

Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



3º relatório - 02 de abril 2020

Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 nos estados brasileiros e avaliação da vulnerabilidade socioeconômica nos municípios

Núcleo de Métodos Analíticos para Vigilância em Epidemiologia do PROCC/Fiocruz e EMap/FGV¹, e colaboradores

Esse relatório atualiza a análise do risco de disseminação da COVID-19 para os municípios brasileiros decorrente da presença de transmissão sustentada em sete centros urbanos: Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Fortaleza, Brasília e Manaus. Faz também a identificação dos municípios com alta vulnerabilidade social, e maior contingente de população idosa. A combinação de um alto risco de introdução com alta vulnerabilidade constitui em situação de alerta máximo.

Faz parte deste relatório, um conjunto de documentos que descreve a situação específica de cada unidade da federação. Ver: <http://covid-19.procc.fiocruz.br/>.

O que há de novo em relação ao relatório anterior.

- Atualização do mapa de probabilidade de disseminação territorial do COVID-19.
- Mapeamento de áreas de alta vulnerabilidade social a nível municipal que estão expostas ao COVID-19.
- Estimativas de tempo ganho (oportunidade para ação) decorrente da redução da mobilidade intermunicipal e distanciamento social para cada município.

¹ **Núcleo de Métodos Analíticos para Vigilância em Saúde Pública (PROCC/Fiocruz e EMap/FGV):** Cláudia T Codeço¹, Daniel Villela¹, Flávio Coelho², Leonardo S Bastos^{1,3}, Luiz Max Carvalho², Marcelo F C Gomes^{1*}, Oswaldo G Cruz¹, Raquel M Lana¹

¹ Fiocruz, Programa de Computação Científica, Rio de Janeiro, Brasil

² Escola de Matemática Aplicada, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, Brasil

³ London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido

*contato: marcelo.gomes@fiocruz.br

Site: <http://covid-19.procc.fiocruz.br/>

Colaboradores externos: Alessandro Vespignani⁴, Ana Pastore y Piontti⁴, Jessica T Davis⁴

⁴ Laboratory for the Modeling of Biological and Socio-technical Systems, Northeastern University, Boston, EUA.

As principais observações são:

