oferta máxima nos dois países (Figura 2). O objetivo da mitigação é reduzir o impacto de uma epidemia achatando a curva, reduzindo o pico incidência e mortes gerais (Figura 2). Como o objetivo da mitigação é minimizar a mortalidade, as intervenções precisam ser mantidas o máximo possível durante o período epidêmico. Introduzindo tais intervenções muito precoces permitem que a transmissão retorne assim que forem retiradas (se a

população imune desenvolvida for insuficiente); é, portanto, necessário equilibrar o momento da introdução com a escala de perturbações impostas e o provável período durante o qual as intervenções podem ser mantidas. Nesse cenário, as intervenções podem limitar a transmissão na medida em que pouca imunidade da comunidade é adquirida - levando à possibilidade de que uma segunda onda de infecção seja vista quando as intervenções forem retiradas.



**Figura 2: Cenários da estratégia de mitigação para GB mostrando requisitos de leito de cuidados intensivos (UTI). A linha preta mostra a epidemia não mitigada. A linha verde mostra uma estratégia de mitigação incorporando fechamento de escolas e universidades; a linha laranja mostra o isolamento do caso; a linha amarela mostra o isolamento dos casos e a quarentena das famílias; e a linha azul mostra isolamento de casos, quarentena doméstica e distanciamento social das pessoas com mais de 70s. O sombreado azul mostra o período de três meses em que essas intervenções devem permanecer.**

A Tabela 3 mostra o impacto relativo previsto nas mortes e na capacidade da UTI de uma série de intervenções combinadas de NPIs aplicadas nacionalmente na GB por um período de três meses com início dado entre 100 e 3000 casos críticos de UTIs. Dependendo dessa duração, prevê-se que a combinação mais eficaz de intervenções seja uma combinação de isolamento de casos, quarentena domiciliar e distanciamento social daqueles com maior risco (acima de 70 anos). Embora este último grupo tenha relativamente menos impacto na transmissão do que outras faixas etárias, reduzir a mortalidade nos grupos de maior risco reduz a demanda de cuidados intensivos e a mortalidade geral. Em conjunto, esta estratégia de intervenção prediz redução em dois terços da demanda máxima de cuidados críticos e reduz pela metade o número de mortes. No entanto, esse cenário "ideal" de mitigação ainda resultaria em um pico de demanda 8 vezes maior em camas de cuidados intensivos, além da capacidade de pico disponível na GB e nos EUA.

Prevê-se que a interrupção das reuniões de massa tenha um impacto relativamente pequeno (resultados não mostrados) porque o tempo de contato nesses eventos é relativamente pequeno comparado ao tempo gasto em casa, nas escolas ou locais de trabalho e em outros locais da comunidade, como bares e restaurantes.

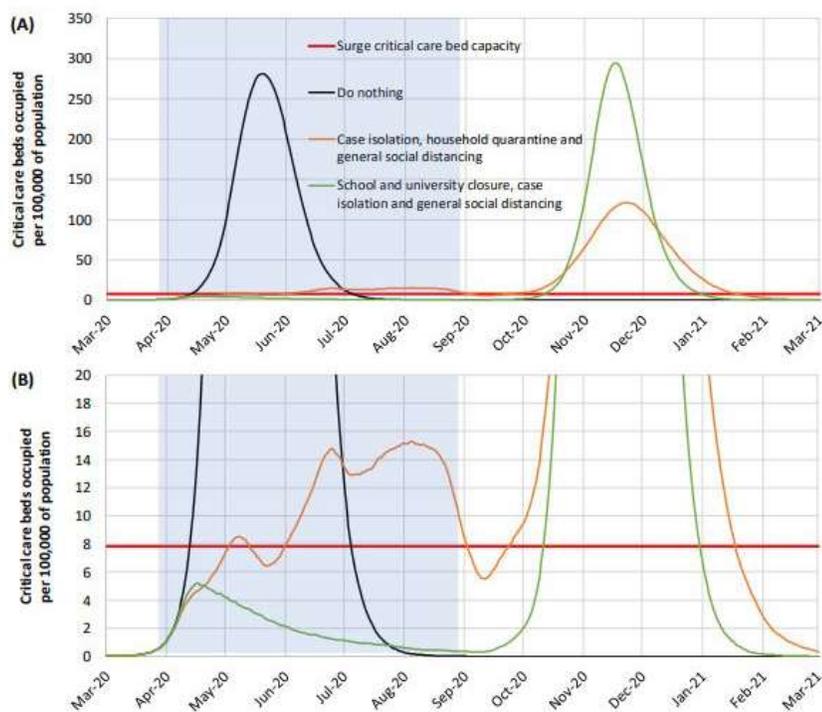
No geral, descobrimos que a eficácia relativa de diferentes políticas é insensível à escolha do gatilho local (número absoluto de casos em comparação com a incidência per capita),  $R_0$  (na faixa de 2,0 a 2,6) e IFR variando na faixa de 0,25% a 1,0%.

	Trigger (cumulative ICU cases)	PC	CI	CI_HQ	CI_HQ_SD	CI_SD	CI_HQ_SDOL70	PC_CI_HQ_SDOL70
$R_0=2.4$ Peak beds	100	14%	33%	53%	33%	53%	67%	69%
	300	14%	33%	53%	34%	57%	67%	71%
	1000	14%	33%	53%	39%	64%	67%	77%
	3000	12%	33%	53%	51%	75%	67%	81%
$R_0=2.2$ Peak beds	100	23%	35%	57%	25%	39%	69%	48%
	300	22%	35%	57%	28%	43%	69%	54%
	1000	21%	35%	57%	34%	53%	69%	63%
	3000	18%	35%	57%	47%	68%	69%	75%
$R_0=2.4$ Total deaths	100	2%	17%	31%	13%	20%	49%	29%
	300	2%	17%	31%	14%	23%	49%	29%
	1000	2%	17%	31%	15%	26%	50%	30%
	3000	2%	17%	31%	19%	30%	49%	32%
$R_0=2.2$ Total deaths	100	3%	21%	34%	9%	15%	49%	19%
	300	3%	21%	34%	9%	17%	49%	20%
	1000	4%	21%	34%	11%	21%	49%	22%
	3000	4%	21%	34%	15%	27%	49%	24%

