

2º relatório - 23 março 2020 (atualizado em 25 de março de 2020).

Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 no Brasil e avaliação da vulnerabilidade socioeconômica nas microrregiões brasileiras

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

Resumo

Esse relatório atualiza a análise do risco de disseminação da COVID-19 para as microrregiões brasileiras decorrente da presença de transmissão sustentada nos dois maiores centros urbanos, Rio de Janeiro e São Paulo. Faz também a identificação de microrregiões 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.

Esses cenários foram construídos assumindo ausência de distanciamento social e restrição de viagem que entraram em vigor. Muitos municípios e unidades da federação acertadamente já iniciaram implementação de medidas de isolamento. Tais medidas contribuem para diminuir o risco que foi avaliado neste estudo. Foram incluídos também cenários de redução da mobilidade intermunicipal e interação social para avaliação de impacto.

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

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.

Os principais achados são:

1. Em função da alta conectividade aérea das capitais São Paulo e Rio de Janeiro, identifica-se alto potencial de rápida dispersão de casos originados de ambas, para outras capitais do país. São Paulo apresenta maior potencial de rápida dispersão para os demais estados. *Mesmo que já haja ocorrência de epidemias em determinados municípios, esta conectividade demonstra risco de novas importações de casos nestas microrregiões, que podem iniciar novos focos de transmissão.*
2. Os centros urbanos das regiões Sul e Sudeste têm grande probabilidade de acumular casos graves no curto prazo devido ao alto percentual de população de risco e alta conectividade com SP e RJ. Os centros urbanos de Brasília, Recife e Salvador também se encontram neste quadro.
3. Num segundo momento, prevê-se a disseminação do COVID-19 para a região litorânea entre Porto Alegre e Salvador, e várias microrregiões da Paraíba, Ceará e Pernambuco. Outras áreas com risco alto são as microrregiões no entorno de Cuiabá, Goiânia e Foz do Iguaçu.
4. 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.
5. O país foi estratificado em cinco classes de vulnerabilidade social para facilitar a definição de estratégias mais precisas de enfrentamento. As microrregiões com maior vulnerabilidade estão nas regiões norte e nordeste. Ações de mitigação que se adequem a essas realidades terão maior chance de sucesso.
6. Listamos as microrregiões que possuem alto risco de epidemia a curto prazo e alta vulnerabilidade social para ações imediatas. Elas se concentram no estado do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Bahia.

Introdução

Este relatório analisa o risco de disseminação de COVID-19 dentro do país a partir de Rio de Janeiro e São Paulo, que concentram o maior número de casos no país até a presente data. Exportação de casos através da malha aérea internacional e comutação entre municípios vizinhos deve seguir tendo papel importante no futuro próximo nas regiões alimentadas pelos principais aeroportos internacionais. No entanto, com as crescentes medidas de restrição de deslocamento nos países mais afetados bem como potencial aumento de controle sanitário em relação aos passageiros de voos internacionais, o número de casos importados internacionalmente tende a diminuir sua relevância frente aos casos decorrentes de transmissão comunitária sustentada na ausência de ações de mitigação efetivas. Em função disso, analisar as rotas potenciais a partir das duas maiores cidades, que são também os

principais *hubs* de mobilidade no país, torna-se de fundamental relevância para tomada de decisão por parte das autoridades de saúde pública.

Situação atual. Até o dia 23 de março, foram notificados 1,924 casos confirmados, 34 óbitos e 2 casos recuperados no país (1)². Retrospectivamente, o primeiro caso importado da COVID-19 foi confirmado no Brasil em 26 de fevereiro de 2020, na cidade de São Paulo (2), após 2 meses do alerta emitido pela China.