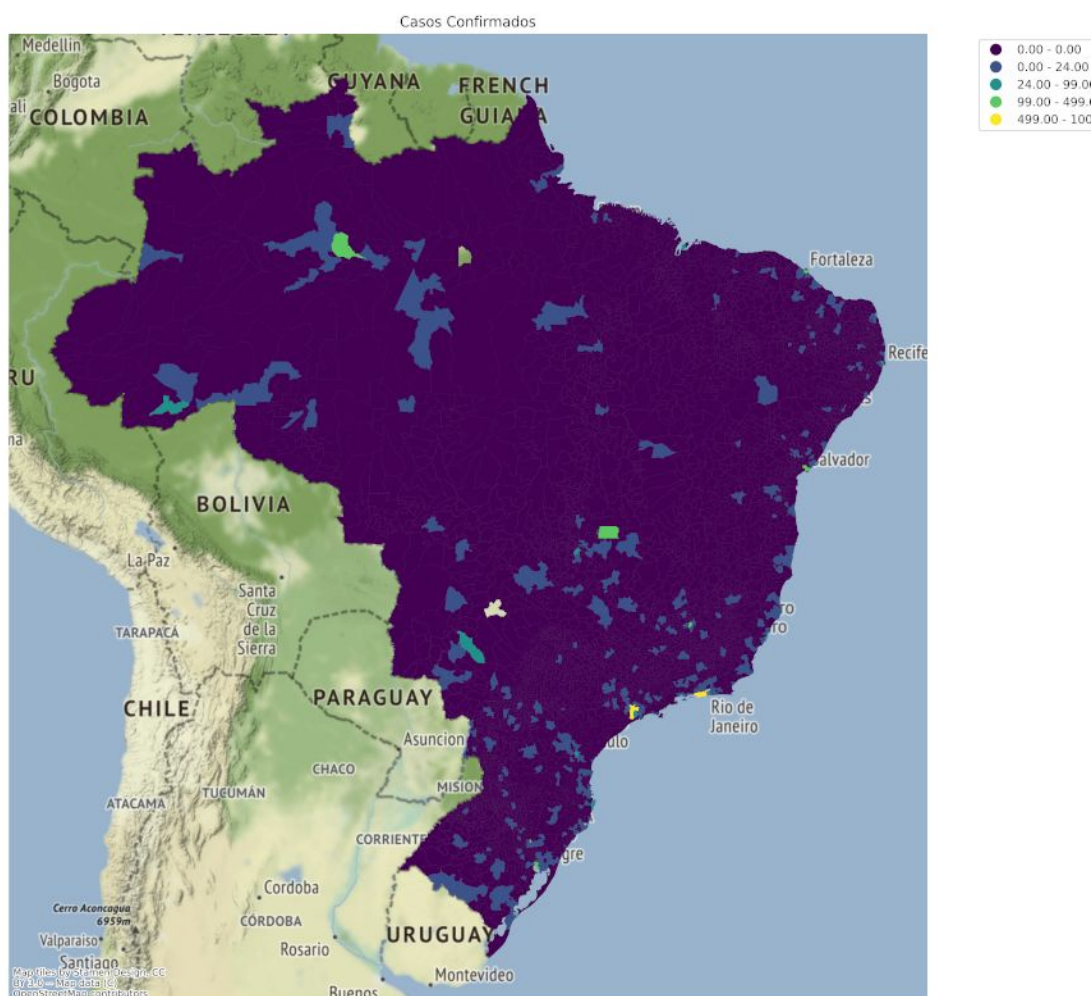
1. Os focos atuais de atividade comprovada de COVID-19 no país são as capitais e municípios adjacentes dos estados da região sudeste e sul. No Nordeste, principalmente em Fortaleza e Salvador e suas áreas de influência, além do litoral sul da Bahia. No Norte, principalmente em Manaus e os municípios a jusante no Rio Amazonas.
2. Todas as capitais estaduais e o DF têm grande probabilidade de acumular casos graves no curto prazo, por ter uma vulnerabilidade geográfica alta para importação de casos, e um contingente grande de população idosa. Em sua maioria, apresentam insuficiência na disponibilidade de leitos hospitalares, respiradores.
3. Os estados com maior probabilidade de interiorização da epidemia para municípios vizinhos são: AM, BA, CE, GO, MG, PR, RJ, SC, SP.
4. Atualmente, os estados com aumento exponencial de casos são: AM, BA, ES, GO, MA, MG, MS, PR, RJ, RS, SP. Alguns desses estados (MG, PR, RJ) apresentavam um padrão exponencial no início que agora alcançou um plateau com um número aproximadamente constante de novos casos notificados por dia. Isso pode ser um reflexo de limitação na velocidade de realização de testes.
5. Alguns estados apresentam padrão episódico de notificação de casos, isso é, sem padrão que sugira transmissão sustentada: AP, MT, PI, SE, TO, RO, RR. É preciso verificar se trata-se de uma baixa atividade de COVID-19 ou se é um problema de baixa testagem.
6. Alguns estados apresentam uma taxa de notificação diária aproximadamente constante: AC, AL, CE, PA, PE, SC. É preciso verificar se há saturação ou falha no processo de testagem.
7. A redução do fluxo intermunicipal só apresenta impacto significativo na disseminação para outras regiões se acompanhada de redução do contato entre indivíduos dentro de cada município, como medidas de distância social. Se adotadas de maneira independente, ações locais se mostram mais relevantes que redução de fluxos intermunicipais.

Situação atual. Até o dia 30 de março, foram notificados 4.653 casos confirmados, representando um aumento de 142% em relação ao notificado a sete dias atrás. Foram confirmados 164 óbitos, um aumento de 380% em relação a mesma data².

Retrospectivamente, o primeiro caso importado da COVID-19 foi confirmado no Brasil em 26 de fevereiro de 2020 (semana epidemiológica 09-2020), na cidade de São Paulo (2), após 2 meses do alerta emitido pela China. Estamos na quinta semana após esse evento.