**Tabela 3. Opções de mitigação para GB. O impacto relativo das combinações de NPIs aplicadas nacionalmente por 3 meses na GB no total de óbitos e na demanda de leitos hospitalares de UTI para opções de diferentes gatilhos (trigger) acumulados de contagem de casos na UTI (ICU). As células mostram a redução percentual na demanda de pico da UTI por uma variedade de combinações de NPI e por gatilhos baseados na contagem de número absoluto de casos de UTI diagnosticados em uma contagem semanal. PC = fechamento de escolas e universidades, CI = isolamento de casos em domicílio, HQ = quarentena domiciliar, SD = distanciamento social de toda a população; SDOL70 = distanciamento social daqueles com mais de 70 anos por 4 meses (um mês a mais do que outras intervenções). As células são coloridas significando (verde = maior eficácia, vermelho = menor). Os números absolutos são mostrados na Tabela A1.**

Dado que é improvável que a mitigação seja uma opção viável sem a sobrecarga dos sistemas de saúde, a supressão é provavelmente necessária em países capazes de implementar os intensivos controles necessários. Nossas projeções mostram que, para reduzir  $R$  para perto de 1 ou menos, uma combinação de isolamento de caso, distanciamento social de toda a população e quarentena familiar ou fechamento obrigatório de escolas e universidades (Figura 3, Tabela 4) são necessários. Presume-se que as medidas estejam em vigor por um período de 5 meses.

Não levando em consideração o potencial efeito adverso na capacidade da UTI devido a absenteísmo, fechamento de universidades e escolas seja mais eficaz na supressão do que as quarentenas. Prevê-se que todas as quatro intervenções combinadas tenham o maior efeito na transmissão (Tabela 4). Prevê-se que uma política tão intensiva resulte em uma redução nos requisitos de cuidados intensivos de um pico aproximadamente 3 semanas após a introdução das intervenções e um declínio subsequente enquanto as políticas de intervenção permanecem em vigor. Embora existam muitas incertezas na política eficácia, tal estratégia combinada é a mais provável para garantir que a demanda de leitos de cuidados intensivos permaneçam dentro da capacidade de pico.



**Figura 3: Cenários da estratégia de supressão para GB, mostrando a demanda de leitos de UTI. A linha preta mostra a epidemia não mitigada. A linha verde mostra uma estratégia de supressão incorporando o fechamento de escolas e universidades, isolamento de casos e distanciamento social em toda a população, começando no final de março de 2020. A linha laranja mostra uma estratégia de contenção incorporando isolamento de casos, quarentena de agregados familiares e distanciamento social. A linha vermelha é a capacidade estimada de leitos de UTIs na GB. O sombreamento azul mostra os 5 meses período em que se supõe que essas intervenções permanecem em vigor. (B) mostra os mesmos dados que no painel (A) mas ampliou os níveis mais baixos do gráfico. Uma figura equivalente para os EUA é mostrada no apêndice.**

Adicionar a quarentena das famílias ao isolamento de casos e ao distanciamento social é a próxima melhor opção, embora prevemos que existe o risco de a capacidade de pico de UTIs ser excedida

sob essa opção de política (Figura 3 e Tabela 4). Combinando as quatro intervenções (distanciamento social de toda a população, isolamento de casos, quarentena familiar e fechamento de escolas e universidades) deverá ter o maior impacto, aquém de um bloqueio completo que, além disso, impede as pessoas de irem trabalhar.

Depois que as intervenções são relaxadas (no exemplo da Figura 3, a partir de setembro), as infecções começam a aumentar, resultando em um pico previsto de epidemia no final do ano. Quanto mais bem-sucedida é uma estratégia de supressão temporária, quanto maior a previsão de epidemia posterior na ausência de vacinação devido ao menor acúmulo de imunidade da população.

Dado que as políticas de supressão podem precisar ser mantidas por muitos meses, examinamos o impacto de uma política adaptativa intermitente em que o distanciamento social (mais o fechamento de escolas e universidades, se usado) é apenas iniciado após a incidência semanal confirmada de casos em pacientes de UTI (um grupo de pacientes com alta probabilidade de serem testados) excede um certo limiar "ligado" (on) e fica relaxado quando a incidência de casos na UTI cai abaixo de um certo limiar "desligado" (off) (Figura 4). Políticas baseadas em isolamento domiciliar de casos sintomáticos e uso doméstico de quarentena (se adotada) são sempre usadas ao longo do período. Tais políticas são robustas para variações, tanto no número de reprodução  $R_0$  (Tabela 4) quanto gravidade do vírus (ou seja, a proporção de casos que requerem admissão na UTI, não mostrada).

A Tabela 3 ilustra que as políticas de supressão são mais bem se disparadas no início da epidemia, com um total acumulado 200 casos de UTI por semana na GB sendo o último limite em que as políticas podem ser acionadas e ainda manter o pico de demanda de UTIs abaixo dos limites de padrões de crise da GB, no caso de um valor de  $R_0$  relativamente alto de 2,6. Total de mortes esperadas também são reduzidos para gatilhos mais baixos, embora as mortes para todas as políticas consideradas sejam muito menores do que para uma epidemia não controlada. O painel direito da Tabela 4 mostra que o distanciamento social (mais fechamento de escolas e universidades, se usado) precisa estar em vigor durante a maioria dos 2 anos da simulação, mas que a proporção de tempo em que essas medidas estão em vigor é reduzida para intervenções mais eficazes e para valores mais baixos de  $R_0$ . A Tabela 5 mostra que o total de mortes é reduzido com gatilhos "off" mais baixos; no entanto, isso também leva a períodos mais longos, durante os quais há distanciamento social. Demanda de pico de UTI e a proporção de tempo em que o distanciamento social está em vigor não é afetada pela escolha do gatilho "off".

