

NOTA TÉCNICA

Análise de demanda e oferta de leitos hospitalares gerais, UTI e equipamentos de ventilação assistida no Brasil em função da pandemia do COVID-19: impactos microrregionais ponderados pelos diferenciais de estrutura etária, perfil etário de infecção e risco etário de internação

Kenya Noronha¹, Gilvan Guedes², Cássio M. Turra², Mônica Viegas Andrade¹, Laura Botega¹, Daniel Nogueira¹, Julia Calazans², Lucas Carvalho¹, Luciana Servo³, Pedro Amaral¹

¹ Departamento de Economia | UFMG

² Departamento de Demografia | UFMG

³ Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA)

Sumário Executivo

- Esse documento apresenta simulação da oferta e demanda por leitos e respiradores por microrregiões de saúde.
- As estimativas levam em consideração as diferenças na estrutura etária observadas entre as microrregiões de saúde.
- Foram consideradas também as diferenças no perfil etário de infecção e no risco etário de internação hospitalar (geral e UTI).
- A maioria dos casos de internações podem exigir apenas leitos gerais de menor complexidade com ventilação não invasiva.
- Outros, mais complexos, exigiriam uma escala maior e maior qualificação profissional para operação de leitos de UTI.

(1) Objetivo

- Apresentar exercícios preliminares com simulações da oferta de leitos (gerais e UTI) e de equipamentos de ventilação mecânica, considerando a pressão potencial exercida pela demanda em função da pandemia de COVID-19 no Brasil.
- Após debates com outros pesquisadores, profissionais e gestores, o estudo poderá apoiar os processos de tomada de decisão relacionados ao atendimento de pacientes acometidos com COVID-19.

(2) Metodologia

- São considerados cenários definidos com base em diferentes taxas de infecção de 0,01%, 0,1%, 1%, 10%, 20% e 40% (casos confirmados) e horizontes de propagação do COVID-19: curto prazo (1, 3, 6 meses) e médio prazo (6 e 12 meses)

- A escolha de diferentes taxas e horizontes temporais decorre da incerteza com relação à propagação do COVID-19 entre as regiões, permitindo contemplar momentos distintos da taxa de infecção em cada região.
- As simulações consideram a estrutura etária de cada microrregião de saúde, a distribuição proporcional de casos confirmados por idade e as taxas de internação geral e UTI por idade, calculadas segundo dados observados e publicados nos EUA.
- As simulações são realizadas para o número de internações hospitalares em geral, internações em leito UTI e aparelhos de ventilação mecânica em cada microrregião, em decorrência do COVID-19.

(3) Principais Resultados das simulações

Leitos gerais:

- Os principais problemas começariam a surgir quando a taxa de infecção por SARS-Cov-2 alcançasse 1% da população.
- Para taxas menores de infecção por SARS-Cov-2, 0,01% e 0,1%, independentemente do horizonte temporal, todas as microrregiões estariam operando com níveis inferiores à sua plena capacidade.
- No caso de a taxa de infecção atingir 1%, o impacto sobre a capacidade de atendimento de cada microrregião de saúde dependerá do horizonte temporal em que essa parcela da população estaria infectada.
- Em um cenário mais otimista, se essa taxa de 1% fosse alcançada em um período de 6 meses, nenhuma microrregião estaria operando além de sua capacidade.
- Se a taxa de 1% fosse observada em apenas 1 mês, 48 das microrregiões de saúde (11%) estariam operando além de sua capacidade, ou seja, superariam 100% dos leitos disponíveis. Dentre essas 48 microrregiões, 12 estariam localizadas no Norte do Brasil, 32 no Nordeste, 2 no Sudeste e 2 no Centro Oeste.

Leito UTI

- Mesmo em um cenário mais otimista, seria observada uma sobrecarga em várias microrregiões de saúde.
- Considerando que uma taxa de infecção igual a 0,1% fosse alcançada em 1 mês, o número de microrregiões com oferta comprometida para o tratamento de casos mais graves seria igual a 192 (44%).
- Em torno de 47% dessas 192 microrregiões não possuem oferta de leitos UTI, nem público, nem privado. Por ser de maior complexidade, a oferta de leitos UTI é organizada em nível macrorregional, não sendo prevista em todas as microrregiões de saúde.
- No entanto, a presença de microrregiões contíguas com déficit de leitos para atender a demanda esperada de sua população coloca em xeque a capacidade do município polo da macrorregião de suprir toda a demanda de sua população de referência.

- O cenário mais dramático é observado quando a taxa de infecção de 1% é alcançada em apenas 1 mês. Nesse caso, o sistema praticamente entraria em colapso na medida em que 53% das microrregiões estariam operando além de sua capacidade (demanda estimada maior do que a quantidade disponível de leitos UTI).
- Esses resultados são especialmente graves, uma vez que a oferta de leitos UTI é fundamental para a recuperação dos casos mais vulneráveis à doença.

Aparelhos de ventilação mecânica

- Apesar de menos severa do que o estimado para leitos UTI, a situação da oferta de aparelhos de ventilação mecânica para atender a pacientes mais graves por COVID-19 também é preocupante.
- Independentemente do cenário, as microrregiões com déficit de oferta estariam concentradas no Norte e Nordeste do país.
- Considerando o cenário em que a taxa de infecção de 1% fosse alcançada em 6 meses, 26% das microrregiões estariam operando a uma taxa superior à sua capacidade, comprometendo com isso o atendimento dos pacientes mais graves.
- Se a taxa de infecção alcançar 1% em apenas 1 mês, o percentual de microrregiões de saúde com capacidade comprometida de atendimento aumentaria para 38%.

(4) Principais Limitações

- Há incertezas com relação à propagação e duração da pandemia no Brasil e em cada uma de suas microrregiões.
- A estimativa da demanda por internações gerais, internações em leitos UTI e aparelhos de respiração mecânica por grupos etários foi baseada em parâmetros norte-americanos.
- As estimativas não levam em consideração diferenças na propagação do SARS-Cov-2 segundo presença de aglomerados subnormais, composição e tamanho dos domicílios no Brasil. A co-residência de grupos de risco (idosos e indivíduos com outras morbidades) com grupos de idade que têm maior probabilidade de desenvolverem a forma assintomática da doença (crianças, jovens e adultos jovens) pode afetar as taxas de infecção e sua distribuição regional e temporal. O efeito dependerá das políticas de controle adotadas pelas autoridades públicas, em especial o distanciamento social.
- Estimativas de leitos hospitalares (geral e UTI) e aparelhos de ventilação mecânica disponíveis para o atendimento dos pacientes com COVID-19 foram realizadas utilizando-se a taxa de ocupação média no SUS observada em 2019 para dos leitos gerais e UTI da microrregião de saúde. Essa taxa foi aplicada também para os leitos privados, uma vez que não dispomos de informações de internações hospitalares para esse setor.
- Oferta de leitos hospitalares e aparelhos de ventilação mecânica neste trabalho é mantida constante, independentemente do choque de demanda gerado em função da

pandemia. A análise não contempla possível realocação de internações eletivas nem a criação de novos leitos ou disponibilização de aparelhos.

- A base de dados utilizada para estimar os leitos hospitalares e aparelhos de ventilação mecânica apresenta potencial de subestimação, principalmente em relação a leitos hospitalares. Nossas estimativas, portanto, refletem um cenário mais pessimista.
- As estimativas não consideram a capacidade de oferta por porte dos hospitais e questões de escala.
- Não foi considerada a pressão de demanda pelo COVID-19 sobre a oferta de profissionais envolvidos na assistência, suporte, higienização e outros insumos essenciais para o funcionamento adequado dos hospitais na resposta à pandemia.

Forma de Citação:

Noronha, K.; Guedes, G.R.; Turra, C.M.; Andrade, M.V.; Botega, L.; Nogueira, D.; Calazans, J.; Carvalho, L.; Servo, L.; Amaral, P. Análise de demanda e oferta de leitos hospitalares gerais, UTI e equipamentos de ventilação assistida no Brasil em função da pandemia do COVID-19: impactos microrregionais ponderados pelos diferenciais de estrutura etária, perfil etário de infecção e risco etário de internação. *Nota Técnica* n.1. CEDEPLAR/UFMG: Belo Horizonte, 2020.

Introdução

Esse documento apresenta uma simulação da estrutura de oferta e demanda por leitos e respiradores existentes para atendimento aos pacientes acometidos com COVID-19. A unidade geográfica de análise são as regiões de saúde no espaço de pactuação dos Comitês Intergestores Regional (CIR) de cada Unidade da Federação. Como o atendimento do COVID-19 precisa ser realizado nos casos de hospitalização, no menor tempo e com o menor deslocamento possível, é razoável utilizar a microrregião de saúde como unidade geográfica para a decisão de alocação de novos leitos de campanha. Além disso, no caso do COVID-19, segundo documento da Organização Mundial de Saúde, 81% dos casos são leves e sem complicações, 14% evoluem para uma hospitalização que necessita oxigenoterapia e 5% para casos severos que exigem tratamento em unidade de terapia intensiva com ventilação mecânica. Assim, grande parte das internações refere-se a casos intermediários com ventilação não invasiva e acontece em leitos gerais de menor complexidade, os quais deveriam estar disponíveis no nível microrregional. Sabe-se que o agravamento dos casos exige uma estrutura de serviços mais complexa, com maior escala, bem como maior qualificação profissional. Uma análise da oferta é importante para pensar a capacidade geral do sistema como um primeiro passo para a discussão de políticas de saúde de forma a responder às necessidades decorrentes do COVID-19.

A análise da demanda por leitos gerais e de tratamento intensivo inclui a simulação do número de internações hospitalares em geral e UTI, em cada microrregião do país, em decorrência do COVID-19. As estimativas levam em conta projeções da distribuição etária da população em cada área geográfica, além da distribuição proporcional de casos confirmados por idade e taxas de internação geral e UTI por idade, calculadas segundo dados observados e publicados nos EUA. A consideração da estrutura etária das microrregiões é fundamental haja vista as diferenças na razão de risco entre os grupos etários. Microrregiões com mesmo tamanho populacional podem apresentar demanda de leitos hospitalares muito diferenciadas devido a composição etária.

Em função do desconhecimento sobre a verdadeira trajetória de infecção de COVID-19 no território nacional, nossas simulações consideram diferentes cenários para as taxas totais de infecção: 0,01%, 0,1%, 1%, 10%, 20% e 40% (casos confirmados). Além disso, consideramos diferentes hipóteses para a duração das taxas de infecção na população em cada cenário, ao longo do tempo: curto prazo (1, 3 e 6 meses) e médio prazo (6 e 12 meses). A escolha de diferentes taxas e horizontes temporais decorre da incerteza com relação à propagação da epidemia entre as regiões, permitindo contemplar momentos distintos da taxa de infecção em cada região. São Paulo e Rio de Janeiro já se encontram em estágios mais avançados da epidemia comparado ao Norte do país.

A análise da disponibilidade de equipamentos para tratamento inclui a oferta de leitos gerais e de tratamento intensivo e respiradores, considerando a oferta privada e oferta SUS. Como o Brasil é um país continental com presença de áreas remotas, as desigualdades de acesso geográfico podem significar barreiras fundamentais para a obtenção do cuidado no cenário epidêmico do COVID-19. Do ponto de vista da eficiência do sistema, procuramos investigar como a oferta de leitos e de respiradores está distribuída entre os estabelecimentos, considerando a capacidade de tratamento e resolutividade dos hospitais, assim como o histórico de realização de internações por doenças respiratórias. Para os casos de

hospitalização moderada, é importante que o paciente seja atendido dentro da microrregião, o que exige, também, equipamentos móveis adequados para transporte desses pacientes caso o município de residência não tenha a oferta de leitos.

Nas próximas seções, discutimos brevemente a metodologia e apresentamos os resultados para a demanda, oferta e a combinação dos cenários. Uma das contribuições desse trabalho é incluir a dimensão demográfica, avaliando as necessidades considerando o perfil etário da população no nível das regiões de saúde. Em razão das incertezas com relação à evolução da pandemia por COVID-19, nossas estimativas estão condicionadas às hipóteses de cada cenário. . Futuras versões desse trabalho, que já estão sendo elaboradas, irão incluir um conjunto maior de análises, através da inclusão de outros cenários de infecção, testes com outras fontes de dados, além de novos indicadores de oferta de serviços de saúde.