² Número de casos reportados pode variar entre fontes distintas em função do horário utilizado para fechamento do relatório diário.

Do total de municípios brasileiros, 366 (6,5%) reportaram pelo menos 1 caso de COVID-19 (**Mapa 1**). Desses, 23 reportaram pelo menos 25 casos (6.2%) e 8 reportaram mais de 100 casos. Além de São Paulo e Rio de Janeiro, inclui-se nesse grupo: Belo Horizonte, Brasília, Porto Alegre, Salvador, Fortaleza e Manaus. O padrão de espalhamento para essas capitais foi coerente com o previsto pela disseminação por malha aérea nacional.

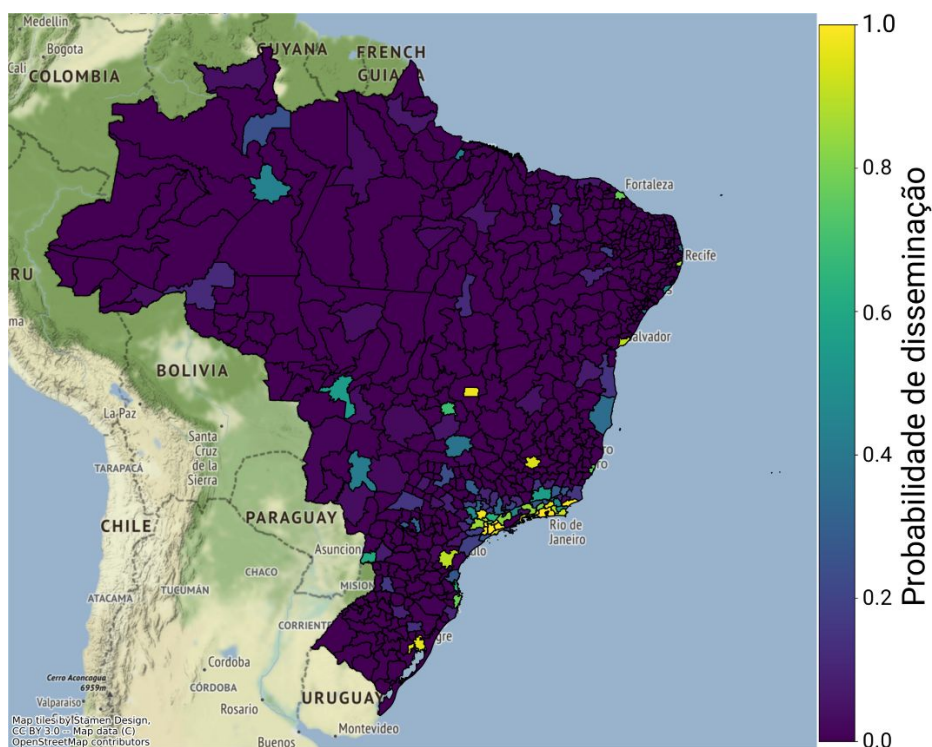


Mapa 1. Casos confirmados de COVID-19 por município até 30 de março (Fonte: <https://brasil.io/dataset/covid19/caso>).

Comparação do cenário atual de disseminação com o previsto em 23 de março

O relatório 2, publicado em 23 de março, avaliou o padrão de disseminação de COVID-19 a partir dos pontos iniciais de atividade do vírus, São Paulo e Rio de Janeiro (**Mapa 2**). As capitais estaduais das regiões Sul e Sudeste apresentavam grande probabilidade de acumular casos graves no curto prazo devido ao alto percentual de população de risco e alta conectividade com SP e RJ. Brasília, Recife e Salvador também se encontravam neste quadro. Além dessas, esperava-se a propagação dentro dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo e litoral catarinense.