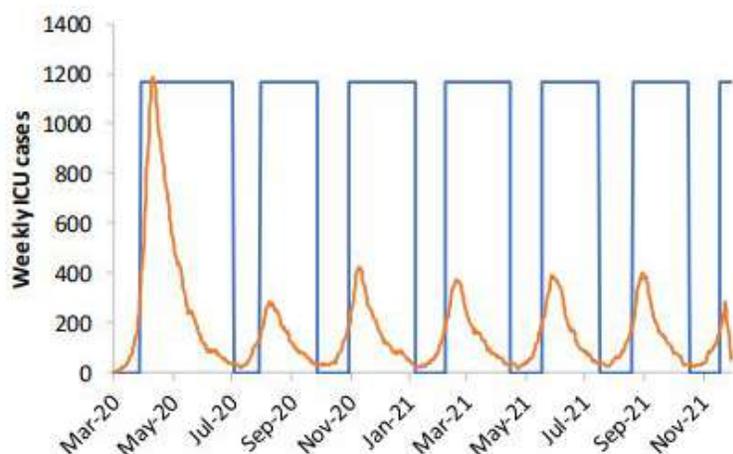


Figura 4: Ilustração do desencadeamento adaptativo das estratégias de supressão em GB, para  $R_0 = 2.2$ , uma política dos quatro intervenções consideradas, um gatilho "on" de 100 casos de UTI em uma semana e um gatilho "off" de 50 casos de UTI. A política está em vigor aproximadamente 2/3 do tempo. Apenas distanciamento social e fechamento de escolas / universidades são desencadeado; outras políticas permanecem em vigor por toda parte. A incidência semanal de UTI é mostrada em laranja, política desencadeando em azul.

R <sub>0</sub>	On Trigger	Total deaths				Peak ICU beds				Proportion of time with SD in place		
		Do nothing	CI_HQ_SD	PC_CI_SD	PC_CI_HQ_SD	Do nothing	CI_HQ_SD	PC_CI_SD	PC_CI_HQ_SD	CI_HQ_SD	PC_CI_SD	PC_CI_HQ_SD
2	60	410,000	47,000	6,400	5,600	130,000	3,300	930	920	96%	69%	58%
	100	410,000	47,000	9,900	8,300	130,000	3,500	1,300	1,300	96%	67%	61%
	200	410,000	46,000	17,000	14,000	130,000	3,500	1,900	1,900	95%	66%	57%
	300	410,000	45,000	24,000	21,000	130,000	3,500	2,200	2,200	95%	64%	55%
	400	410,000	44,000	30,000	26,000	130,000	3,800	2,900	2,700	94%	63%	55%
2.2	60	460,000	62,000	9,700	6,900	160,000	7,600	1,200	1,100	96%	82%	70%
	100	460,000	61,000	13,000	10,000	160,000	7,700	1,600	1,600	96%	80%	66%
	200	460,000	64,000	23,000	17,000	160,000	7,700	2,600	2,300	89%	76%	64%
	300	460,000	65,000	32,000	26,000	160,000	7,300	3,500	3,000	89%	74%	64%
	400	460,000	68,000	39,000	31,000	160,000	7,300	3,700	3,400	82%	72%	62%
2.4	60	510,000	85,000	12,000	8,700	180,000	11,000	1,200	1,200	87%	89%	78%
	100	510,000	87,000	19,000	13,000	180,000	11,000	2,000	1,800	83%	88%	77%
	200	510,000	90,000	30,000	24,000	180,000	9,700	3,500	3,200	77%	82%	74%
	300	510,000	94,000	43,000	34,000	180,000	9,900	4,400	4,000	72%	81%	74%
	400	510,000	98,000	53,000	39,000	180,000	10,000	5,700	4,900	68%	81%	71%
2.6	60	550,000	110,000	20,000	12,000	230,000	15,000	1,500	1,400	68%	94%	85%
	100	550,000	110,000	26,000	16,000	230,000	16,000	1,900	1,800	67%	93%	84%
	200	550,000	120,000	39,000	30,000	230,000	16,000	3,600	3,400	62%	88%	83%
	300	550,000	120,000	56,000	40,000	230,000	17,000	5,500	4,700	59%	87%	80%
	400	550,000	120,000	71,000	48,000	230,000	17,000	7,100	5,600	56%	82%	76%

Tabela 4. Estratégias de supressão para GB. Impacto de três opções políticas diferentes (isolamento de casos + quarentena doméstica + distanciamento social, fechamento de escolas / universidades + isolamento de caso + distanciamento social e todas as quatro intervenções) sobre o número total de óbitos observados em um período de 2 anos (painel esquerdo) e demanda de pico para leitos de UTI (painel central). O distanciamento social e o

fechamento de escolas / universidades são acionados em nível nacional quando o número semanal de novos casos de COVID-19 diagnosticados em UTI excede os limites listados em "no gatilho" (trigger) e são suspensos quando os casos semanais de UTI caem para 25% desse valor de gatilho. Presume-se que outras políticas iniciem no final de março e permaneçam em ação. O painel direito mostra a proporção de tempo após o início da política em que o distanciamento social está em vigor. A capacidade de pico de pico da UTI da GB é de aproximadamente 5000 leitos. Os resultados são qualitativamente semelhante para os EUA.

On trigger	Off trigger as proportion of on trigger	Total deaths		
		CI_HQ_SD	PC_CI_SD	PC_CI_HQ_SD
60	0.25	85,000	12,000	8,700
	0.5	85,000	15,000	10,000
	0.75	85,000	14,000	11,000
100	0.25	87,000	19,000	13,000
	0.5	87,000	20,000	15,000
	0.75	88,000	21,000	16,000
200	0.25	90,000	30,000	24,000
	0.5	92,000	36,000	27,000
	0.75	94,000	40,000	30,000
300	0.25	94,000	43,000	34,000
	0.5	97,000	48,000	37,000
	0.75	99,000	52,000	39,000
400	0.25	98,000	53,000	39,000
	0.5	100,000	61,000	46,000
	0.75	100,000	65,000	51,000

Tabela 5. Conforme Tabela 4, mas mostrando o efeito de variar o gatilho 'off' para distanciamento social e escola / universidade fechamento no total de óbitos acima de 2 anos, para  $R_0 = 2,4$ .