Metodologia

Análise do estoque e evolução temporal dos casos e mortalidade por COVID-19 por Unidades da Federação no Brasil

Para essa análise foram utilizados dados de duas fontes distintas: <https://labs.wesleycota.com/sarscov2/br/> e <https://brasil.io/dataset/covid19/caso>. As informações foram coletadas em 25 de março de 2020. Os dados de casos confirmados refletem os números registrados pelas Secretarias Estaduais de Saúde e, posteriormente, confirmados pelo Ministério da saúde. Vale mencionar que a subnotificação dos casos em períodos de epidemia é significativa. Foram utilizados os seguintes indicadores:

- 1) Número acumulado de casos e mortes confirmados por COVID-19, até 25 de março de 2020. Esse indicador foi analisado em nível, em proporção relativa para UF, grandes regiões e Brasil.
- 2) Evolução diária do número de casos confirmados, até 25 de março de 2020, para as 10 unidades da federação com o maior número de casos acumulados à data de coleta. As séries temporais foram analisadas em nível e na escala logarítmica
- 3) Evolução do número de casos novos de COVID-19, até 25 de março de 2020, para as 10 unidades da federação com o maior número de casos acumulados à data de coleta.
- 4) Evolução da taxa de crescimento dos óbitos diários e da taxa de letalidade (óbitos/casos confirmados) por unidade da federação, até 25 de março de 2020.

Demanda por Internações Hospitalares

O número de internações hospitalares gerais e em UTIs foi estimado para as 437 microrregiões de saúde brasileiras, segundo diferentes cenários de intensidade e duração da infecção por COVID-19. O Distrito Federal não foi incluído na análise devido a sua peculiaridade do ponto de vista político-administrativo, socioeconômico e epidemiológico. Para o cálculo, foram utilizadas três funções distintas: 1) a população estimada para o ano de 2020 por grupos de idade e microrregião de saúde do Brasil, 2) taxas específicas por grupo

de idade de infecções confirmadas por COVID-19 e 3) taxas específicas por grupo de idade de internação hospitalar geral e UTI por COVID-19.

Como primeiro passo, estimamos o número esperado de casos confirmados por idade em cada microrregião. Este número foi calculado pela multiplicação das taxas específicas por grupo de idade de infecções confirmadas por COVID-19 e a população por grupo de idade em cada microrregião. Após a estimação inicial dos casos esperados por grupo etário, normalizamos os valores obtidos de forma a totalizarem taxas de infecção equivalentes a 0,01%, 0,1%, 1%, 10%, 20% ou 40% (casos confirmados) da população em cada microrregião, segundo os diferentes cenários de simulação. Na etapa seguinte, calculamos o número total de casos esperados de internações gerais e UTI, por microrregião, através da multiplicação do número esperado de casos confirmados por grupo de idade e as taxas específicas por grupo de idade de internação geral ou UTI. Neste estudo, supomos que a demanda estimada por aparelhos de ventilação mecânica é igual à demanda estimada por leitos UTI.

A necessidade de internações por COVID-19 foi ponderada considerando que o tempo médio de permanência para tratamento hospitalar para casos mais leves de COVID-19 seria de 8 dias e para casos mais graves de 10 dias (FERGUSON et al 2020). Além disso, assumimos diferentes hipóteses para a duração das taxas de infecção, ao longo do tempo: 1, 3, 6 e 12 meses. Ou seja, no cenário de 1 mês com taxa de infecção de 1%, por exemplo, a hipótese é que a taxa de infecção 1% seria alcançada em 1 mês na população em análise. A hipótese da duração da infecção é fundamental pois é através desse mecanismo que os gestores podem otimizar a capacidade de tratamento do sistema de saúde. As combinações de taxas de infecção total e duração, resultaram nos seguintes cenários de análise:

1. Taxa de infecção de 0,01% distribuída em 1 mês, 3 meses e 6 meses
2. Taxa de infecção de 0,1% distribuída em 1 mês, 3 meses e 6 meses
3. Taxa de infecção de 1% distribuída em 1 mês, 3 meses e 6 meses
4. Taxa de infecção de 10% distribuída em 6 meses e 12 meses
5. Taxa de infecção de 20% distribuída em 6 meses e 12 meses
6. Taxa de infecção de 40% distribuída em 6 meses e 12 meses

População por idade e microrregião

As estimativas populacionais para 2020 por idade e microrregião foram produzidas pelo CEDEPLAR/UFMG, e estão disponíveis sob requisição aos autores. Optamos em utilizar sua variante média.

Taxas específicas por grupo de idade de casos confirmados, casos de internação hospitalar em geral e casos em UTI

Em função da precocidade da epidemia por COVID-19 no Brasil, o número de casos confirmados da doença, de casos de internação hospitalar geral e UTI, bem como de mortos, é ainda muito baixo para ser utilizado em simulações. Portanto, utilizamos conjuntos de taxas

específicas por idade calculadas para outros países. Nesta versão do trabalho, são apresentados, exclusivamente, os resultados referentes às taxas específicas por grupos de idade estimadas para os EUA, publicadas em 18 de março de 2020 pelo Center for Disease Control and Prevention (CDC). Embora já existam dados para outros países afetados pela pandemia, como China, Inglaterra e Espanha, optamos pelas séries norte-americanas por entendermos que os EUA é um país mais similar ao Brasil em relação a fatores que podem afetar os desfechos da doença, incluindo a diversidade étnica e racial, a extensão e desigualdade regional, e as demais formas de desigualdade econômica e social.

Os dados totais americanos se referem a 4.226 casos de COVID-19 confirmados por autoridades de saúde, entre 12 de fevereiro e 16 de março. As estimativas são apresentadas segundo os seguintes grupos de idade: 0-19, 20-44, 45-54, 55-64, 65-74, 75-84 e 85+ anos. Para estimar as taxas de infecção por grupo de idade, dividimos o número de casos confirmados pela população americana em cada grupo de idade.

Para um número considerável dos casos americanos reportados pelo CDC não se sabe se eles resultaram em hospitalizações e mortes. Frente à expressiva quantidade de informações faltantes, o relatório CDC apresenta duas estimativas distintas para as taxas de internação hospitalar geral e UTI: um limite inferior, calculado em relação a todos os casos confirmados de COVID-19 por idade, incluindo aqueles para os quais as condições de internação e morte são desconhecidas; e um limite superior, que restringe o denominador das taxas por idade apenas aos casos confirmados de COVID-19 com condições de internação e morte conhecidas. Na presente versão do trabalho, utilizamos apenas as taxas específicas de internação por grupo de idade definidas como limite inferior pelo CDC. Adotamos os mesmos grupos de idade do relatório original, descritos acima.

Oferta de Leitos e Respiradores

Para a estimação dos indicadores de oferta de leitos hospitalares, utilizamos dois bancos de dados oficiais: o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) e o Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do Sistema Único de Saúde (SUS). Os indicadores foram construídos para o ano de 2019.

A taxa de ocupação dos leitos gerais foi calculada com base nos dias de leitos disponíveis para cada intervalo de tempo e com base nos dias de permanência. A forma de cálculo de cada um dos indicadores foi a seguinte:

- Dias de leitos disponíveis = Total leitos gerais*30 *Número de meses
- Dias de UTI disponíveis = Total UTI*30 *Número de meses
- Dias de ventiladores disponíveis = Total ventiladores *30 *Número de meses
- Taxa de ocupação leitos gerais= Dias de permanência leito geral/Dias de leitos gerais disponíveis
- Taxa de ocupação UTI = Dias de permanência UTI /Dias de UTI disponíveis
- Taxa de ocupação ventiladores= Dias de permanência /Dias de UTI disponíveis

- Dias de permanência total = Dias de permanência COVID-19 + Dias de permanência outras causas

As estimativas da demanda total de leitos gerais, UTI gerais e ventiladores foram obtidas da seguinte forma:

- Demanda total leitos gerais com COVID-19 = Dias de permanência total / Dias de leitos gerais disponíveis
- Demanda total UTI gerais com COVID-19 = Dias de permanência total / Dias de UTI gerais disponíveis
- Demanda total ventiladores com COVID-19 = Dias de permanência total / Dias de ventiladores disponíveis

Além das internações por COVID-19, também foram consideradas as demais causas de internação como fonte de ocupação dos leitos. As estimativas incluem a oferta tanto de leitos gerais e UTI SUS, quanto privados. Devido à indisponibilidade de informações, consideramos a taxa de ocupação dos leitos privados como sendo igual à média de cada microrregião estimada para o SUS. Ressalta-se ainda que foram excluídos da análise os leitos obstétricos, pediátricos, hospital-dia e especiais (no caso de leitos gerais) e leitos pediátricos, neonatal e queimados (no caso de leitos UTI).

Resultados

1. Distribuição dos casos confirmados no Brasil acumulados até 25 de março entre as unidades da federação

A Tabela 1.1 apresenta a distribuição regional acumulada dos casos e mortes confirmados de COVID-19 até 25/03/2020. A região Sudeste concentra quase 60% dos casos e 95% dos 57 óbitos (concentrados em SP – 84,2% e RJ – 10,5%). O ritmo de crescimento de novos óbitos diários tem caído em SP. No entanto, a taxa de letalidade (óbitos/casos confirmados) tem aumentado de forma aproximadamente linear no estado. No RJ, a pequena quantidade de dados ainda não permite qualquer tipo de padrão evolutivo (até o momento, o padrão tem se mantido aproximadamente constante).

A Figura 1.1 apresenta o número acumulado de casos confirmados para as 10 unidades da federação com o maior estoque de COVID-19 em 25/03/2020. O lado direito mostra a evolução em nível e o lado esquerdo em escala logarítmica. Embora SP apresente uma rápida evolução no número total de casos (seguido do RJ), a análise temporal em escala logarítmica mostra que os dois estados têm evoluído de forma similar (considerando as diferenças de escala) e outros, como DF, MG, SC e BA, já mostram início de uma estabilização provavelmente associada a estratégia de isolamento social.

A Figura 1.2 apresenta o número de casos acumulados e de novos casos confirmados a cada dia para todas as unidades da federação. Embora ainda seja cedo para afirmar sobre possíveis

resultados de políticas de intervenção, uma vez que os dados das Figuras 1.1 e 1.2 misturam a capacidade de detecção de casos por UF e as políticas de combate em si, várias dessas UF já começam a apresentar uma redução da incidência nos últimos dias. Entre os 10 estados com maior estoque de COVID-19, o arrefecimento pode ser observado em SP, CE, DF, MG, SC e BA.