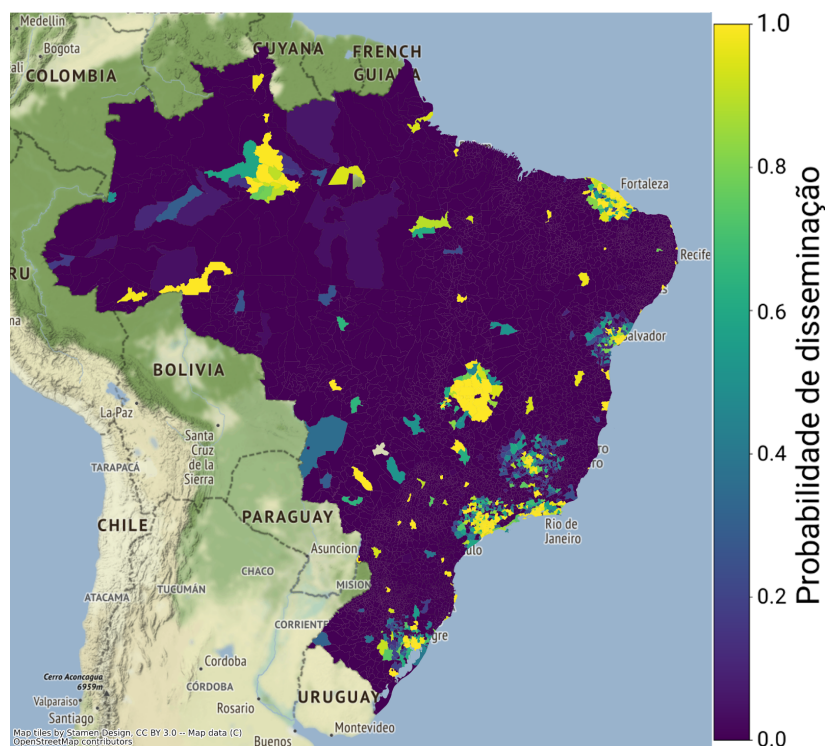
Conforme previsto, houve um processo de disseminação para as capitais maiores do país. Além dessas, a região do litoral catarinense tem vários municípios com pelo menos 10 casos confirmados, o que requer atenção. A região metropolitana de São Paulo e o eixo para Campinas atualmente apresenta vários municípios com pelo menos 10 casos. No Rio de Janeiro, era prevista a disseminação para a região metropolitana, serrana e litoral norte. Atualmente, além da capital, apenas Niterói e Volta Redonda reportaram mais de 10 casos.



Mapa 2. Probabilidade de instalação de transmissão sustentada de COVID-19 em microrregiões brasileiras **predita em 23 de março** a partir da exportação de casos de São Paulo e Rio de Janeiro. Estimativa feita no cenário sem redução de mobilidade.

Previsão atualizada de padrão de disseminação do COVID-19

O **Mapa 3** mostra o padrão previsto de disseminação de COVID-19 dentro do país a partir da instalação da transmissão sustentada em sete cidades brasileiras que concentram o maior número de casos no país até a presente data. Além da análise a nível nacional, apresentamos relatórios específicos para cada estado (<http://covid-19.procc.fiocruz.br/>).