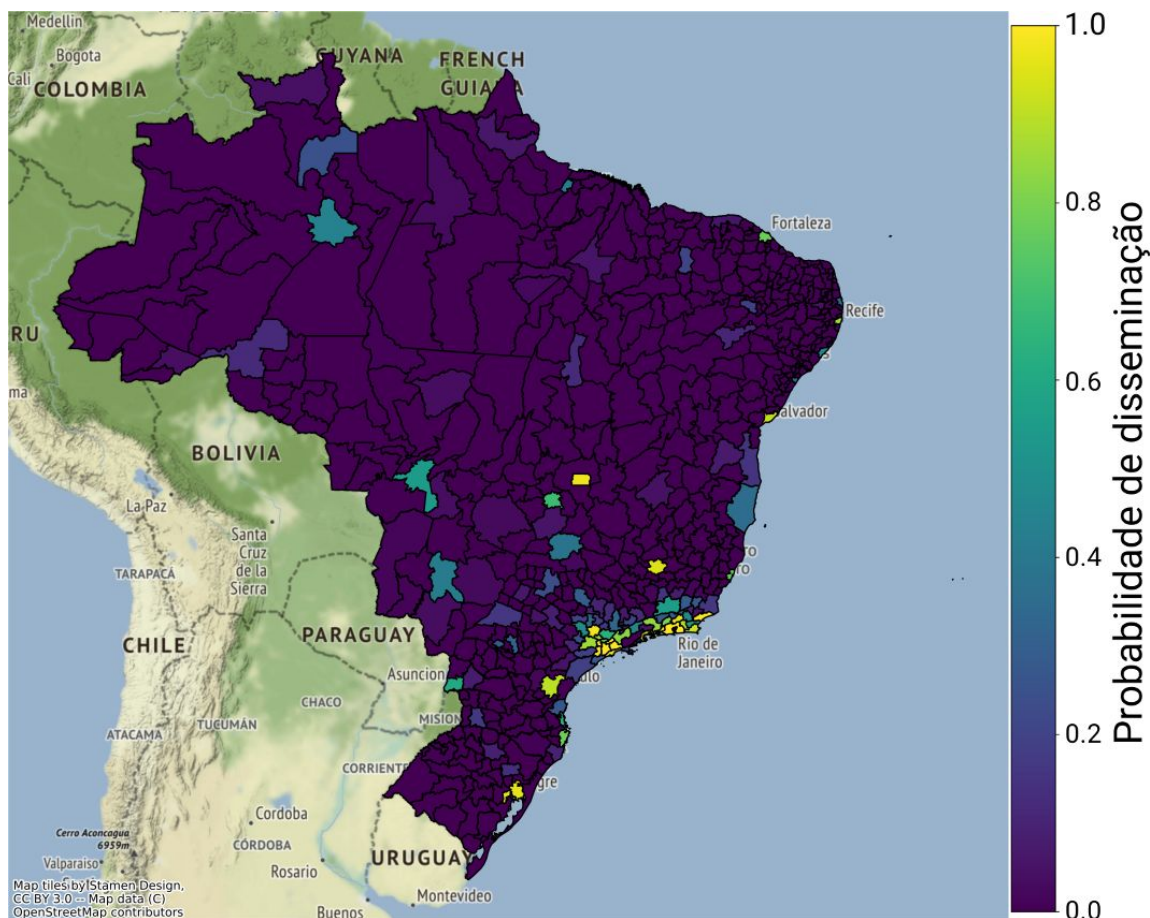
O que há de novo em relação ao relatório anterior.

- Classificação e mapeamento de áreas de alta vulnerabilidade social que estão expostas ao COVID-19 caso ações eficazes de proteção não sejam tomadas.
- Estimativa de oportunidade para ação em cenários de intervenção na mobilidade intermunicipal e redução do contato pessoal dentro dos municípios.
- Identificação de microrregiões com perigo iminente dada à conectividade com os grandes centros urbanos e a alta vulnerabilidade social.