## Discussão

À medida que a pandemia da COVID-19 avança, os países estão implementando cada vez mais uma ampla gama de respostas. Nossos resultados demonstram que será necessário colocar várias intervenções em camadas, independentemente se a supressão ou mitigação é o objetivo político abrangente. No entanto, a supressão exigirá a estratificação de medidas mais intensivas e socialmente perturbadoras do que a mitigação. Em última análise, a escolha de as intervenções dependem da viabilidade relativa de sua implementação e da provável eficácia em diferentes contextos sociais.

Desemaranhar a eficácia relativa de diferentes intervenções da experiência dos países até o momento é desafiador, porque muitos implementaram várias (ou todas) dessas medidas com diferentes graus de sucesso. Através da hospitalização de todos os casos (não apenas daqueles que

necessitam de cuidados hospitalares), a China iniciou uma forma de isolamento de casos, reduzindo a transmissão posterior de casos no casa e em outros ambientes. Ao mesmo tempo, implementando o distanciamento social em toda a população, a oportunidade de transmissão em todos os locais foi rapidamente reduzida. Vários estudos têm estima-se que essas intervenções reduzam  $R$  abaixo de 1 [15]. Nos últimos dias, essas medidas começaram estar relaxado. O monitoramento rigoroso da situação na China nas próximas semanas ajudará, portanto, a informar estratégias em outros países.

No geral, nossos resultados sugerem que o distanciamento social em toda a população se aplica à população como um todo teria o maior impacto; e em combinação com outras intervenções - notavelmente isolamento doméstico de casos e fechamento de escolas e universidades - tem o potencial de suprimir a transmissão abaixo do limiar de  $R = 1$  necessário para reduzir rapidamente a incidência de casos. Uma política mínima para a supressão efetiva é, portanto, um distanciamento social em toda a população, combinado com o isolamento dos casos em casa e fechamento de escolas e universidades.

Para evitar uma recuperação na transmissão, essas políticas precisarão ser mantidas até que grandes estoques de estão disponíveis vacinas para imunizar a população - que pode durar 18 meses ou mais. Gatilhos adaptativos de vigilância hospitalar para ativar e desativar o distanciamento social em toda a população e o fechamento da escola oferecem maior robustez à incerteza do que intervenções de duração fixa e pode ser adaptado para uso regional (por exemplo, em nível estadual nos EUA). Dadas epidemias locais não são perfeitamente sincronizadas, as políticas locais também são mais eficientes e podem atingir níveis comparáveis de supressão políticas nacionais, estando em vigor por uma proporção um pouco menor do tempo. No entanto, nós estimamos que, para uma política nacional da GB, o distanciamento social precisaria estar em vigor por pelo menos 2/3 dos o tempo (para  $R_0 = 2,4$ , consulte a Tabela 4) até que uma vacina estivesse disponível.

No entanto, existem incertezas muito grandes em relação à transmissão desse vírus, o provável eficácia de diferentes políticas e até que ponto a população adota espontaneamente riscos comportamentos redutores. Isso significa que é difícil ser definitivo sobre a provável duração inicial de medidas que serão necessárias, exceto que serão vários meses. Decisões futuras sobre quando e por quanto tempo as políticas de relaxamento precisarão ser informadas pela vigilância contínua.

As medidas usadas para obter a supressão também podem evoluir ao longo do tempo. À medida que os números de casos caem, torna-se mais viável adotar testes intensivos, rastreamento de contatos e medidas de quarentena as estratégias empregadas hoje na Coréia do Sul. Tecnologia -

como aplicativos para celular que rastrear as interações de um indivíduo com outras pessoas na sociedade - pode permitir que essa política seja mais eficaz e escalável se as preocupações de privacidade associadas puderem ser superadas. No entanto, se o pacote de NPI intensivo destinados à supressão não são mantidos, nossa análise sugere que a transmissão irá rapidamente potencialmente produzindo uma epidemia comparável em escala ao que seria visto se nenhuma intervenção foi adotada.

A supressão a longo prazo pode não ser uma opção política viável em muitos países. Nossos resultados mostram que a opção alternativa de política de mitigação de curto prazo (três meses) pode reduzir as mortes observadas em a epidemia em até metade e o pico da demanda de assistência médica em dois terços. A combinação de isolamento de casos, quarentena familiar e distanciamento social daqueles com maior risco de resultados graves (indivíduos mais velhos e pessoas com outras condições de saúde subjacentes) são a política mais eficaz combinação para mitigação de epidemias. Tanto o isolamento de casos quanto a quarentena das famílias são essenciais intervenções epidemiológicas para mitigação de doenças infecciosas e atuam reduzindo o potencial de transmissão contínua através da redução das taxas de contato daqueles que são conhecidos por serem infecciosos (casos) ou pode estar abrigando infecção (contatos domésticos). O Relatório Conjunto da Missão da OMS na China sugeriu que 80% ocorreu a transferência no domicílio [16], embora isso tenha ocorrido em um contexto em que os contatos interpessoais foram drasticamente reduzidos pelas intervenções implementadas. Prevê-se que distanciamento social de grupos de alto risco sejam particularmente eficazes na redução de resultados graves, devido à forte evidência de um risco aumentado com a idade [12][16], embora prevemos que ele teria menos efeito na redução transmissão populacional.

Prevemos que o fechamento de escolas e universidades terá um impacto na epidemia, sob o suposição de que as crianças transmitem tanto quanto os adultos, mesmo que raramente experimentem doença [12][16]. Concluímos que o fechamento de escolas e universidades é uma estratégia mais eficaz para apoiar a epidemia supressão do que mitigação; combinado com o distanciamento social em toda a população, o efeito do fechamento da escola é ampliar ainda mais a ruptura dos contatos sociais entre as famílias e, assim, suprimir a transmissão.

No entanto, prevê-se que o fechamento da escola seja insuficiente para mitigar (não importa suprimir) uma epidemia isolada; isso contrasta com a situação nas epidemias sazonais de influenza, onde as crianças são os principais fatores de transmissão devido aos adultos terem níveis mais altos de imunidade [17][18].