Tabela 1.1 Número de casos confirmados e mortes confirmadas por COVID-19 segundo Unidade da Federal, Região e Brasil, 25/03/2020

Localidade	Valores Absolutos			Valores Percentuais		
	Casos de COVID-19	Casos de COVID-19 confirmados (MS)	Mortes confirmadas (MS)	Casos de COVID-19	Casos de COVID-19 confirmados (MS)	Mortes confirmadas (MS)
Região Norte	105	105	1	4,28	4,32	1,75
Rondônia	5	5	0	0,20	0,21	0,00
Acre	23	23	0	0,94	0,95	0,00
Amazonas	54	54	1	2,20	2,22	1,75
Roraima	8	8	0	0,33	0,33	0,00
Pará	7	7	0	0,29	0,29	0,00
Amapá	1	1	0	0,04	0,04	0,00
Tocantins	7	7	0	0,29	0,29	0,00
Região Nordeste	390	390	1	15,91	16,03	1,75
Maranhão	8	8	0	0,33	0,33	0,00
Piauí	8	8	0	0,33	0,33	0,00
Ceará	200	200	0	8,16	8,22	0,00
Rio Grande do Norte	14	14	0	0,57	0,58	0,00
Paraíba	3	3	0	0,12	0,12	0,00
Pernambuco	46	46	1	1,88	1,89	1,75
Alagoas	11	11	0	0,45	0,45	0,00
Sergipe	16	16	0	0,65	0,66	0,00
Bahia	84	84	0	3,43	3,45	0,00
Região Sudeste	1.405	1.404	54	57,30	57,71	94,74
Minas Gerais	133	133	0	5,42	5,47	0,00
Espírito Santo	40	39	0	1,63	1,60	0,00
Rio de Janeiro	370	370	6	15,09	15,21	10,53
São Paulo	862	862	48	35,15	35,43	84,21
Região Sul	313	313	1	12,77	12,86	1,75
Paraná	81	81	0	3,30	3,33	0,00
Santa Catarina	109	109	0	4,45	4,48	0,00
Rio Grande do Sul	123	123	1	5,02	5,06	1,75
Região Centro-Oeste	239	221	0	9,75	9,08	0,00
Mato Grosso do Sul	24	24	0	0,98	0,99	0,00
Mato Grosso	9	8	0	0,37	0,33	0,00
Goiás	29	29	0	1,18	1,19	0,00
Distrito Federal	177	160	0	7,22	6,58	0,00
Brasil	2.452	2.433	57	100,00	100,00	100,00

Fonte: <https://labs.wesleycota.com/sarscov2/br/> e <https://brasil.io/dataset/covid19/caso>

Figura 1.1 Evolução dos casos confirmados de COVID-19 nas 10 unidades da federação com maior estoque de casos em 24/03/2020 – Brasil

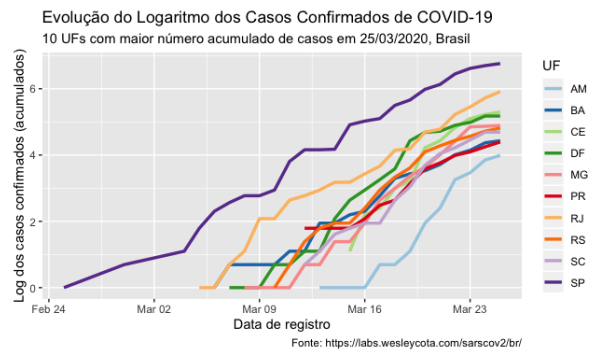
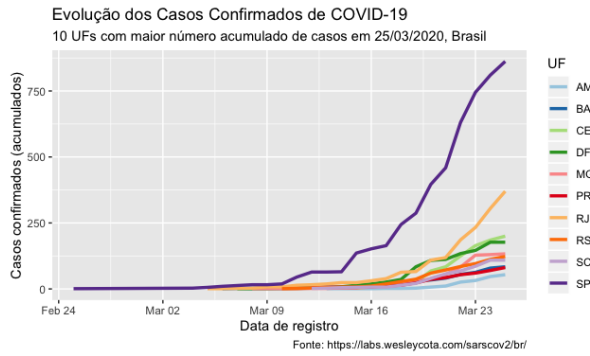
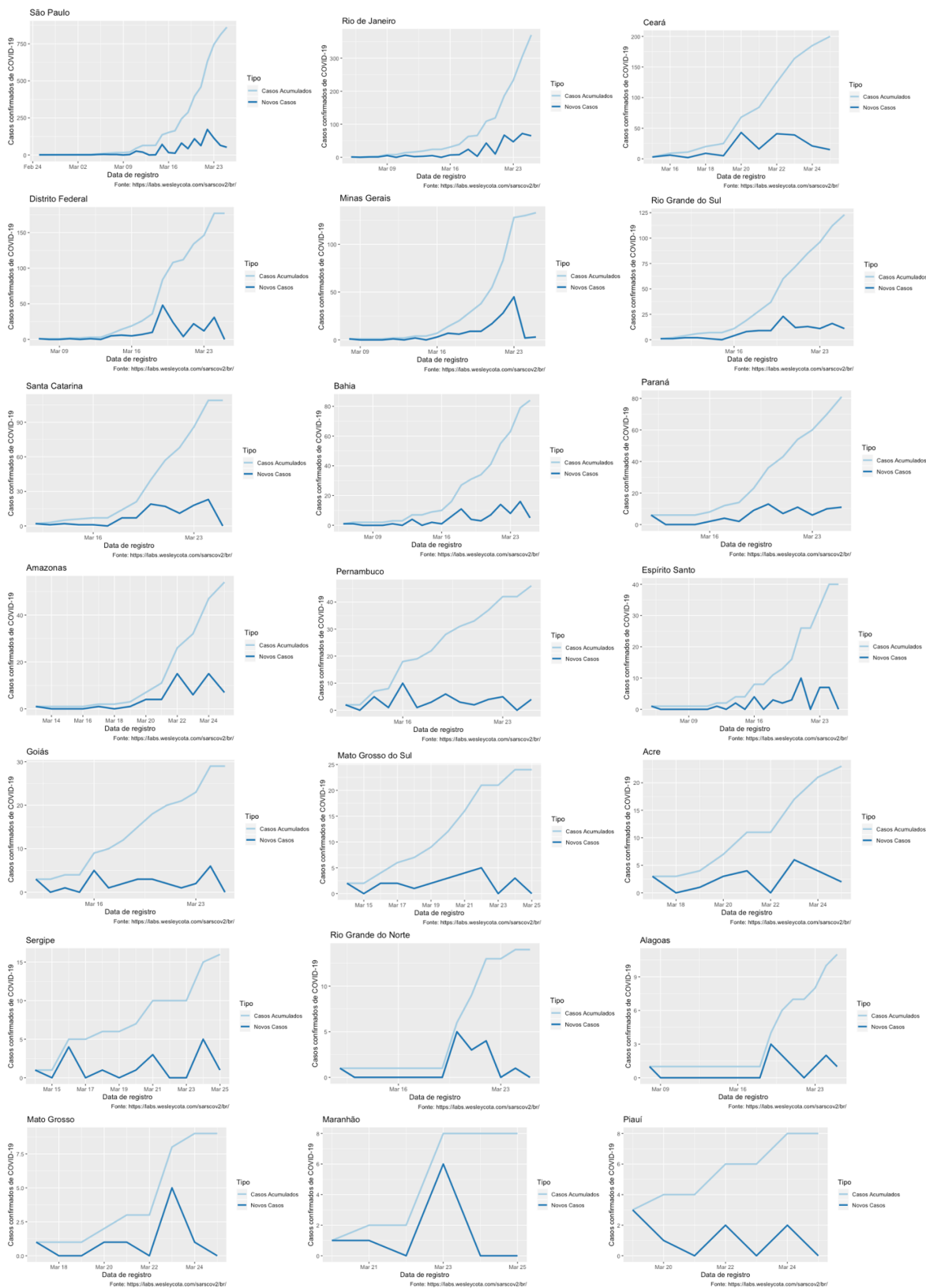


Figura 1.2 Evolução dos casos acumulados e dos novos casos confirmados de COVID-19 nas unidades da federação em 25/03/2020 – Brasil



2. Análise da distribuição do número absolutos de casos e taxas estimadas de COVID-19 no Brasil sob taxa de infecção de 10%

A distribuição do número absoluto de casos e das taxas de internação foi estimada sob diferentes níveis de infecção (0,01%, 0,1%, 1%, 10%, 20% e 40%) para avaliar o limiar de contaminação populacional que o sistema de saúde público no Brasil é capaz de absorver em relação ao choque de demanda gerado pelo COVID-19. Os resultados abaixo apresentam as estimativas apenas para uma taxa de infecção de 10%, uma vez que as demais análises se diferem somente em termos de escala. Todos os resultados podem ser obtidos sob requisição aos autores.

As Figuras 2.1 e 2.2 apresentam a distribuição microrregional do número estimado de casos e as taxas de internações hospitalares, geral e UTI, em função do COVID-19. Obedecidas as premissas discutidas anteriormente, de modo geral, os casos de internação por COVID-19 ocorreriam de forma generalizada no território nacional, com uma concentração ligeiramente maior em torno das Regiões Metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro. Sob 10% de contágio, o número de internações gerais deverá variar entre 345 (microrregião Norte Araguaia-Karajá – MT) e 195.885 (microrregião São Paulo – SP). As internações UTI deverão variar entre 64 (microrregião Norte Araguaia-Karajá – MT) e 37.385 (microrregião São Paulo – SP). É importante destacar que esses valores representam o volume acumulado de internações por casos, independentemente do tempo em que esses casos entram e permanecem no sistema de saúde. A pressão que essas internações exercerão no sistema depende do *timing* em que esses casos ocorram, podendo ser gradualmente absorvido pelos leitos disponíveis.

As taxas de internação hospitalar estimadas por COVID-19, no entanto, mostram uma clara concentração regional. As regiões Sul e Sudeste responderiam com as taxas mais elevadas, embora algumas regiões isoladas, como parte de Goiás e do interior do Nordeste, também poderão apresentar valores elevados em função de uma estrutura etária mais envelhecida. Sob 10% de contágio, a taxa de internação hospitalar geral variaria entre 14,1‰ habitantes (microrregião Área Sudoeste – AP) e 17,1‰ habitantes (microrregião Fronteira Noroeste – RS). As taxas de internação UTI poderão variar entre 2,4‰ habitantes (microrregião Triângulo - AM) e 3,6‰ habitantes (microrregião Fronteira Noroeste – RS).

Figura 2.1 Distribuição do número e da taxa de internação geral estimados por COVID-19 sob taxa de infecção populacional de 10%

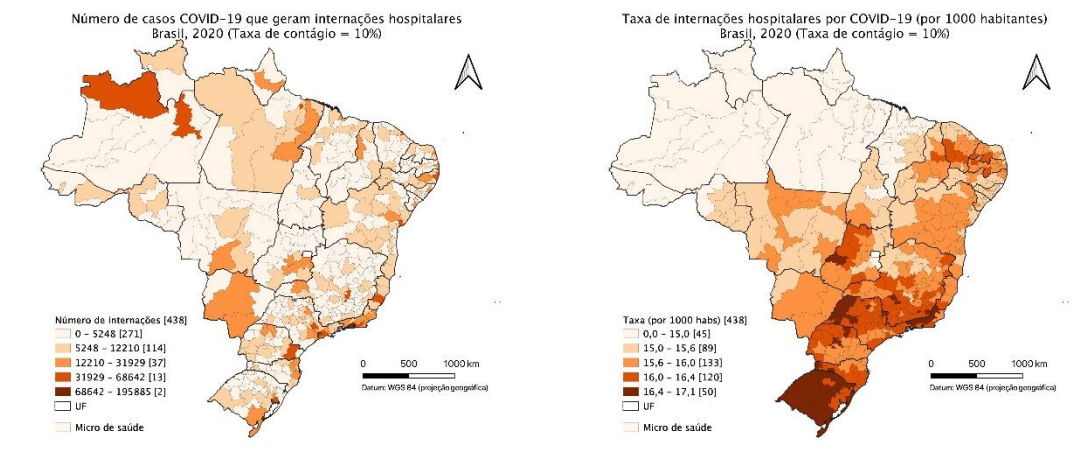
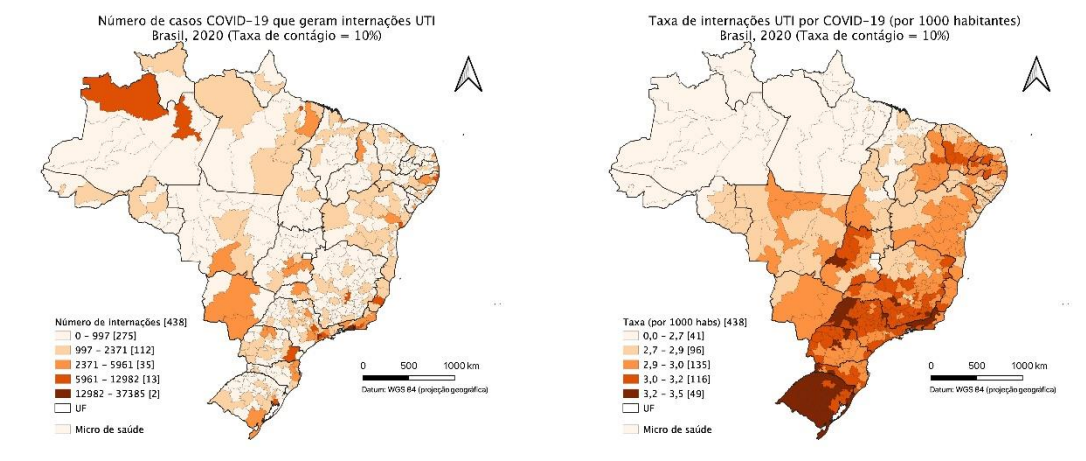


Figura 2.2 Distribuição estimada do número e taxa de internações UTI por COVID-19 considerando uma taxa de infecção de 10%



3. Análise da distribuição da oferta de leitos gerais e leitos UTI disponíveis para o SUS e no setor privado de saúde no Brasil

Nesta seção, apresentamos a distribuição da oferta de leitos gerais e leitos UTI no sistema de saúde brasileiro para o ano de 2019. É importante mencionar que existe um subregistro no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), especialmente no tocante ao número de leitos (ROCHA et al., 2018). Nesse sentido, a oferta de leitos no Brasil, tanto públicos quanto privados, pode estar subestimada nacional e regionalmente.