Resultados

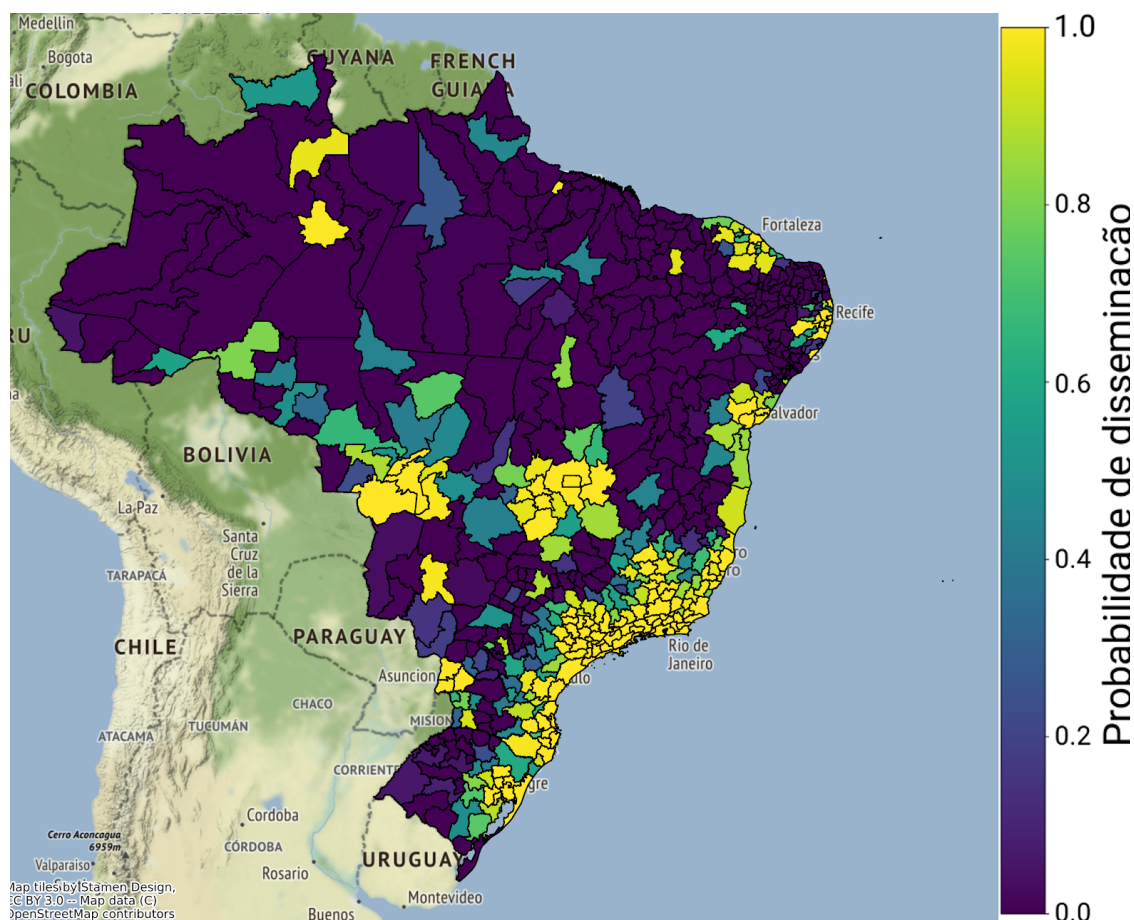
Potencial de espalhamento de COVID-19 no país a partir de Rio e São Paulo. A partir da instalação de transmissão sustentada e alta incidência no Rio e São Paulo, exportação de casos para o restante do país deverá seguir o padrão de mobilidade interna (somada à importação de casos provenientes do exterior). O potencial de exportação de São Paulo é muito maior do que do Rio de Janeiro, *em situações normais de fluxo aéreo (Relatório 1)*. As microrregiões mais prováveis de instalação de transmissão sustentada de COVID-19 são as microrregiões que fazem fronteira com as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, bem como as capitais estaduais, dentre elas: Belo Horizonte, Vitória, Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, Brasília, Recife e Salvador (**Mapa 1**).