O momento ideal das intervenções varia entre estratégias de supressão e mitigação, bem como dependendo da definição de ideal. No entanto, para mitigação, a maioria dos efeitos de tal, a estratégia pode ser alcançada visando intervenções em uma janela de três meses em torno do pico da epidemia. Para a supressão, a ação precoce é importante e as intervenções precisam ser implementadas muito antes a capacidade de assistência médica seja sobrecarregada. Dada a vigilância mais sistemática ocorre no hospital nesse contexto, o atraso típico da infecção à hospitalização significa que há um atraso de duas a três semanas entre intervenções sendo introduzidas e o impacto observado nos números de casos hospitalizados, dependendo se todas as internações são testadas ou apenas as que entram em unidades de terapia intensiva. Nesse contexto, na GB isso significa agir antes das admissões da COVID-19 em UTIs excederem 200 por semana.

Talvez nossa conclusão mais significativa seja que é improvável que a mitigação seja viável sem emergência os limites de capacidade de sobretensão dos sistemas de saúde do Reino Unido e dos EUA foram excedidos várias vezes. Na estratégia de mitigação mais eficaz examinada, o que leva a uma epidemia relativamente curta (caso isolamento, quarentena familiar e distanciamento social dos idosos), os limites de aumento tanto para enfermaria e leitos de UTI seriam excedidos em pelo menos 8 vezes no cenário mais otimista para requisitos de cuidados que examinamos. Além disso, mesmo que todos os pacientes pudessem ser tratados, nós prever ainda haveria na ordem de 250.000 mortes em GB e de 1,1 a 1,2 milhões nos EUA.

No Reino Unido, essa conclusão foi alcançada apenas nos últimos dias, com o refinamento das estimativas provável demanda de UTI devido à COVID-19 com base na experiência na Itália e no Reino Unido (planejamento prévio estimativas assumiram metade da demanda agora estimada) e com o NHS proporcionando maior segurança em torno dos limites da capacidade hospitalar.

Concluimos, portanto, que a supressão epidêmica é a única estratégia viável no momento atual. Os efeitos sociais e econômicos das medidas necessárias para alcançar esse objetivo político serão profundo. Muitos países já adotaram essas medidas, mas mesmo esses países em um período anterior estágio de sua epidemia (como o Reino Unido) precisará fazê-lo iminentemente.

Nossa análise informa a avaliação tanto da natureza das medidas necessárias para suprimir o COVID19 quanto da provável duração dessas medidas. Os resultados deste artigo têm elaboração de políticas informadas no Reino Unido e em outros países nas últimas semanas. No entanto, enfatizamos que não está absolutamente certo de que a supressão terá sucesso a longo prazo; nenhuma intervenção de saúde pública com tais efeitos perturbadores na sociedade foram

tentados anteriormente por um período tão longo. Quão populações e sociedades responderão permanece incerto.

## Financiamento

Este trabalho foi financiado pelo Centro de Pesquisa do Conselho de Pesquisa Médica do Reino Unido sob uma concordância Departamento de Desenvolvimento Internacional do Reino Unido, a Unidade de Pesquisa em Proteção da Saúde do NIHR em Metodologia de Modelagem e Comunidade Jameel.

## Referências

1. Bootsma MCJ, Ferguson NM. The effect of public health measures on the 1918 influenza pandemic in U.S. cities. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2007;104(18):7588–93.
2. Anderson RM, Heesterbeek H, Klinkenberg D, Hollingsworth TD. Comment How will countrybased mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic ? 2020;2019(20):1– 4.
3. The Coalition for Epidemic Preparedness Innovations. CEPI welcomes UK Government’s funding and highlights need for \$2 billion to develop a vaccine against COVID-19 [Internet]. 2020;Available from: [https://cepi.net/news\\_cepi/2-billion-required-to-develop-a-vaccineagainst-the-covid-19-virus/](https://cepi.net/news_cepi/2-billion-required-to-develop-a-vaccineagainst-the-covid-19-virus/)
4. World Health Organisation. Pandemic influenza A (H1N1) 2009 virus vaccine – conclusions and recommendations from the october 2009 meeting of the immunization Strategic Advisory Group of experts. *Wkly Epidemiol Rec* 2009;84(49):509–16.
5. Ferguson NM, Cummings DAT, Fraser C, Cajka JC, Cooley PC, Burke DS. Strategies for mitigating an influenza pandemic. *Nature* 2006;442(7101):448–52.
6. Halloran ME, Ferguson NM, Eubank S, et al. Modeling targeted layered containment of an influenza pandemic in the United States. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008;105(12):4639–44.
7. Ferguson NM, Cummings DAT, Cauchemez S, et al. Strategies for containing an emerging influenza pandemic in Southeast Asia. *Nature* 2005;437(7056):209–14.
8. Mossong J, Hens N, Jit M, et al. Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases. *PLoS Med* 2008;5(3):0381–91.
9. Linton NM, Kobayashi T, Yang Y, et al. Epidemiological characteristics of novel coronavirus infection: A statistical analysis of publicly available case data. *medRxiv [Internet]* 2020 [cited 2020