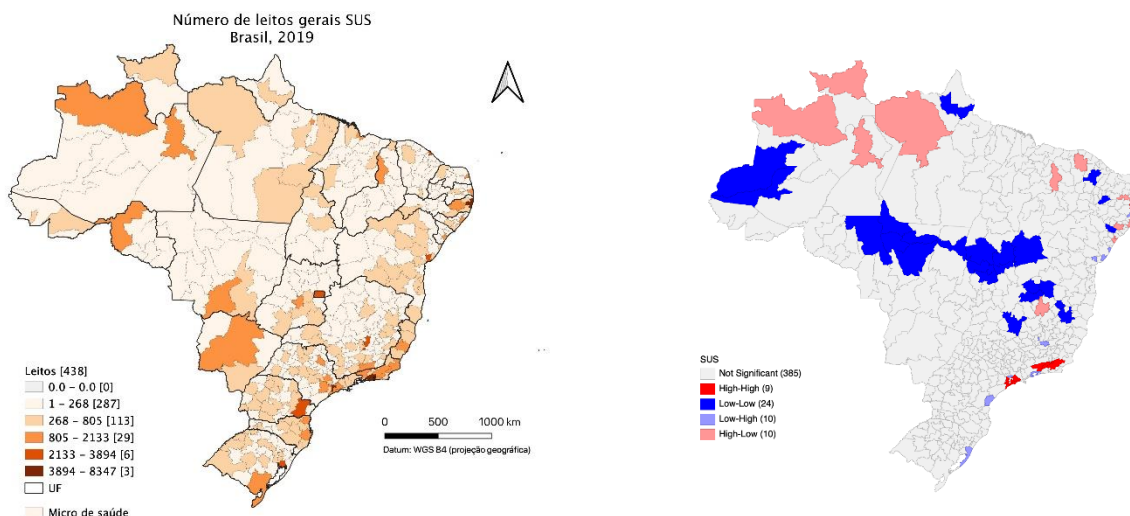
Em 2019, o Brasil tinha 6.743 estabelecimentos hospitalares constituindo uma oferta total de 270.880 leitos gerais organizada segundo as microrregiões de saúde. A Figura 3.1 (lado esquerdo) apresenta a distribuição microrregional da oferta de leitos gerais SUS disponíveis no Brasil para o ano de 2019. Observa-se uma dispersão espacial da distribuição ao longo do

território brasileiro. Em algumas poucas microrregiões, o número de leitos disponíveis é mais alto em função da densidade populacional e da própria existência de uma rede hospitalar integrada. Esse padrão é esperado devido aos efeitos de economia de escala na oferta de hospitais. Embora existam leitos SUS em todas as microrregiões, a oferta disponível apresenta grande disparidade o que pode significar impacto importante no acesso ao cuidado hospitalar durante a epidemia do COVID-19. Essa disparidade se traduz em capacidade de resolutividade muito diferenciada entre os estabelecimentos. Hospitais de pequeno porte não apresentam leitos UTI e, portanto não tem capacidade de absorver demanda de casos graves oriunda da epidemia do COVID-19. No contexto de demanda normal, casos graves seriam referenciados no nível macrorregional.

O número de leitos SUS disponíveis para 2019 variava de 14 (microrregião Manga – MG) a 8.347 (microrregião São Paulo – SP). Além dessa microrregião mineira, as 6 microrregiões com o menor número de leitos disponíveis encontram-se nas regiões Norte e Nordeste do Brasil e os maiores números encontram-se em São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco e Minas Gerais. Em 124 microrregiões de saúde, a oferta de leitos gerais SUS é muito baixa, alcançando o máximo de 5,3 leitos por 10.000 habitantes (resultados não mostrados). Essas microrregiões estão localizadas em sua maioria nos estados do Amazonas e Pará. Por outro lado, os indicadores observados para as regiões Sul e Sudeste, exceto o Norte de Minas Gerais, apontam para uma oferta adequada em situações de demanda normal como já evidenciado em estudos anteriores (CARVALHO, 2017).

A autocorrelação espacial global dos leitos SUS disponíveis é positiva e significativa (Moran's $I = 0,065$, valor- $p = 0,0249$), embora seja muito baixa. Poucas microrregiões tiveram autocorrelação espacial local significativa, reforçando o padrão uniforme da distribuição espacial dos leitos SUS (Figura 3.1 – lado direito). Apesar da relativa dispersão dos leitos, é possível verificar alguns padrões locais importantes. Entre as regiões com padrões espaciais locais significativos, a maior parte apresenta autocorrelação positiva baixo-baixo, ou seja, baixa oferta de leitos tanto na microrregião de saúde em análise quanto no seu entorno. Entre as 24 encontradas, 2 estão no Amazonas, 1 no Amapá, 2 em Tocantins, 1 no Ceará, 1 na Paraíba, 1 no Sergipe, 1 na Bahia, 6 em Minas Gerais, 6 em Mato Grosso e 3 em Goiás. As microrregiões com autocorrelação positiva alto-alto encontram-se em São Paulo (5), especialmente no entorno da capital (RMSP), e no estado do Rio de Janeiro (3). As micros que apresentam autocorrelação negativa são as que podem apresentar potencialmente uma absorção de demanda do seu entorno (alto-baixo) ou que podem enviar sua demanda não atendida para as micro com leitos disponíveis em seu entorno (baixo-alto). As primeiras encontram-se predominantemente no Norte e Nordeste, enquanto as últimas no Sul e Sudeste.

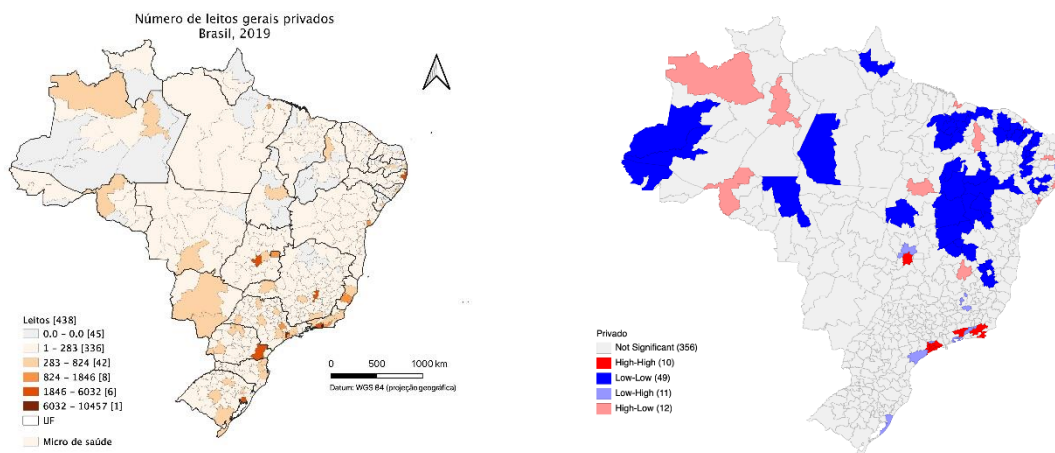
Figura 3.1 Distribuição da oferta de leitos gerais SUS entre as microrregiões de saúde, Brasil, 2019



Nota: Matriz de pesos espaciais do tipo rainha ordem 1; Nível de pseudo-significância de 5%

A Figura 3.2 (lado esquerdo) apresenta a distribuição espacial dos leitos gerais hospitalares privados em 2019. Assim como no caso dos leitos SUS, os privados encontram-se dispersos em todo o território nacional. No entanto, há uma maior quantidade de microrregiões de saúde com nenhum leito privado (45). A autocorrelação espacial global é ligeiramente mais positiva do que no caso dos leitos SUS (Moran's $I = 0.084$, valor- $p = 0,0100$). Localmente, observam-se alguns padrões espaciais significativos de leitos privados, com exceção das regiões Centro-Oeste e Sul (onde a oferta é mais uniforme). Microrregiões com autocorrelação espacial positiva alto-alto (10) encontram-se majoritariamente em São Paulo e no Rio de Janeiro. As baixo-baixo (49) estão localizadas principalmente no Norte e Nordeste. No cenário de disponibilização dos leitos privados para atendimento de toda a população as desigualdades regionais seriam atenuadas e a capacidade de atendimento ampliada. Na situação de epidemia, o Ministério da Saúde pode definir uma política de nacionalização dos leitos pelo menos nas áreas de vazios assistenciais ou déficit importante. Considerando os leitos totais (SUS e privados – resultados não mostrados), as regiões críticas são Amazonas, Amapá, norte de Minas Gerais, nordeste do Pará e algumas microrregiões do Nordeste.

Figura 3.2 Distribuição da oferta de leitos gerais privados entre as microrregiões de saúde, Brasil, 2019



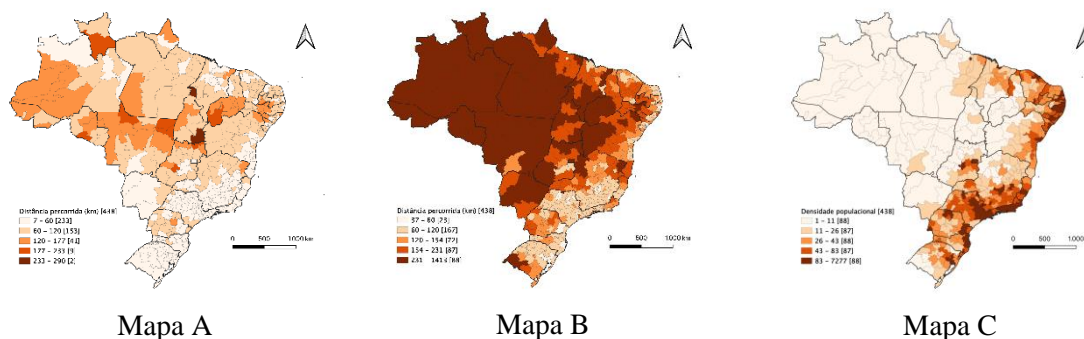
Nota: Matriz de pesos espaciais do tipo rainha ordem 1; Nível de pseudo-significância de 5%

A Figura 3.3 apresenta a distribuição dos indicadores de acesso geográfico ao cuidado hospitalar segundo as microrregiões de saúde. O painel A da Figura 3.3 mostra a distância média total percorrida para obter atendimento hospitalar. Para grande parte das microrregiões, 88%, o deslocamento é pequeno evidenciando capacidade e resolutividade do atendimento prestado no SUS no nível microrregional sob uma situação de demanda normal. As cores escuras mostram as 52 microrregiões que apresentaram maior necessidade de deslocamento sugerindo dificuldades de acesso ao cuidado hospitalar. Essas microrregiões estão localizadas nas regiões Norte e Nordeste do país.