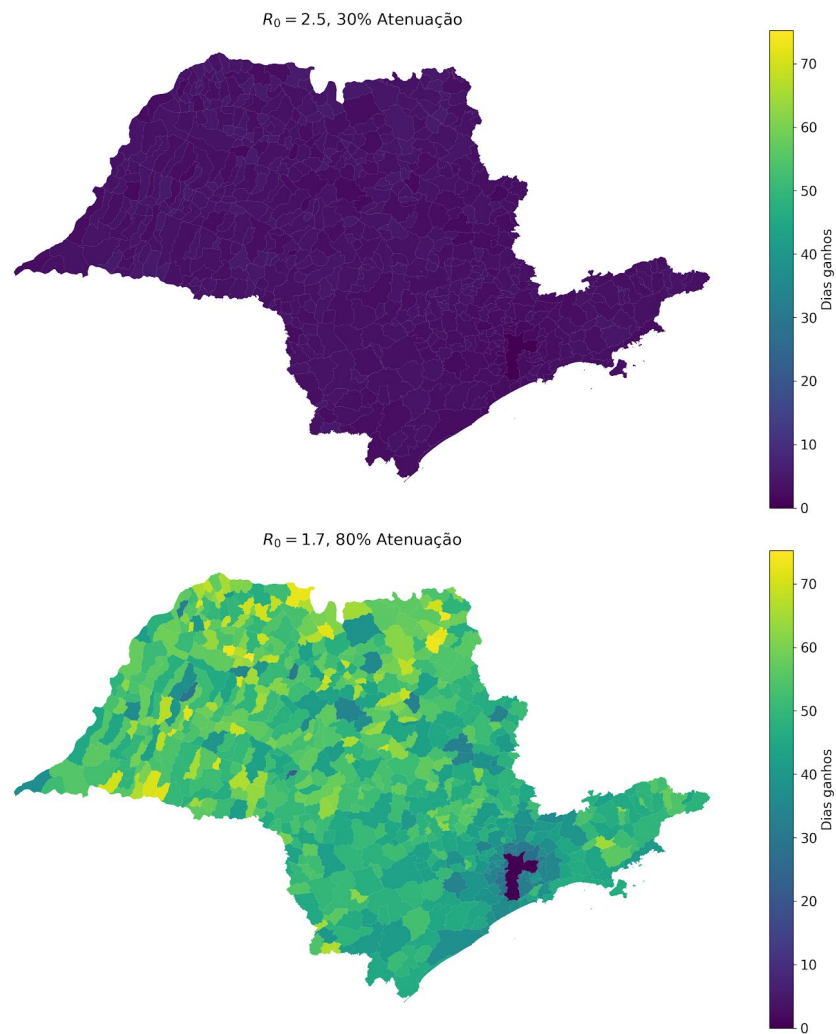
Mapa 3. Probabilidade de instalação de transmissão sustentada de COVID-19 em municípios brasileiros a partir da exportação de casos de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte, Porto Alegre, Fortaleza e Manaus. Estimativa feita no cenário sem redução de mobilidade.

Observa-se o potencial alto de disseminação para as capitais menos populosas (como Teresina, Maceió, Aracajú, Palmas, Rio Branco, Porto Velho, entre outras), além da interiorização nos estados da região sudeste. No nordeste, o Ceará aparece como importante epicentro.

Efeito do distanciamento social

Para cada município brasileiro, foi calculado o efeito do distanciamento social e redução do fluxo intermunicipal no atraso da epidemia. O **Mapa 4** exemplifica o resultado para o estado de São Paulo. A atenuação de 30% no fluxo intermunicipal resulta num ganho de cerca de uma semana em todo o estado. Uma maior atenuação de fluxo (80%) acrescida de esforço de

distanciamento social é muito eficiente para atrasar a propagação do COVID-19 para o restante do estado por mais de um mês.



Mapa 4. Efeito esperado de medidas de redução de mobilidade e distanciamento social no retardo da chegada e instalação de transmissão de COVID-19 em cada município de São Paulo. (A) dias ganhos ao reduzir em 30% o fluxo intermunicipal, sem distanciamento social (B) dias ganhos ao reduzir em 80% o fluxo intermunicipal e distanciamento social.