- Feb 18];2020.01.26.20018754. Available from:  
<https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2020/01/28/2020.01.26.20018754.full.pdf>
10. Li Q, Guan X, Wu P, et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia. *N Engl J Med* 2020;
11. Riou J, Althaus CL. Pattern of early human-to-human transmission of Wuhan 2019 novel coronavirus (2019-nCoV), December 2019 to January 2020. *Euro Surveill* 2020;25(4):1–5.
12. Verity R, Okell LC, Dorigatti I, et al. Estimates of the severity of COVID-19 disease. *medRxiv* 2020; Available from <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.09.20033357v1>.
13. Gaythorpe K, Imai N, Cuomo-Dannenburg G, et al. Report 8: Symptom progression of 2019 novel coronavirus [Internet]. 2020. Available from:  
<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gidafellows/Imperial-College-COVID19-symptom-progression-11-03-2020.pdf>
14. Ostermann H, Blasi F, Medina J, Pascual E, McBride K, Garau J. Resource use in patients hospitalized with complicated skin and soft tissue infections in Europe and analysis of vulnerable groups: The REACH study. *J Med Econ* 2014;17(10):719–29.
15. Kucharski AJ, Russell TW, Diamond C, et al. Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study. *Lancet Infect Dis* [Internet] 2020;3099(20):2020.01.31.20019901. Available from:  
<http://medrxiv.org/content/early/2020/02/18/2020.01.31.20019901.abstract>
16. World Health Organization. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). 2020. 16 March 2020 Imperial College COVID-19 Response Team DOI:  
<https://doi.org/10.25561/77482> Page 18 of 20
17. Cauchemez S, Valleron AJ, Boëlle PY, Flahault A, Ferguson NM. Estimating the impact of school closure on influenza transmission from Sentinel data. *Nature* 2008;452(7188):750–4.
18. Fumanelli L, Ajelli M, Merler S, Ferguson NM, Cauchemez S. Model-Based Comprehensive Analysis of School Closure Policies for Mitigating Influenza Epidemics and Pandemics. *PLoS Comput Biol* 2016;12(1):1–15.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**Laboratório de Estatística e Ciência dos Dados - LED/ Instituto de Matemática**  
**PROMAT – Desenvolvimento da Matemática e suas Aplicações em Alagoas**

## Relatório de Atividades contra o COVID - 19

**TODAS AS ATIVIDADES ABAIXO LISTADAS ESTÃO SENDO FEITAS POR INICIATIVA DA EQUIPE DO LABORATÓRIO DE ESTATÍSTICA E CIÊNCIA DOS DADOS (LED) DA UFAL. PODEM SER FEITAS PARCERIAS (PÚBLICAS OU PRIVADAS) PARA AMPLIAR E SUPRIR AS NECESSIDADES DAS AÇÕES LISTADAS ABAIXO.**

**ATIVIDADE 1:** Software de monitoramento da COVID-19 para frente de atendimento

**Responsável:** Prof. Adriano Barbosa (UFGD)

**Início:** 23/03/20

**Objetivo:** Desenvolver uma ferramenta web para coleta de informações sobre os pacientes para a frente de atendimento (UPAS, Postos, Hospitais, etc).

**Situação em 25/03:** Software funcionando de modo experimental e sujeito a mudanças o tempo todo, até hospedagem em um servidor contratado pelo gestor da saúde (<http://smc19.herokuapp.com/>), com o cadastro das seguintes informações (ver imagens):

Sistema de monitoramento COVID-19

**Dados pessoais**

Nome completo

Nome da mãe

Data de nascimento    Sexo

Cartão do SUS    Número de telefone

Vacinado     Já precisou de oxigênio

**Endereço**

Endereço 1

Tipo    CEP

Logradouro    Número

Complemento

Bairro    Cidade    Quantidade de pessoas

Sistema de monitoramento COVID-19

Paciente\*

Confirmado

Sintomas

Tipo de sintoma\*

Cansaço

Intensidade\*

Leve

Data do surgimento

Apagar

Histórico de viagens

Ida

Volta

País

Apagar

Outras doenças

Tipo

Apagar

Sistema de monitoramento COVID-19

### Atendimentos

ID	Paciente	Foi confirmado?	Apresenta sintomas?	Viajou recentemente?	Apresenta comorbidades?
1	João Silva	não	não	não	não
2	paciente teste 1	sim	sim	não	sim
3	paciente teste 2	sim	sim	não	sim
4	paciente teste 1	não	sim	sim	sim
5	paciente teste 1	não	sim	sim	sim

A ferramenta está temporariamente hospedada num servidor gratuito com link provisório para fins de teste e demonstração. Pode haver interrupção do serviço a qualquer momento para atualizações e os dados cadastrados podem ser apagados durante as atualizações.

#### Funcionalidades esperadas para os próximos dias:

- Aperfeiçoar as informações coletadas no atendimento a partir do *feedback* das autoridades de saúde;
- Visualização geográfica (usando API de mapas online) dos endereços com casos suspeitos e confirmados;
- Gráfico de evolução dos casos cadastrados (confirmados e suspeitos);
- Visualização da demanda nos locais de atendimento (Hospitais, UPAs, Postos, etc) quanto a quantidade de atendimentos.

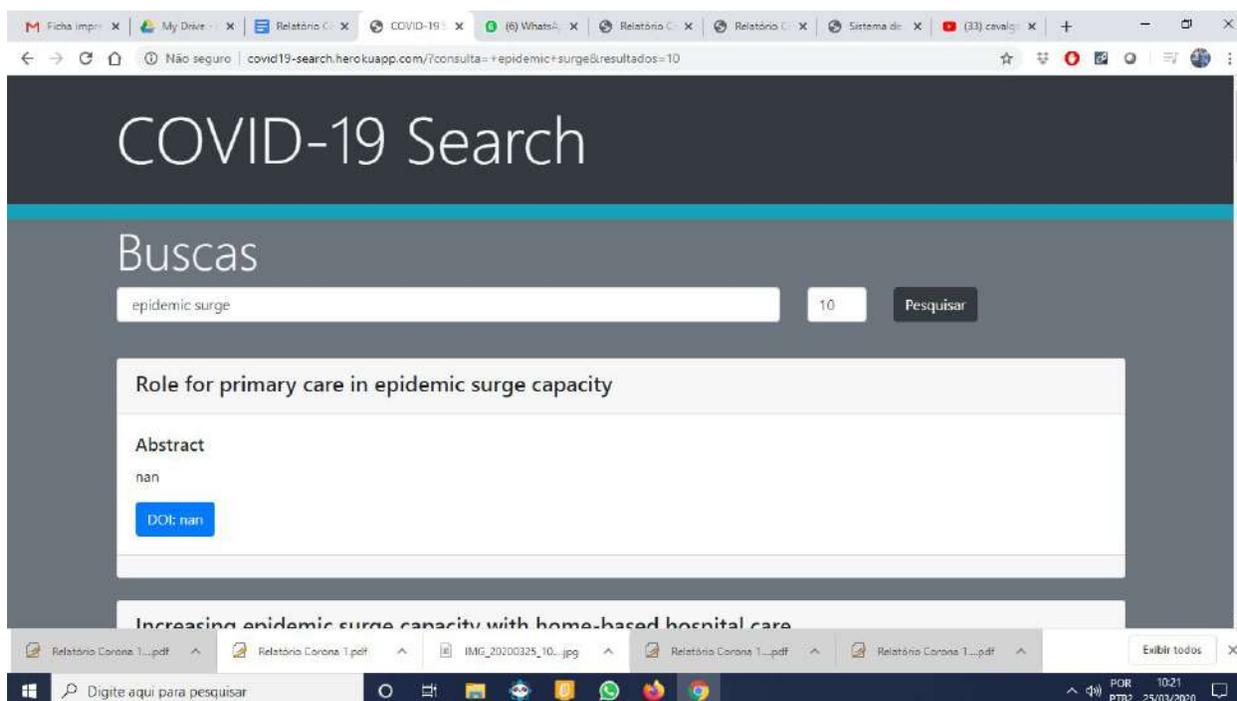
**ATIVIDADE 2:** Base de consulta de artigos sobre o SARS-CoV-2 e a COVID-19