O segundo indicador de acesso analisado é a distância média condicionada ao paciente ter saído de seu município de residência. Esse indicador é uma *proxy* da dificuldade de acesso no caso de necessidade de referenciamento (Figura 5.3 – painel B). Os resultados evidenciam que as dificuldades de acesso podem ser ainda mais importantes quando o atendimento requer um nível maior de complexidade. Considerando somente os pacientes que saíram do município de residência, 88 microrregiões têm deslocamento superior a 230 km. Esse conjunto de microrregiões apresenta uma situação de fragilidade e necessita de políticas especiais do Ministério da Saúde. Essa ausência de oferta hospitalar se deve, provavelmente, a baixa densidade demográfica observada nessas regiões que inviabiliza a oferta desse tipo de cuidado (Figura 3.3 painel C). O cuidado hospitalar requer uma escala populacional mínima para que seja ofertado de forma adequada e resolutiva. No contexto da epidemia de COVID-19, a alocação de leitos de campanha nessas regiões talvez não seja a política emergencial mais adequada. Essas microrregiões são desprovidas de oferta hospitalar e de recursos humanos, sendo necessário um esforço muito grande para organização dessa estrutura de oferta. Além disso, como a densidade demográfica é baixa, mesmo ampliando os locais de atendimento, é provável que o deslocamento dos pacientes ainda continue elevado. Uma alternativa de política seria fortalecer os profissionais da atenção primária para que estes sejam capazes de identificar os casos contaminados e acompanhar a sua evolução para garantir um encaminhamento no caso de agravamento da doença. Além disso, é

fundamental garantir a presença de unidades móveis de atendimento capazes de atender a demanda de deslocamento e de vagas para esses pacientes.

Figura 3.3: Distribuição da distância média total percorrida para atendimento hospitalar (A), distância média percorrida para pacientes que receberam atendimento fora do município de residência (B) e densidade demográfica por microrregião, Brasil, 2019.



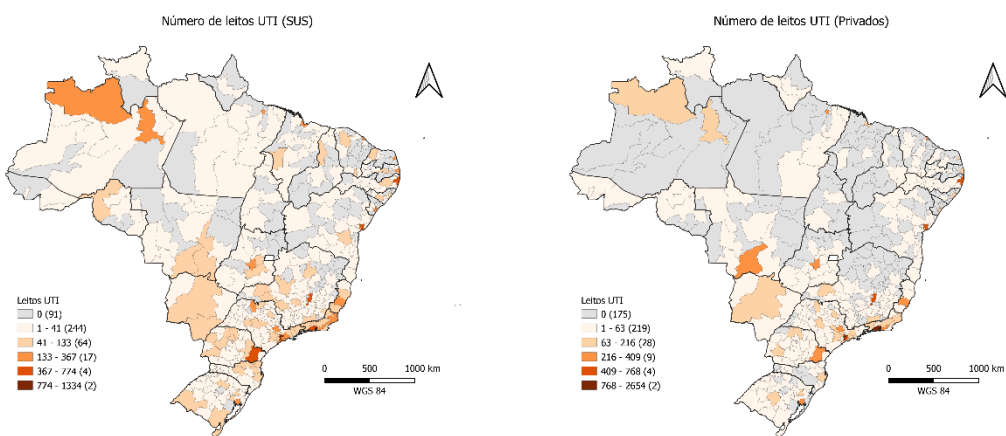
A Figura 3.4 apresenta a distribuição regional dos leitos UTI nos setores público (lado esquerdo) e privado (lado direito) para o ano 2019 no Brasil. Espera-se que para o total de casos confirmados de COVID-19 em 5% sejam necessários atendimentos em unidade de terapia intensiva com provável uso de ventilação mecânica. Segundo Carvalho (2017), a oferta total de leitos UTI no Brasil é adequada. O autor considera como parâmetro de oferta mínima a portaria 1631 de 2015 do Ministério da Saúde. Em situação de demanda normal o principal problema em 2015 seria em relação à distribuição entre as macrorregiões, e não em nível nacional (CARVALHO, 2017).

A oferta total de leitos UTI hoje no Brasil é de 34.464 (excluindo pediátricos, neonatal e queimados), dos quais 48% estão disponíveis para o SUS. Do total de microrregião de saúde, 24% (106) não possui oferta de leito UTI SUS, o que é esperado uma vez que diferente da oferta de cuidado hospitalar geral, a distribuição desses leitos é organizada no nível macrorregional (Figura 3.4 – lado esquerdo). Em geral, os atendimentos de alta complexidade compreendem eventos mais raros na população sendo necessária escala populacional mínima para garantir provimento com eficiência e qualidade. No contexto da epidemia de COVID-19, que amplia a demanda de forma abrupta em um pequeno intervalo de tempo, o parâmetro da portaria 1631 não é adequado para definição de necessidade de oferta. Nesse cenário, é preciso avaliar quantos leitos adicionais seriam necessários e onde esses leitos seriam ofertados. A Figura 3.4 (lado direito) mostra a distribuição dos leitos UTI privados. Observa-se que nesse caso, a participação dos leitos privados é inexistente em 175 (40%) microrregiões de saúde, com 84 contando apenas com a oferta leitos SUS. Por outro lado, em 15 microrregiões de saúde, a oferta privada é a única opção disponível. Uma possível decisão de política no cenário da epidemia do COVID-19 é a incorporação dos leitos privados para atendimento de toda a população, independentemente da presença de plano privado. Uma situação preocupante nesse cenário são as 91 microrregiões de saúde que não possuem oferta

de leito UTI, nem SUS e nem privado. A maior parte dessas microrregiões estão localizadas no Nordeste do país (52%).

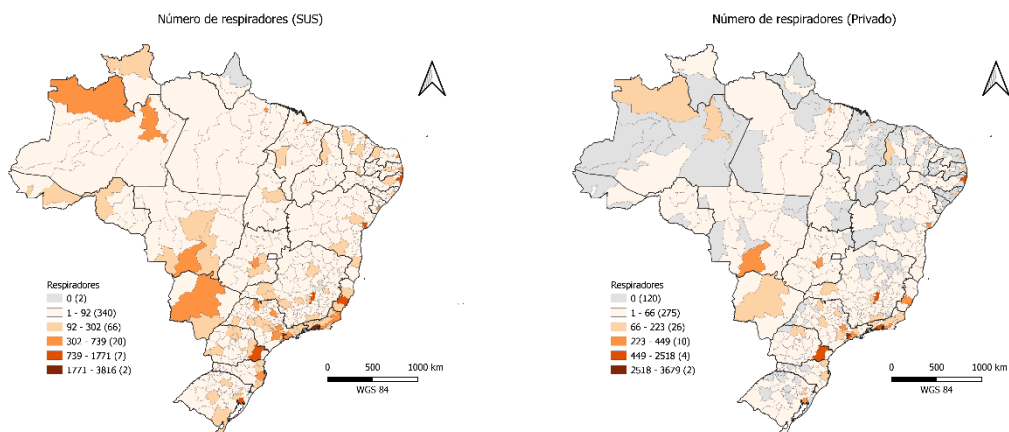
O indicador de distância média percorrida pelos pacientes que receberam atendimento fora do município de residência pode ser uma *proxy* para o deslocamento esperado no caso de necessidade de atendimento de alta complexidade. Como visto, 88 microrregiões apresentam deslocamento superior a 230 km, o que pode dificultar o atendimento de urgência para os casos severos de COVID-19. É fundamental que o Ministério da Saúde monitore esses casos para garantir um sistema de transporte aéreo para esses pacientes.

Figura 3.4 Distribuição da oferta de leitos UTI nos setores público e privado entre microrregiões de saúde, Brasil, 2019



A Figura 3.5 apresenta a distribuição da oferta de aparelhos de ventilação mecânica entre as microrregiões. Em 2019, o país contava com 65.608 aparelhos, sendo a maioria (70%) disponível para o SUS. Dessa forma, a sua oferta é verificada em praticamente todas as microrregiões de saúde, exceto em 2 (Figura 3.5 – lado esquerdo). Em contraposição, a oferta privada é inexistente em 120 (27,4%) microrregiões de saúde, sendo 53% localizadas no Nordeste, 18% no Sudeste e 16% no Norte (Figura 3.5 – lado direito).

Figura 3.5 Distribuição de aparelhos de respiração mecânica nos setores público e privado entre microrregiões de saúde, Brasil, 2019



4. Caracterização dos hospitais que prestam serviços para o SUS

Do total de estabelecimentos de saúde públicos e privados, 3.378 são hospitais gerais cujos indicadores hospitalares e de performance foram estimados em trabalho prévio de Botega, Andrade e Guedes (2020a, 2020b). Destes hospitais, 958 possuíam UTI clínica ou cirúrgica e 2.254 possuíam registro de respiradores em 2019. Vale ressaltar que 58 deles apenas ofertavam leitos cirúrgicos e clínico privados em 2019. Dessa forma, apenas 880 destes hospitais teriam condições de atender pacientes de COVID-19 em estado grave pelo SUS.

A Tabela 4.1 apresenta as principais características desses hospitais em termos de leitos disponíveis, atendimentos do aparelho respiratório que realizam, assim como o nível de resolutividade dos serviços prestados, retratados pelo escores médio de eficiência. Os hospitais gerais de pequeno e médio porte foram aqueles com maior participação percentual das internações respiratórias, 21,82% e 14,47% respectivamente. Mas em termos absolutos são os hospitais de grande porte que atendem um maior número médio de pacientes por causas respiratórias por mês (68 internações), e são esses os hospitais com maior resolutividade, com *scores* de eficiência técnica (0,74) e de escala (0,88) mais elevados. A maior parte dos hospitais está concentrada nos estados de São Paulo e Minas Gerais (Tab. 4.2).

Tabela 4.1 Características dos hospitais gerais, Brasil, 2019

	Porte Hospitalar			Total
	Pequeno	Médio	Grande	
Hospitais	1774	1144	460	3.378
% Total	52,52	33,87	13,62	100,00
% Leitos SUS ¹	93,07	86,22	85,73	89,75
	Média (dp)	Média (dp)	Média (dp)	Média (dp)
Capacidade²				
Leitos Clínicos e Cirúrgicos - Total	13,92 (7,92)	28,79 (15,29)	62,03 (40,72)	25,51 (24,36)
Leitos Clínicos e Cirúrgicos - SUS	12,68 (7,56)	24,74 (14,36)	54,01 (38,29)	22,39 (22,06)
UTI Clínicos e Cirúrgicos - Total	0,15 (1,33)	4,13 (6,60)	21,96 (19,90)	4,47 (11,00)
UTI - Clínicos e Cirúrgicos - SUS	0,10 (0,91)	3,28 (5,49)	18,35 (16,31)	3,67 (9,10)
Respiradores - Total	0,98 (2,04)	7,01 (9,59)	47,92 (42,43)	9,42 (22,79)
Respiradores - SUS	0,97 (2,03)	6,93 (9,62)	47,88 (42,47)	9,38 (22,80)
Internações por mês¹				
Total	62,78 (54,45)	237,67 (154,68)	842,02 (552,41)	228,12 (341,85)
Aparelho Respiratório	12,07 (11,84)	29,09 (22,77)	67,76 (54,72)	25,41 (31,59)
% Internações Aparelho Respiratório	21,82 (12,11)	14,47 (9,80)	8,56 (5,54)	17,52 (11,73)
Scores de Eficiência¹				
Eficiência Técnica	0,51 (0,22)	0,66 (0,19)	0,75 (0,19)	0,59 (0,23)
Eficiência de Escala	0,70 (0,27)	0,77 (0,23)	0,88 (0,16)	0,75 (0,25)

Fonte: ¹ CNES e SIH/SUS – 2015

² CNES e SIH/SUS – 2019

Tabela 4.2 Distribuição dos Hospitais Gerais com Respiradores por Unidade da Federação (UF), Brasil, 2019

Unidade da Federação	Porte Hospitalar			Total
	Pequeno	Médio	Grande	
RO	19	9	5	33
AC	8	2	3	13
AM	39	17	5	61
RR	7	0	1	8
PA	70	53	11	134
AP	2	1	2	5
TO	24	9	3	36
MA	111	45	7	163
PI	49	21	3	73
CE	82	55	13	150
RN	27	15	4	46
PB	36	24	9	69
PE	52	51	22	125
AL	12	15	5	32
SE	5	11	4	20
BA	229	86	19	334
MG	221	155	45	421
ES	19	28	13	60
RJ	33	66	41	140
SP	139	148	122	409
PR	178	77	30	285
SC	78	60	23	161
RS	94	109	42	245
MS	41	13	6	60
MT	55	23	4	82
GO	144	48	7	199
DF	0	3	11	14
Total	1,774	1,144	460	3,378