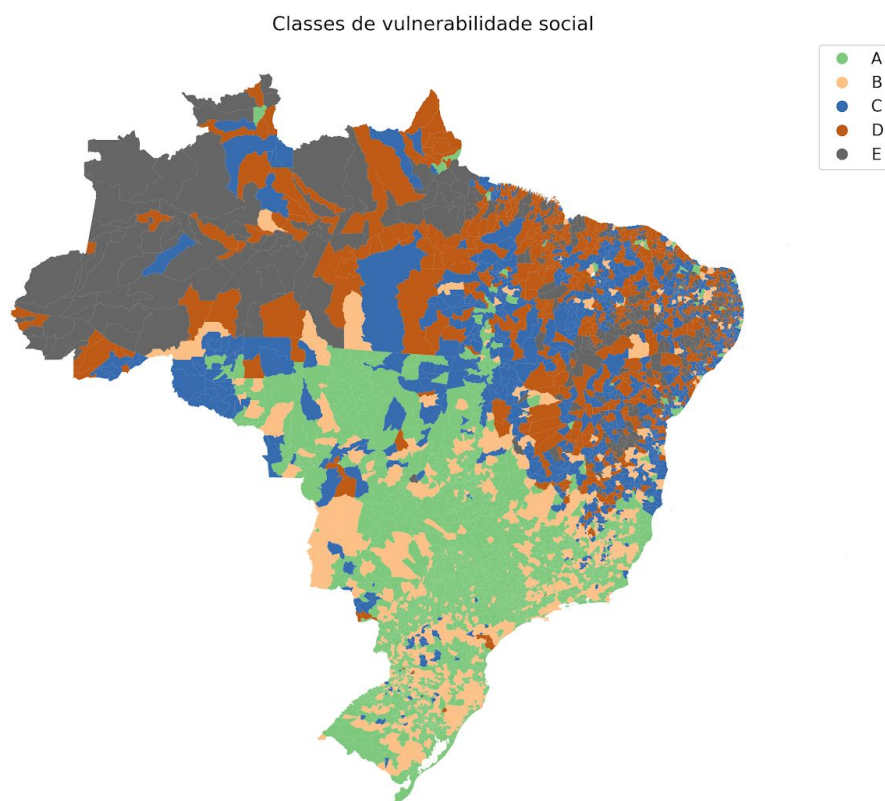
Indicadores de vulnerabilidade

Foi feita uma classificação mais detalhada de indicadores sociais a nível municipal, mantendo a mesma ordenação anterior, de A (menos vulnerável) a D-E (mais vulnerável) (**Mapa 5**). Essa classificação levou em consideração as seguintes variáveis: expectativa de vida ao nascer, índice de GINI, componente de escolaridade do IDH (IDHedu), % população vivendo em situação de extrema pobreza, % população vivendo em área urbana, % de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, % de domicílio com água encanada, % de domicílio sem energia elétrica. A descrição das classes resultantes está no **Quadro 1**.

Quadro 1. Descrição das classes de vulnerabilidade social dos municípios brasileiros

Classe	Descrição
A	Predominantemente urbano, com expectativa de vida acima da média, comparativamente menor desigualdade, menor população vivendo em extrema pobreza, melhor acesso aos serviços de abastecimento de água e esgoto, e maior escolaridade média. Nessa categoria está a maioria das capitais estaduais.
B	Muito semelhante a A na expectativa de vida. Ainda mais urbano, mas com mais população vivendo em extrema pobreza (média de 5 %). Os índices de desigualdade e a infraestrutura são piores em comparação com A, mas ainda acima da média.
C	Mistura ou populações urbanas e rurais. Em comparação com A e B, eles têm uma expectativa de vida significativamente menor, pobreza significativamente alta e menos infraestrutura. São as áreas mais urbanizadas da região Nordeste, principalmente.
D	Predominância de populações rurais, alta desigualdade, baixo IDHedu, baixo acesso a serviços de água e esgoto, mas com acesso a eletricidade. Eles estão localizados principalmente na área seca do bioma Caatinga, no Nordeste e alguns municípios do Norte..
E	Regiões predominantemente rurais na Amazônia. IDH edu baixo, acesso precário à água tratada, disposição de esgoto e eletricidade.