**Responsável:** Prof. Krerley Oliveira (UFAL)

**Início:** 24/03/20

**Objetivo:** Oferecer uma ferramenta de consulta para cientistas e profissionais da saúde usando inteligência artificial da base de 44.000 artigos sobre a COVID-19 disponibilizados pela Casa Branca na plataforma kaggle (<https://www.kaggle.com/tags/covid19>) .

**Situação em 25/03/20:** Software pronto. Acesso em <http://covid19-search.herokuapp.com/>. Segue um print da tela



**ATIVIDADE 3:** Especialista virtual inteligente para apoio aos profissionais de saúde

**Responsável:** Prof. Thales Vieira (UFAL)

**Início:** 24/03/20

**Objetivo:** Atender a demanda do HU/UFAL para uma ferramenta de atendimento e treinamento dos profissionais de saúde sobre COVID-19. O app permite que o profissional faça perguntas à equipe do HU (ou outros hospitais cadastrados). O software interpreta a pergunta e a classifica dentro de uma base de perguntas já cadastradas, com respostas prontas validadas por um gestor do HU, que são posteriormente enviadas ao profissional. Novas perguntas são enviadas para a equipe do HU, que gerará uma nova resposta a ser incorporada na base de conhecimento pré-cadastrada pelo HU. Pode ser usado em conjunção com a Atividade 2.

**Situação em 26/03/20:** Plataforma preliminar em teste em <https://prc19.herokuapp.com/>. Aguardando a base de conhecimento do HU.

**Atividade 4: Impressão de Máscaras N95 e Face Shields**

**Responsável:** Prof. Krerley Oliveira (UFAL)

**Início:** 23/03/20

**Objetivo:** Imprimir com impressoras 3d face shields e máscaras N95.

**Situação em 25/03:** Foram testados e aprimorados 3 modelos máscaras N95 e 2 de face shields para validação, considerando os novos padrões anvisa e limitações do mercado alagoano. Os modelos foram impressos e enviados para validação junto ao setor responsável por bio segurança da Santa Casa e do Sanatório em 25/03.

Foram contactadas algumas escolas para tentar “juntar” impressoras, além da que temos.

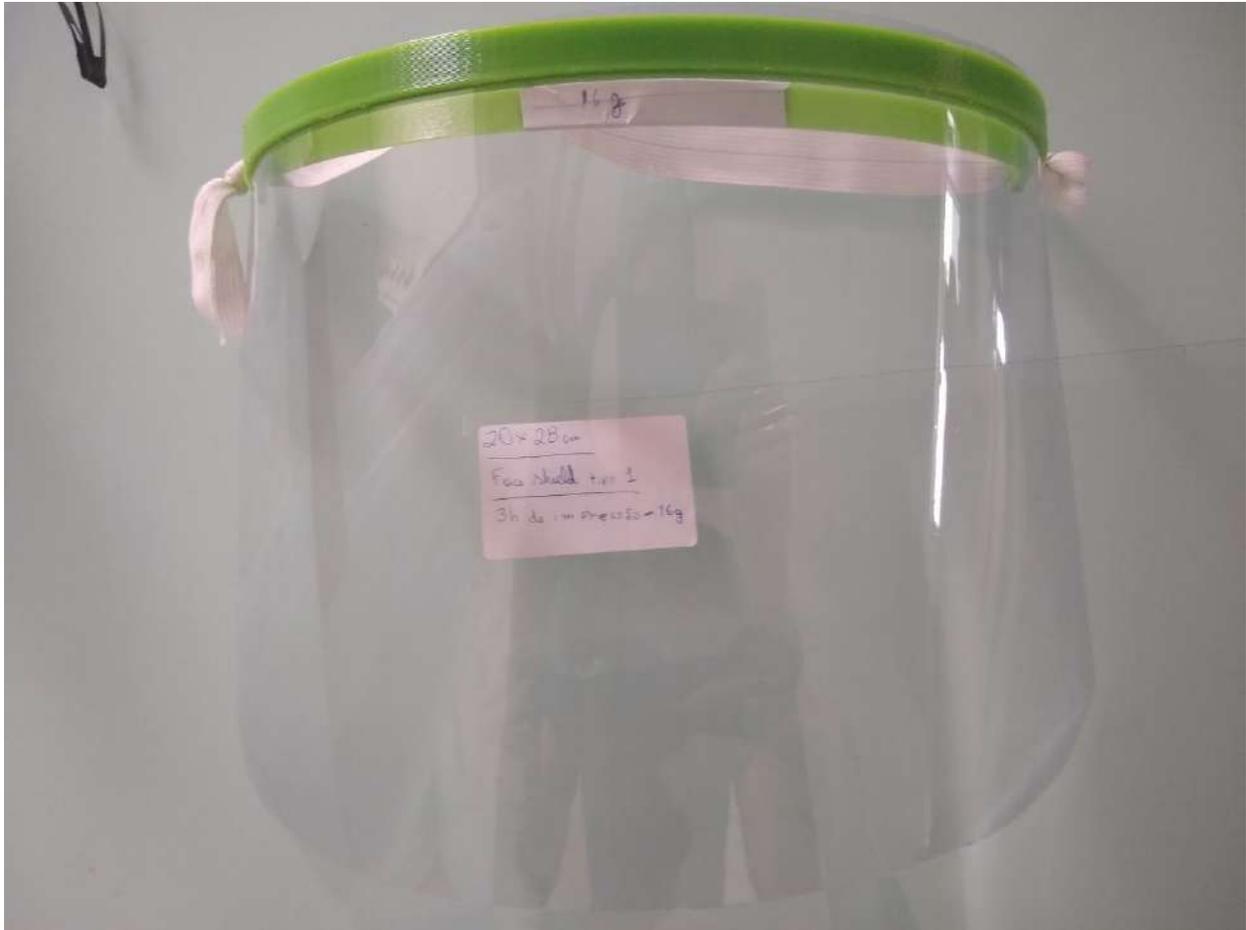
Máscara 1 - PLA, 4 horas de impressão com 28g de material. Tampa de encaixe.