Fonte: CNES e SIH/SUS – 2019

5. Pareamento entre oferta e demanda sob choque de casos de COVID-19 no sistema de saúde brasileiro

A análise realizada nessa seção resulta do pareamento da oferta com a demanda estimada para quatro cenários de infecção da população por COVID-19 (0,01%, 0,1%, 1%, 10%, 20%, 40%) ao longo de diferentes horizontes temporais. A escolha de vários cenários para essas taxas decorre da incerteza com relação à propagação da epidemia entre as regiões. A utilização de diferentes taxas permite contemplar momentos distintos da taxa de infecção em cada região. Por exemplo, São Paulo e Rio de Janeiro já se encontram em estágios mais avançados da epidemia comparado ao Norte do país. Para a estimativa da oferta, foram considerados os leitos disponíveis (descontada a taxa de ocupação média de cada microrregião) dos leitos, gerais e de UTI, e de aparelhos de ventilação mecânica, tanto no SUS como no setor privado. Devido à indisponibilidade de informações, utilizou-se a taxa

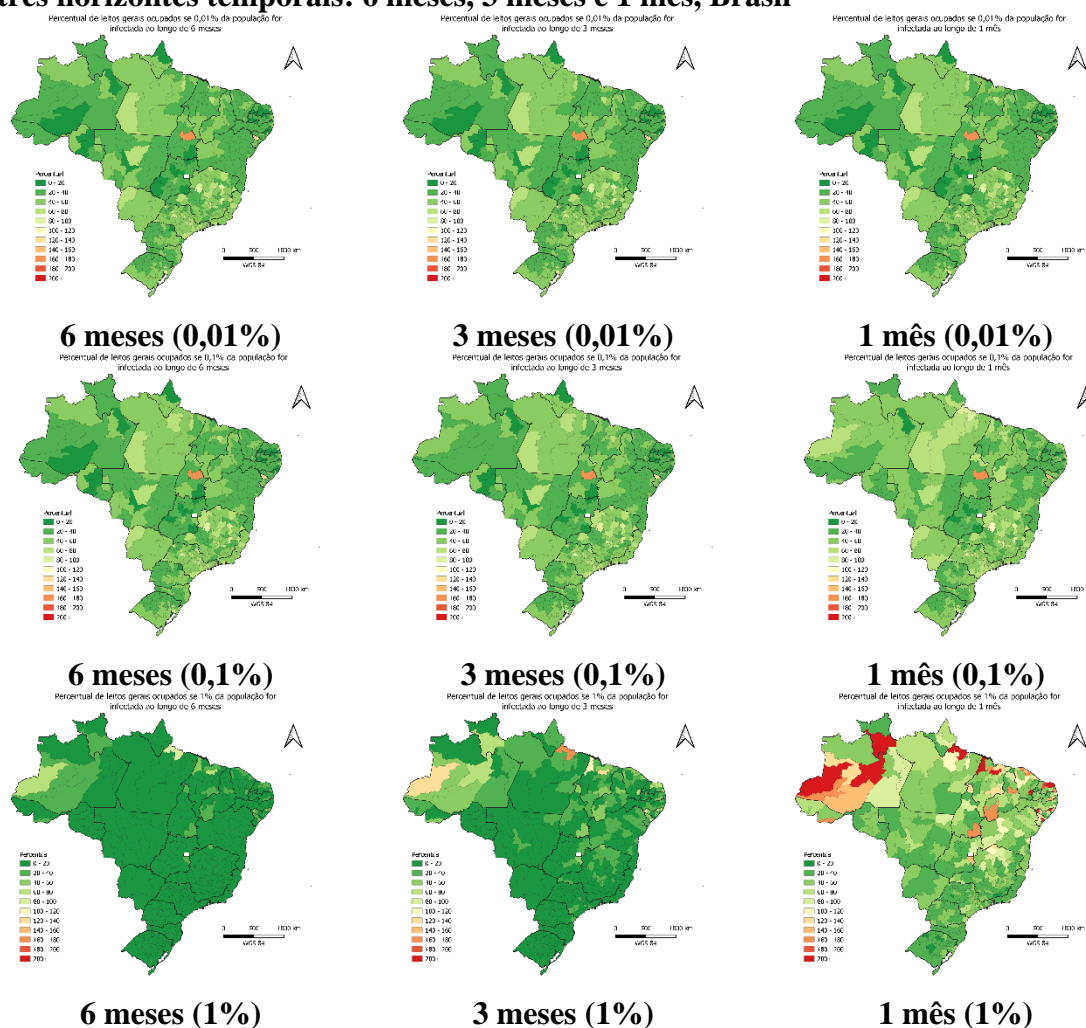
de ocupação do SUS como *proxy* para a oferta do setor privado para descontar os atendimentos prestados por outras causas.

O que ocorreria com o sistema de saúde se até 1% da população fosse infectada com o COVID-19?

Leitos Gerais

No caso de leitos gerais, os principais problemas começariam a surgir quando a taxa alcançasse 1% da população. Para taxas menores, 0,01% (Figura 5.1 – primeiro painel) e 0,1% (Figura 5.1 – segundo painel), independentemente do horizonte temporal, todas as microrregiões estariam operando com níveis inferiores a sua plena capacidade. No caso da taxa de infecção por COVID-19 atingir 1%, o impacto sobre a capacidade de atendimento de cada microrregião de saúde dependerá do horizonte temporal em que essa parcela da população estaria infectada (Figura 5.1 – terceiro painel). Em um cenário mais otimista, se essa taxa fosse alcançada em um período de 6 meses, nenhuma microrregião estaria operando além de sua capacidade. A taxa de ocupação dos leitos gerais disponíveis para pacientes infectados pelo COVID-19 ficaria entre 3% e 88%. No entanto, se ao invés de 6 meses, essa taxa fosse observada em apenas 1 mês, 48 das microrregiões de saúde (11%) estariam operando além de sua capacidade, ou seja, superariam 100% dos leitos disponíveis. Dentre essas 48 microrregiões, 12 estariam localizadas no Norte do Brasil, 32 no Nordeste, 2 no Sudeste e 2 no Centro Oeste.

Figura 5.1 Percentual de leitos gerais ocupados em cada microrregião de saúde considerando taxas de infecção por COVID-19 igual a 0,01%, 0,1%, 1% da população e três horizontes temporais: 6 meses, 3 meses e 1 mês, Brasil



Leitos UTI

A situação se torna mais dramática para os leitos UTI. Mesmo em um cenário mais otimista (taxa de 0,01% em 6 meses), seria observada uma sobrecarga em 113 microrregiões de saúde. Considerando uma taxa de infecção igual a 0,1%, o número máximo de microrregiões com oferta comprometida para o tratamento de casos mais graves seria igual a 192 (se esse percentual fosse alcançando em 1 mês). Ressalta-se, contudo, que 47% dessas microrregiões com sobrecarga do sistema não possuem oferta de leitos UTI, nem público, nem privado. Por ser de maior complexidade, a oferta de leitos UTI é organizada em nível macrorregional, não sendo prevista em todas as microrregiões de saúde. No entanto, a presença de microrregiões contíguas com déficit de leitos para atender a demanda esperada de sua população coloca em xeque a capacidade do município polo da macro em suprir toda a demanda de sua população de referência (Figura 5.2). No cenário de pandemia do COVID-19, serão necessárias medidas para que o sistema possa atender prontamente os casos de agravamento da doença. Isso dependerá da capacidade do município da microrregião deficitária em transportar o paciente

para as microrregiões superavitárias mais próximas. Essa capacidade está condicionada à existência de ambulâncias adequadamente equipadas para a realização desse traslado. Além disso, a microrregião receptora tem que ser superavitária o suficiente para poder absorver os pacientes do seu entorno. No cenário em que a taxa de infecção de 0,1% fosse alcançada em 1 mês, as 244 microrregiões superavitárias apresentariam uma taxa média de ocupação de 69%. Esse valor nos fornece uma ideia de quão crítica seria a capacidade das microrregiões superavitárias em absorver os pacientes de seu entorno. No entanto, esse valor pode diferir muito por macrorregião de saúde. Portanto, é necessária uma análise mais apurada que considere a capacidade média de cada macrorregião em absorver esses pacientes, tanto no que se refere à taxa de ocupação, como também da distância percorrida pelos pacientes que estão em localidades deficitárias. Essa análise será realizada em uma próxima versão desse relatório com base em exercícios de otimização entre a oferta e demanda levando em consideração a minimização da distância percorrida pelo paciente, a oferta de ambulâncias/SAMU e a dinâmica temporal de saturação da oferta das microrregiões.

O cenário mais dramático é observado quando a taxa de infecção de 1% é alcançada em apenas 1 mês. Nesse caso, o sistema praticamente entraria em colapso na medida em que 53% das microrregiões estariam operando além de sua capacidade (demanda estimada maior do que a quantidade disponível de leitos UTI). Esse resultado é especialmente grave uma vez que esses serviços são fundamentais para a recuperação dos casos mais vulneráveis à doença. Com a oferta comprometida, os efeitos sobre a mortalidade poderão ser catastróficos. Importante ressaltar que esses resultados são estimados considerando a taxa de ocupação média dos leitos UTI observada em 2019. Dessa forma, as medidas que estão sendo tomadas, como postergação de cirurgias eletivas, são fundamentais para diminuir a sobrecarga dos leitos UTI existentes tanto no setor público como no privado. Os resultados encontrados para leitos UTI mostram a importância da regulação do uso dos leitos no momento de pico da infecção. Devido a rapidez com que os casos graves evoluem é fundamental que as Secretarias de Saúde organizem a lógica do referenciamento para evitar tempo de espera que pode levar pacientes ao óbito.

Aparelhos de ventilação mecânica

No caso dos aparelhos de ventilação mecânica, apesar de menos severa, a situação também é preocupante. Independentemente do cenário, as microrregiões com déficit de oferta estariam concentradas no Norte e Nordeste do país. Considerando o cenário em que a taxa de infecção de 1% fosse alcançada em 6 meses, 26% das microrregiões estariam operando a uma taxa superior à sua capacidade, comprometendo com isso o atendimento dos pacientes mais graves. Se a taxa de infecção por COVID-19 alcançar 1% em apenas 1 mês, esse percentual seria de 38% (Figura 5.3).