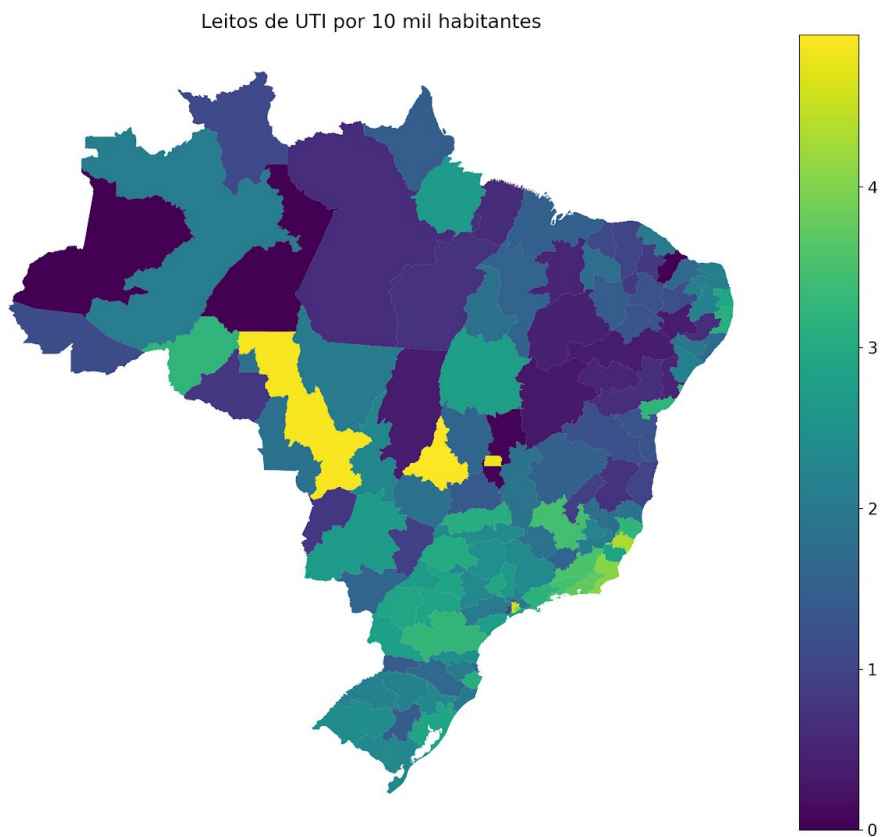
Os municípios das classes C, D e E são os mais vulneráveis. Eles estão localizados principalmente nas regiões Nordeste e Norte. Como esperado, maior expectativa de vida está associada a melhores condições de vida, concentradas significativamente na parte sul do país.



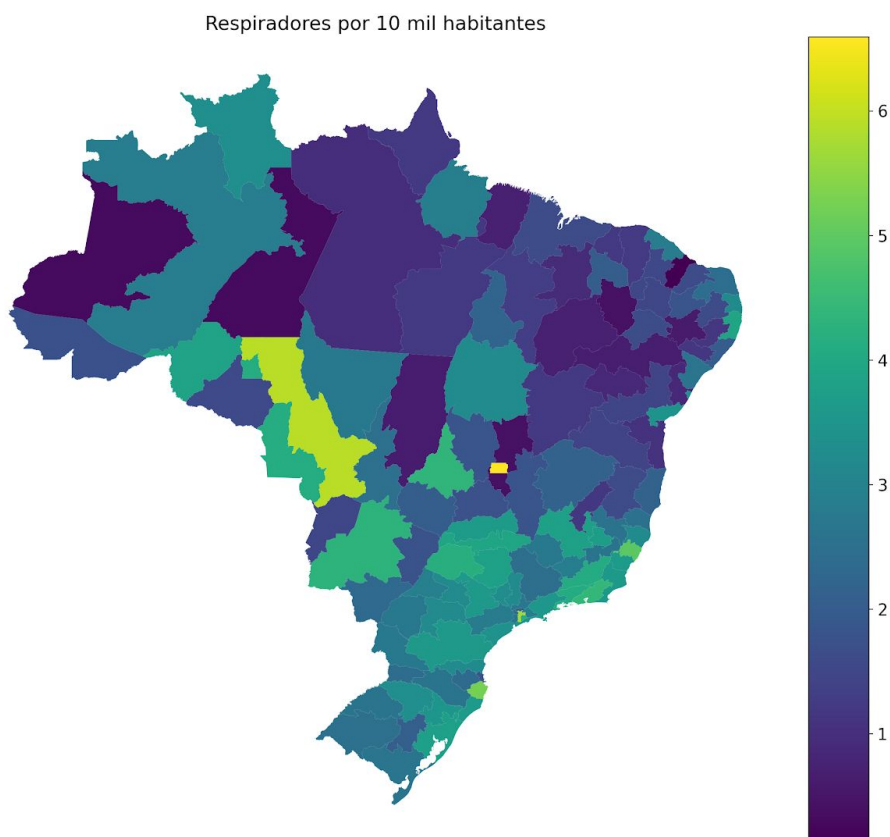
Mapa 5. Classificação dos municípios em vulnerabilidade social: A e B são os municípios com melhores índices. C-D-E tem alta vulnerabilidade social.