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



Mapa 1. Probabilidade de instalação de transmissão sustentada de COVID-19 em microrregiões brasileiras a partir da exportação de casos de São Paulo e Rio de Janeiro, estando essas duas cidades com transmissão sustentada. Estimativa feita no cenário sem redução de mobilidade.

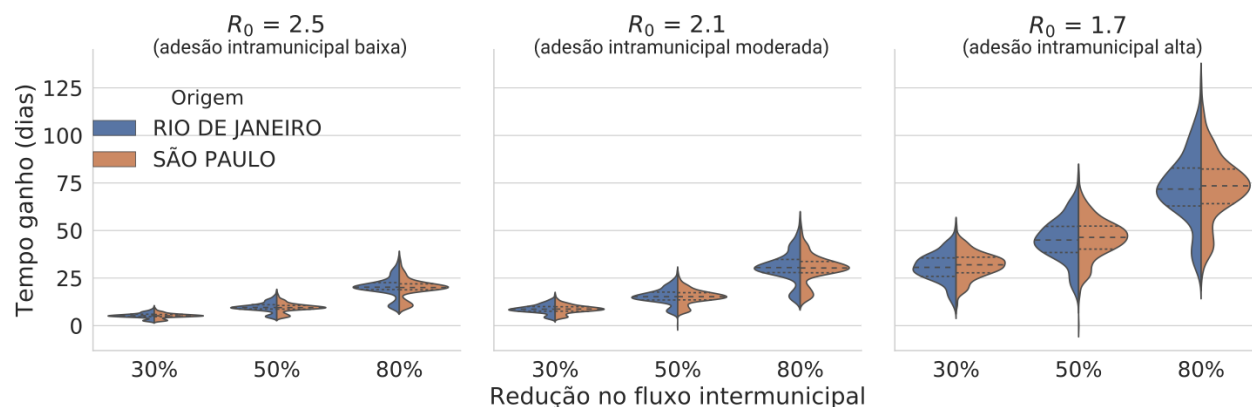
Potencial de espalhamento de COVID-19 no país em uma segunda onda após instalação nas áreas mais expostas do mapa 1. O Mapa 2 mostra a probabilidade de surto em uma rodada secundária de propagação, após o estabelecimento de transmissão nas microrregiões de maior risco (probabilidade > 0,5) acima mencionadas. Nesse segundo momento, o estabelecimento da transmissão COVID-19 é muito provável na maioria das microrregiões do litoral, de Porto Alegre a Salvador. Outras áreas de alto risco são as áreas vizinhas de Recife e Fortaleza, no nordeste, áreas vizinhas de Foz do Iguaçu, Paraná, e nas áreas vizinhas de Cuiabá, Brasília e Goiânia, no Centro-Oeste.



Mapa 2. Probabilidade de instalação de transmissão sustentada de COVID-19 em microrregiões brasileiras após instalação da epidemia nas microrregiões mais prováveis do **mapa 1**. Estimativa feita no cenário sem redução de mobilidade.

Tempo até disseminação em cenários de mitigação. Recomendações de redução do fluxo de pessoas entre municípios e distância social tem impactos distintos na velocidade de disseminação do vírus a partir de um foco específico. Para as cenários apresentados, utilizamos 8 dias como período de infecção típico, e adoção de redução do fluxo intermunicipal em 0% (fluxo inalterado), 30%, 50% e 80%. Em termos de adoção de medidas de distância social em cada município, supomos efeitos que mantém R_0 em 2,5 (taxa de interação diária inalterada), 2,1 (16% de redução), e 1,7 (32% de redução). Calculamos a estimativa de tempo até disseminação para cada microrregião a partir de caso índice nas microrregiões de São Paulo e Rio de Janeiro, separadamente. Vemos que, para termos ganho de tempo para ação significativo nas demais microrregiões, é necessária a combinação das duas ações (**Painel 1**), sendo a principal contribuição advinda da adoção de medidas de distância social locais (que equivalem a redução de R_0). Apenas redução no fluxo intermunicipal não gera impacto significativo. Quando mais larga a distribuição, maior o intervalo de tempo entre a disseminação

do vírus para microrregiões distintas, resultando em maior tempo para ação em cada localidade.