Máscara 2 - PLA, 6h de impressão com 60g de material. Tampa rosqueada.

Máscara 3 - PLA, 4h de impressão com 32g de material. Tampa rosqueada.

Faceshield 1 - PLA, 3h de impressão com 16g de material. Acetato frontal de 20x28 cm

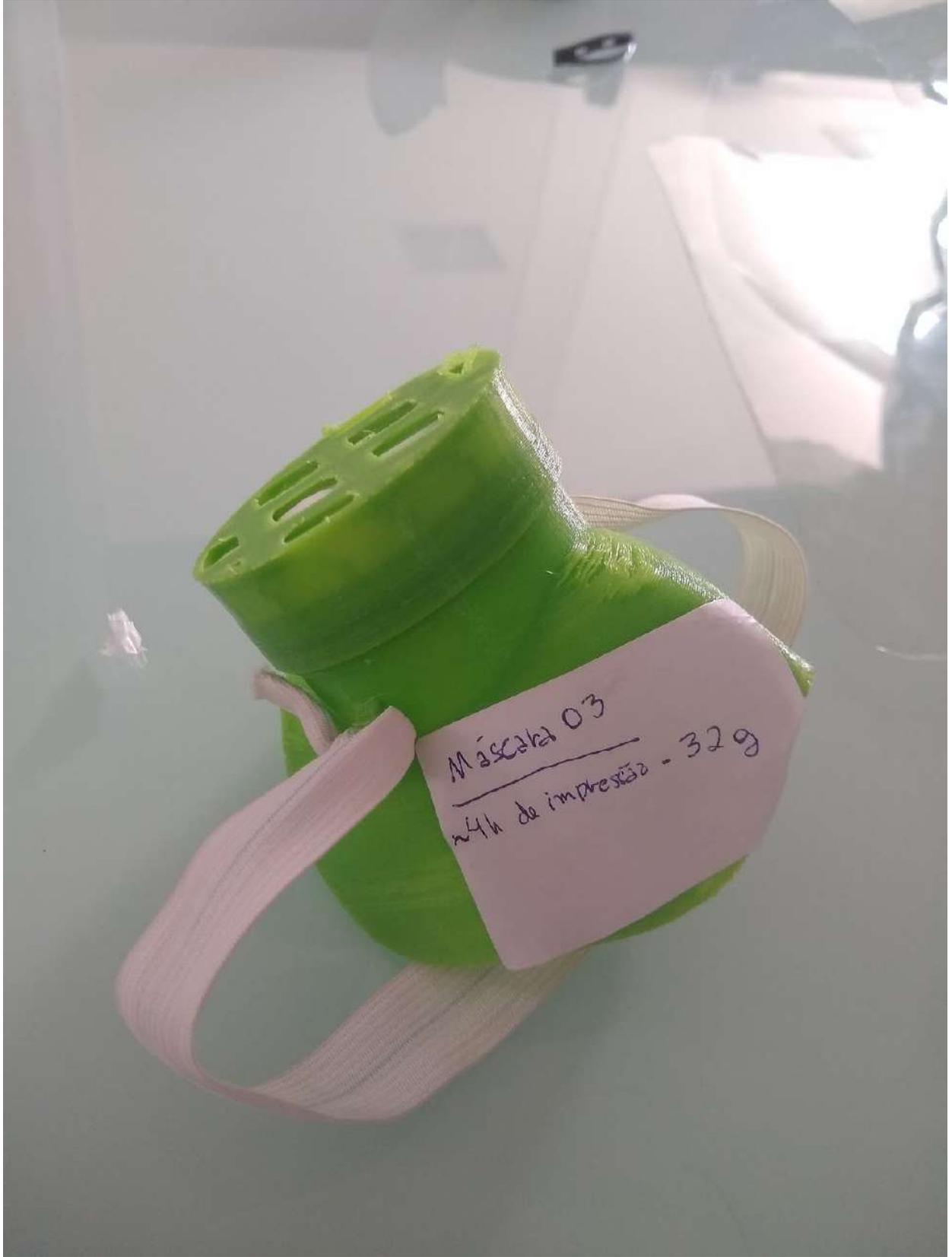
Face Shield 2 - PLA, 7 horas de impressão com 44 g de material.







Máscara 01  
~ 4h impressão - 28g



Măscuță 03

~4h de impresiă - 32g





**Atividade 5:** Impressão de Ventilador Mecânico

**Responsável:** Prof. Krerley Oliveira (UFAL)

**Início:** 25/03/20

**Objetivo:** Imprimir com impressoras 3d um ventilador mecânico.

**Situação em 25/03:** estamos estudando as possibilidades e projetos existentes, para poder juntar componentes para que **quando houver definição de padrões por órgãos competentes**, possamos **tentar** produzir. Podemos também ajudar na adaptação da duplicação da capacidade de ventiladores existentes.