Distribuição de leitos de UTI e respiradores por macrorregião de saúde

Foi calculada a distribuição da oferta de leitos de UTI e respiradores por macrorregião de Saúde (**Mapas 6 e 7**). São dados coletados anteriormente às estratégias de ampliação de oferta em implementação em várias partes do país.



Mapa 6. Indicador de número de leitos de UTI por 10.000 habitantes em cada macrorregião de saúde (Fonte dos dados: Secretaria de Atenção Especializada à Saúde SAES / MS).



Mapa 7. Indicador de número de respiradores por 10.000 habitantes em cada macrorregião de saúde (Fonte dos dados: Secretaria de Atenção Especializada à Saúde SAES / MS).

Métodos

Distância efetiva para importação de casos: mesma metodologia descrita no Relatório 1.

Probabilidade de epidemia: mesma metodologia descrita no Relatório 1. Utilizamos o valor $R_0 = 2.5$ e dados de incidência reportados até a semana 30/3 no Rio de Janeiro, São Paulo, Brasília, Porto Alegre, Manaus, Fortaleza, Belo Horizonte. Deve-se notar que esse é um cenário *baseline*, pois não leva em consideração as intervenções em curso, nem efeitos demográficos e ambientais que possam afetar o valor de R_0 .

Percentual de população acima de 60 anos: mesma metodologia do Relatório 1, porém calculado por município.

Leitos hospitalares para internação por 10.000 habitantes e por habitantes com 60 anos ou mais: para o cálculo de leitos hospitalares de internação foi somado os leitos clínicos e leitos de isolamento por macrorregião de saúde divididos pelo total da população multiplicado por 10.000 habitantes. Para o obter o indicar por habitantes com 60 anos ou mais, considerou-se no denominador a projeção dessa população para 2020.

Leitos hospitalares de UTI por 10.000 habitantes e por habitantes com 60 anos ou mais: para o cálculo do indicador, o número de leitos de UTI por macrorregião de saúde foi dividido pelo total da população multiplicado por 10.000 habitantes. Para obter o indicador por habitantes com 60 anos ou mais, considerou-se no denominador a projeção dessa população para 2020.

Respiradores por 10.000 habitantes: para o cálculo do indicador, o número de respiradores em uso por macrorregião de saúde foi dividido pelo total da população multiplicado por 10.000 habitantes.

Tomógrafos por 10.000 habitantes: para o cálculo do indicador, o número de tomógrafos em uso por macrorregião de saúde foi dividido pelo total da população multiplicado por 10.000 habitantes.

Análise de cluster: mesma metodologia do Relatório 2, porém calculado por município.

Limitações

- Fatores de sazonalidade da malha aérea, bem como diminuição no fluxo aéreo em decorrência da atual emergência sanitária podem gerar alterações que levem ao aumento da distância efetiva, porém não devem impactar significativamente o ranking apresentado.
- Projeções de população por faixa etária valem-se das taxas de crescimento e morte entre os censos de 2000 e 2010 para cálculo de crescimento populacional por faixa etária entre 2010-2020. Tais medidas podem sofrer com mudanças nesses parâmetros no período analisado.
- Dados de fluxo terrestre foi retirado do censo de 2010.
- Dados de notificação não refletem a atividade real da COVID-19 uma vez que existe insuficiência de exames e retardos na produção de resultados laboratoriais.

Como citar

Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 nos estados brasileiros e avaliação da vulnerabilidade socioeconômica nos municípios. Relatório no 3 do Grupo de Métodos Analíticos de Vigilância Epidemiológica (MAVE), PROCC/Fiocruz e EMap/FGV, 2 de abril de 2020, <http://covid-19.procc.fiocruz.br/>