Painel 1. Distribuição do aumento do tempo, em dias, até estabelecimento do COVID-19 nas microrregiões do país desde o início do surto na região metropolitana do Rio de Janeiro (azul) ou São Paulo (laranja), considerando os seguintes cenários de combinação entre redução da mobilidade intermunicipal (em 30%, 50% e 80%) e adesão às recomendações de distância social e isolamento dentro de cada município de residência (redução da mobilidade intramunicipal): baixa adesão às recomendações (esquerda), adesão moderada (centro), alta adesão (direita).

Indicadores de vulnerabilidade

População com mais de 60 anos. Os centros urbanos das regiões Sul e Sudeste apresentam alto percentual de população acima de 60 anos (**Mapa 3A**), que constituem as principais populações de risco, e baixa distância efetiva de São Paulo e Rio de Janeiro. Portanto, são as regiões mais propensas a acumular casos graves no curto prazo. Essas são regiões que historicamente apresentam maior carga de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG).

Distribuição de leitos hospitalares. Observa-se uma leve tendência de maior número de leitos complementares (UTI e unidade intermediária) em microrregiões próximas de São Paulo e Rio de Janeiro (**Mapa 3B**), o que sugere uma melhor cobertura nos grandes centros urbanos da região Sudeste e Sul. Ainda assim, a maioria das microrregiões apresenta menos de 4 leitos complementares por 10 mil habitantes, um quantitativo baixo, além de uma grande heterogeneidade na oferta de leitos por habitante em todo o território nacional. Frente a um possível cenário de grande necessidade desses leitos por conta do acometimento da população de risco, medidas como implantação de novos leitos e remanejamento para UTI devem ser priorizadas, com particular urgência naquelas microrregiões que combinam número relativamente baixo de leitos por habitante e baixa distância efetiva.