Figura 5.2 Percentual de leitos UTI ocupados por microrregião de saúde considerando taxas de infecção por COVID-19 igual a 0,01%, 0,1% e 1% da população e três horizontes temporais: 6 meses, 3 meses e 1 mês, Brasil

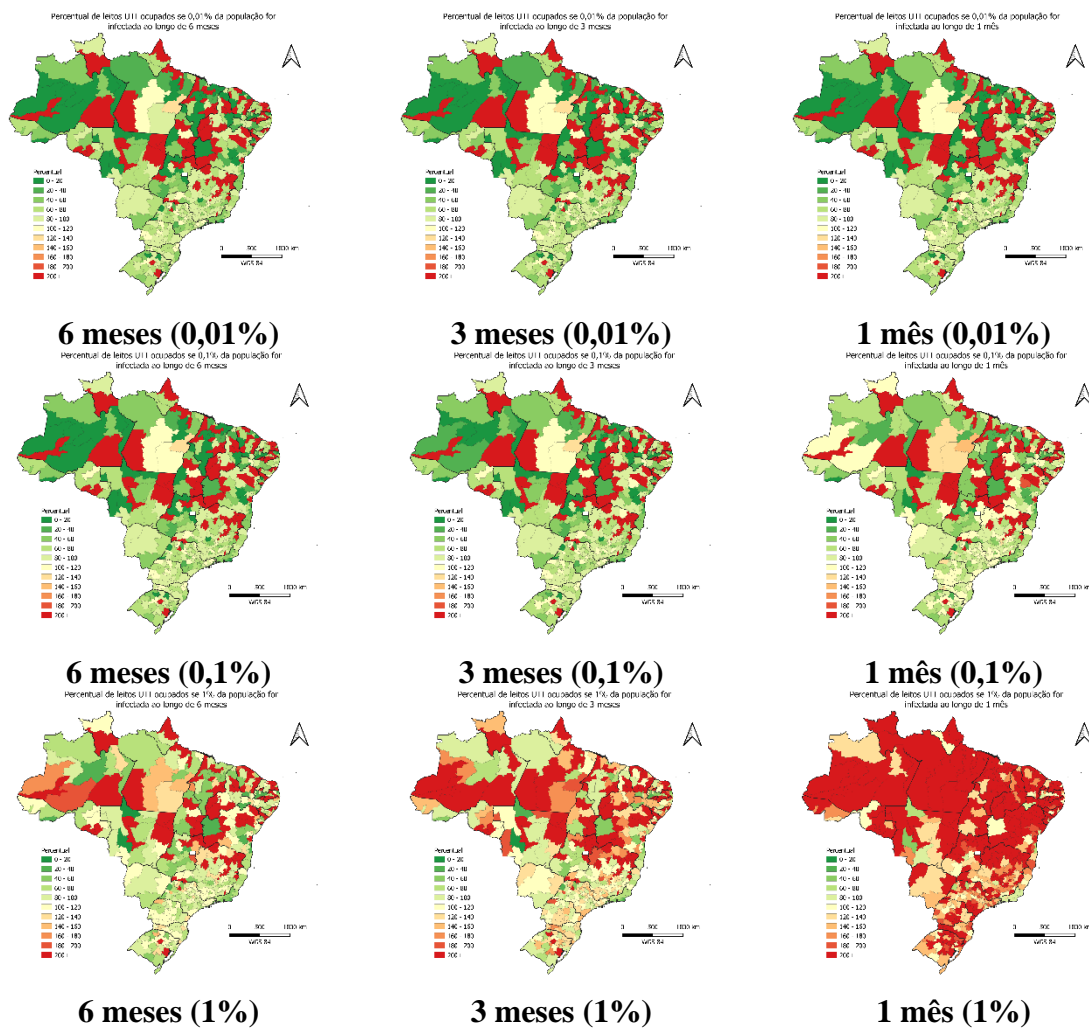
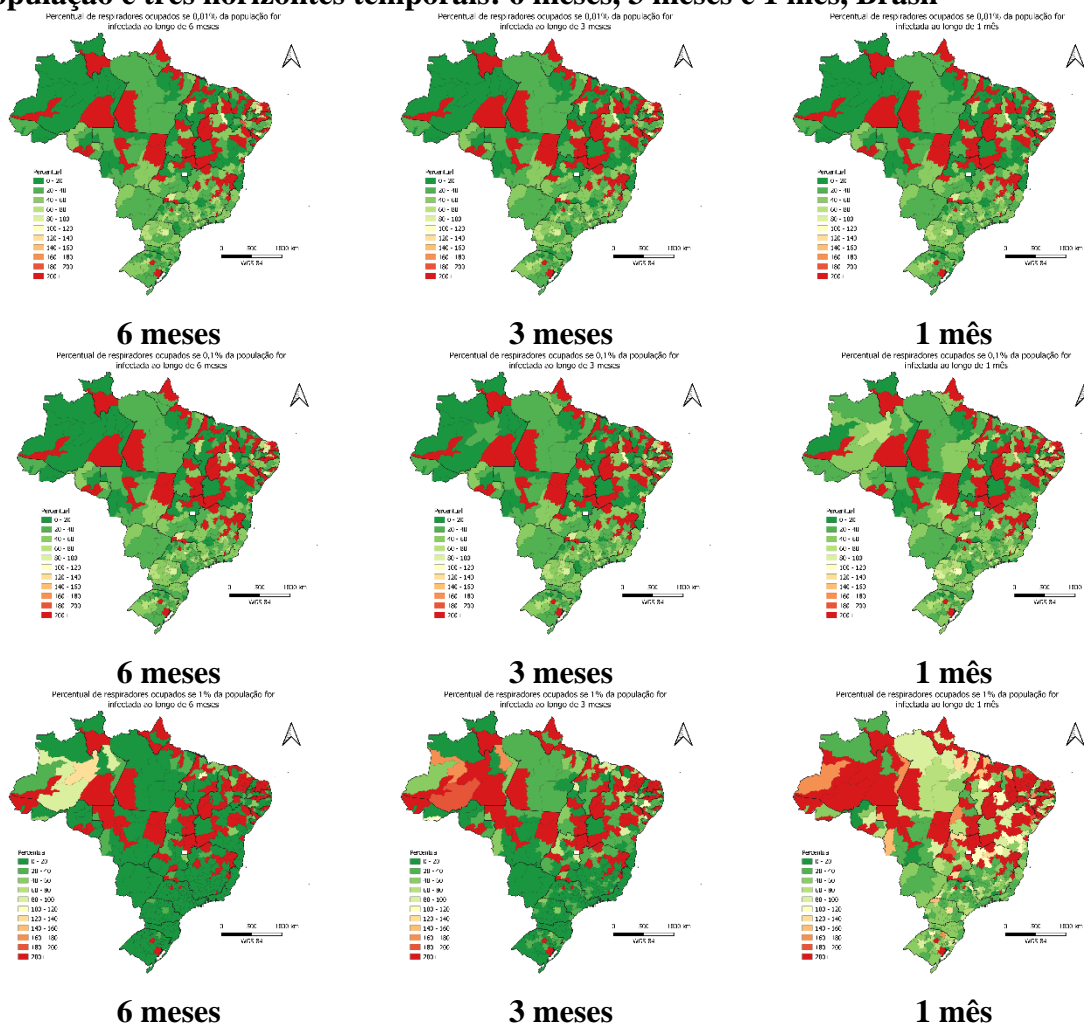


Figura 5.3 Percentual de aparelhos de ventilação mecânica ocupados por microrregião de saúde considerando taxas de infecção por COVID-19 igual a 0,01%, 0,1% e 1% da população e três horizontes temporais: 6 meses, 3 meses e 1 mês, Brasil

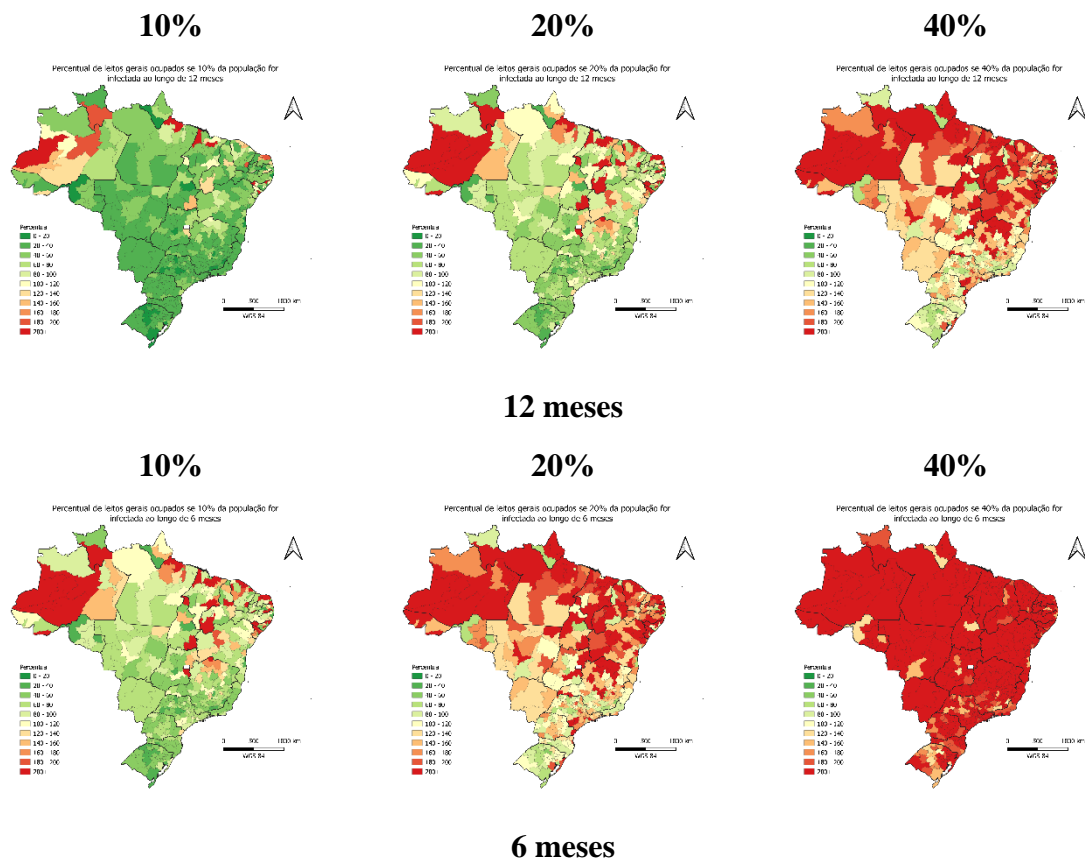


O que aconteceria com o sistema de saúde em um cenário de longo prazo na ausência de políticas para arrefecer a difusão do COVID-19 e de medicamentos eficazes para o tratamento da doença?

As Figuras 5.4, 5.5 e 5.6 apresentam o percentual de leitos (gerais e UTI) e de aparelhos de ventilação mecânica ocupados considerando três taxas de infecção por COVID-19 (10%, 20% e 40%), e dois horizontes temporais (6 e 12 meses). No caso de leitos gerais (Figura 7.4), o sistema de saúde conseguiria responder à demanda gerada pelo COVID-19 na maior parte das microrregiões de saúde se a taxa de infecção atingisse 10% em um período de 12 meses. Das 48 microrregiões (11%) que teriam sua oferta de leitos gerais comprometida, 28 estariam localizadas no Nordeste, 11 no Norte, 6 no Sudeste e 3 o Centro Oeste. Se a taxa de infecção alcançasse 20% nesse mesmo período, mais da metade (53%) das microrregiões estariam operando além de sua capacidade, ou seja, superariam 100% dos leitos disponíveis.

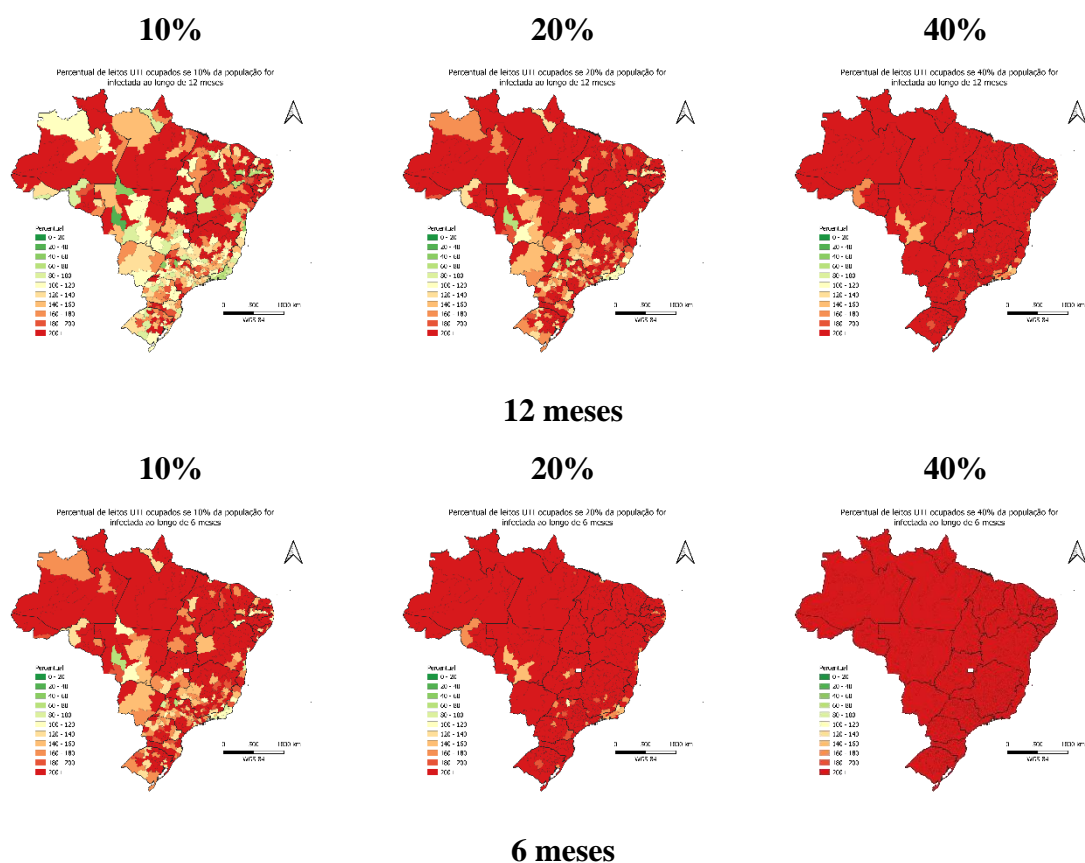
No caso da propagação do COVID-19 ocorrer de forma mais acelerada na população brasileira, a situação é muito preocupante. Considerando um período de 6 meses, o total de microrregiões que teriam a sua oferta de internações em leitos gerais comprometida será igual a 124 (taxa de infecção igual a 10%) e 353 (taxa de infecção igual a 20%). Se a taxa de infecção atingir 40% nesse período, todas as microrregiões superariam sua capacidade de atendimento.