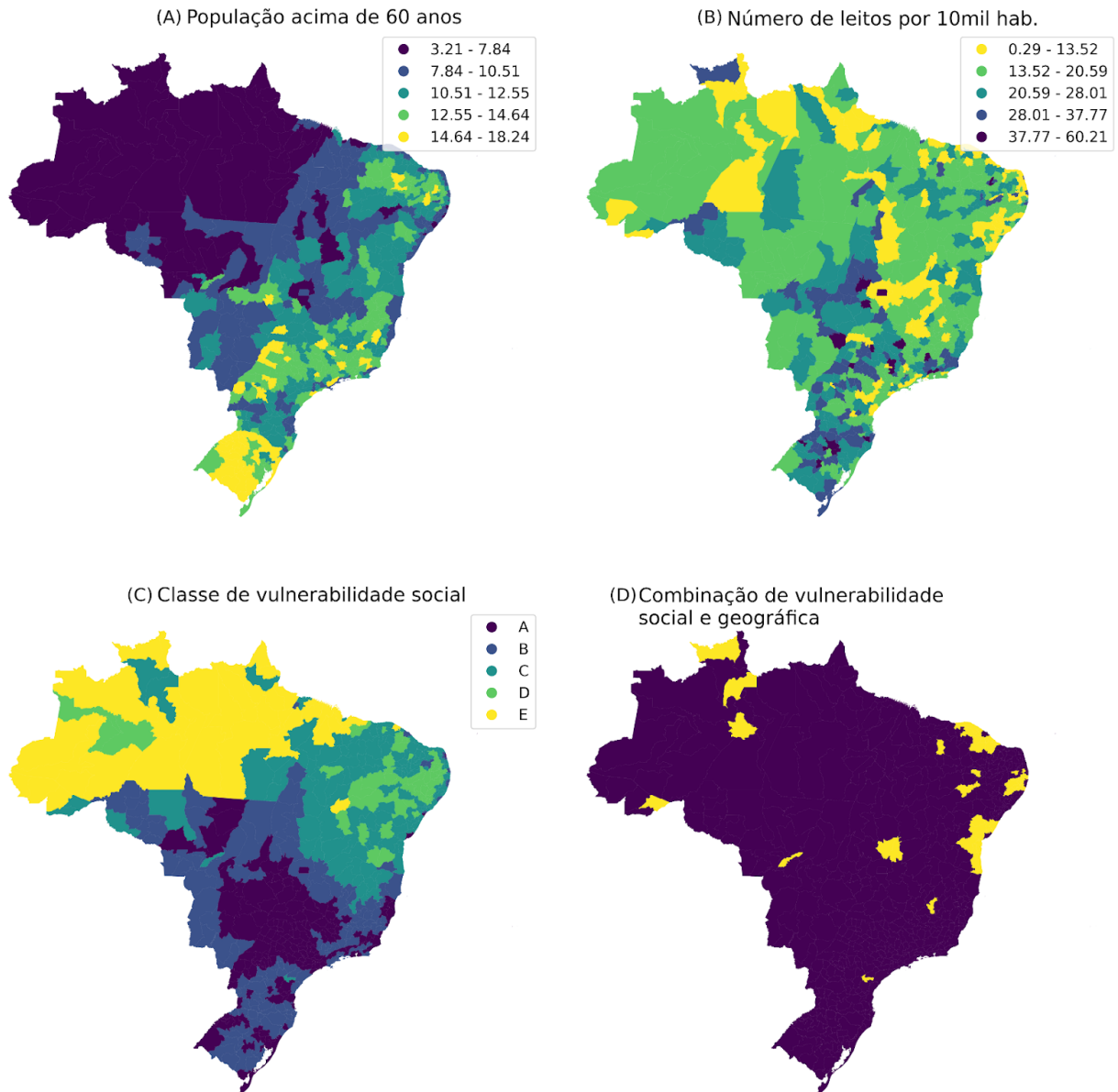
Classificação de vulnerabilidade social. Identificamos cinco classes de vulnerabilidade social nas microrregiões brasileiras, ordenadas de A (menos vulnerável) a D-E (mais vulnerável) (**Mapa 3C**). Essa classificação levou em consideração as seguintes variáveis: expectativa de vida ao nascer, índice de GINI, componente de escolaridade do IDH, % 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 das microrregiões brasileiras

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, ensino superior.
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. Manaus, capital do estado do Amazonas na região Norte, também está nesta categoria
D	Predominância de populações rurais, alta desigualdade, baixo IDH, 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	Regiões predominantemente rurais na Amazônia. IDH baixo, acesso precário à água tratada, disposição de esgoto e eletricidade.

As microrregiões das classes C, D e E são as mais vulneráveis. Elas estão localizadas 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.

Microrregiões de alta vulnerabilidade social e com risco alto de ocorrência de transmissão sustentada. O **Mapa 3(D)** mostra as microrregiões com alta probabilidade de epidemia a curto prazo, e que também possuem alta vulnerabilidade social. Estão concentradas no Nordeste, nos estados do Ceará, Paraíba e Bahia. São regiões com grande aporte de viajantes e alta vulnerabilidade social. A lista completa está no anexo Tabela S2.



Mapa 3. (A) Porcentagem da população com mais de 60 anos por microrregião; **(B)** Distribuição da capacidade hospitalar medida em número de leitos hospitalares; **(C)** classificação das microrregiões em vulnerabilidade social: A e B são as microrregiões com melhores índices. C-D-E tem alta vulnerabilidade social; **(D)** microrregiões com alta vulnerabilidade social e alta probabilidade de epidemia de COVID-19.

O relatório completo, com descrição dos métodos e referências bibliográficas encontra-se disponível em: <https://gitlab.procc.fiocruz.br/mave/repo>