Figura 5.4 Percentual de leitos gerais ocupados por microrregião de saúde considerando taxas de infecção por COVID-19 igual a 10%, 20% e 40% da população e dois horizontes temporais: 12 meses e 6 meses, Brasil



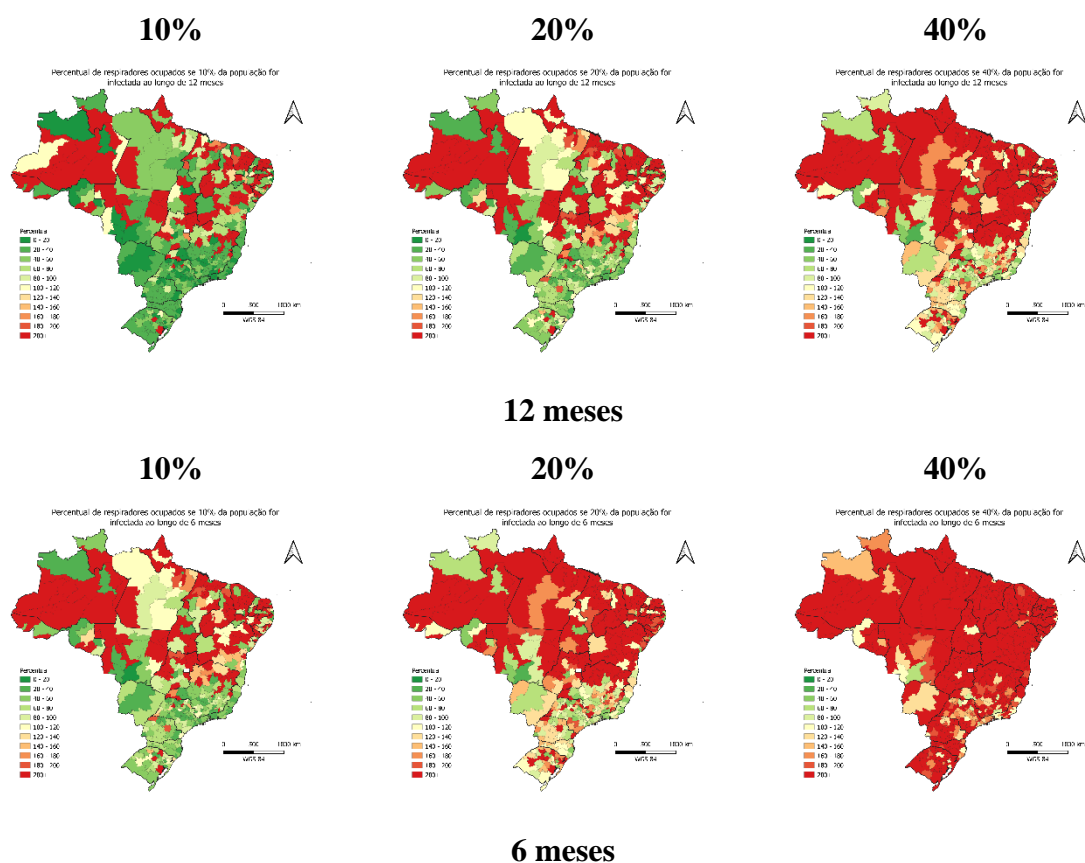
No caso de leitos UTI, o colapso do sistema já seria verificado mesmo no cenário em que a taxa de 10% ocorresse em um período maior (12 meses). Nessa situação, apenas 12% das microrregiões poderiam atender os pacientes de COVID-19 sem comprometimento da oferta. Nos demais cenários, praticamente 100% das microrregiões de saúde teriam um esgotamento dos leitos UTI (Figura 5.5).

Figura 5.5 Percentual de leitos UTI ocupados por microrregião de saúde considerando taxas de infecção por COVID-19 igual a 10%, 20% e 40% da população e dois horizontes temporais: 12 meses e 6 meses, Brasil



Em relação aos aparelhos de ventilação mecânica, as situações mais preocupantes são observadas principalmente nas microrregiões de saúde localizadas no Norte e Nordeste do país. Considerando o cenário de 12 meses, o total de microrregiões que teriam a sua capacidade de atendimento comprometida a pacientes com COVID-19 seria igual a 140 (taxa de infecção de 10%), 199 (taxa de infecção de 20%) e 328 (taxa de infecção de 40%). A não contenção da disseminação do vírus na população claramente tornaria mais grave a situação do sistema de saúde no Brasil. Alcançando uma taxa de infecção de 10% em 6 meses, 199 microrregiões de saúde não teriam condições de atender o total de pacientes que apresentam um quadro mais grave da doença. Se a taxa nesse período for igual a 20%, esse número subiria para 328, ou seja, quase a totalidade das microrregiões (Figura 5.6).

Figura 5.6 Percentual de aparelhos de ventilação mecânica ocupados por microrregião de saúde considerando taxas de infecção por COVID-19 igual a 10%, 20% e 40% da população e dois horizontes temporais: 12 meses e 6 meses, Brasil



6. Análise descritiva da distribuição de idosos e do perfil epidemiológico entre as microrregiões

As estimativas desse estudo foram realizadas utilizando os parâmetros etários de casos confirmados e de taxas de internação (geral e UTI) estimados para os EUA. Os resultados podem se diferenciar dependendo do perfil epidemiológico da população brasileira como um todo e em cada microrregião. O Brasil tem passado por um processo de envelhecimento acelerado e de forma tardia em relação aos países de renda mais elevada. Além disso, esse processo ocorre de forma diferenciada entre as regiões, acompanhando as desigualdades socioeconômicas marcantes no país. Adicionalmente, há no Brasil disparidades no que se refere a comportamentos e estilo de vida. De um lado, aspectos nutricionais têm propiciado o aumento da obesidade e, com isso, aumentando a prevalência de doenças relacionadas (SOUZA, 2016). De outro lado, o país tem tido sucesso, por meio de políticas públicas, em reduzir a prevalência de tabagismo. Essa redução, contudo, não tem sido uniforme no país, com a região Sul apresentando prevalência mais elevada (REIS, 2019). Um avanço das estimativas realizadas nesse estudo foi a incorporação de diferenças no perfil etário da população observadas entre as microrregiões, o que em certa medida, considera boa parte das diferenças epidemiológicas regionais. No entanto, diferenças em morbidade são ainda

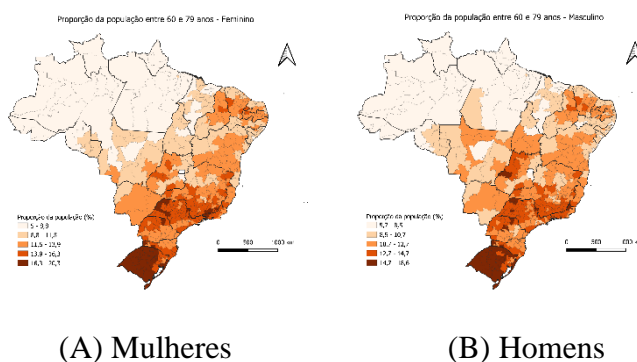
observadas mesmo controlando para idade como pode ser verificado na análise realizada nessa subseção.

Desde meados do século XX, o Brasil vem passando um por processo contínuo de transição demográfica, com uma redução acentuada nas taxas de fecundidade e mortalidade. Por sua vez, esse processo leva a um aumento gradual na proporção de pessoas idosas (acima de 60 anos) na população. Atualmente os idosos correspondem a 25% da população brasileira, segundo estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG, 2020).

Esse novo padrão demográfico tem fortes implicações sobre a saúde da população e sobre o Sistema Único de Saúde. De forma geral, os idosos apresentam um estado de saúde mais vulnerável, com maior prevalência de incapacidades funcionais e de doenças crônicas, demandando assim mais serviços de saúde (Peixoto et. al. 2004; Noronha e Andrade, 2005; Silveira et. al., 2013). Segundo a Organização Mundial de Saúde (*World Health Organization*, 2020), o SAR-COV-2 infecta pessoas de todas as idades. No entanto, evidências até o momento sugerem que os idosos correm um risco maior de desenvolver formas mais graves do *coronavirus infection disease* (COVID-19).

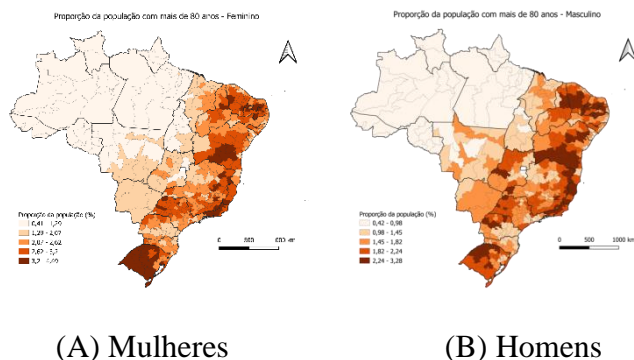
É importante ressaltar que o processo de envelhecimento populacional não acontece de maneira uniforme no território nacional. A Figura 6.1 apresenta a proporção de indivíduos entre 60 e 79 anos para as microrregiões de saúde do Brasil em 2019. As microrregiões com as maiores proporções de idosos se concentram no Sul e Sudeste, enquanto as microrregiões com as menores proporções estão no Norte do País. A Figura 6.2 mostra a proporção de pessoas com mais de 80 anos de idade por microrregião de saúde em 2019. Esse grupo é ainda mais vulnerável ao COVID-19, sendo mais suscetíveis a complicações causadas pelo repouso prolongado no leito durante a hospitalização (Ramos et. al., 1987; Hirsch et. al., 1990; Inouye et. al., 1998). As microrregiões com as maiores proporções de pessoas com 80 anos ou mais estão localizadas nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

Figura 6.1. Proporção de indivíduos entre 60 e 79 anos – Mulheres (A) e Homens (B) com 60 anos ou mais, por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.



Fonte: Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG, 2020)

Figura 6.2. Proporção de indivíduos com 80 anos ou mais – Mulheres (A) e Homens (B) com 60 anos ou mais, por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.



Fonte: Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFGM, 2020)

Ainda que os idosos sejam um importante grupo de risco da epidemia do COVID-19, as evidências recentes indicam que as condições crônicas são também um fator de risco em todas as idades (*World Health Organization*, 2020). Nesse estudo, analisamos as taxas de internação como uma *proxy* da morbidade das condições crônicas predominantes na população brasileira por microrregião. O Distrito Federal não foi incluído na análise devido a sua peculiaridade do ponto de vista político-administrativo, socioeconômico e epidemiológico.

As doenças do aparelho respiratório são a principal causa de internação da população brasileira, com uma taxa de 5,60 internações a cada mil indivíduos. Entre os idosos, a taxa de internação por doenças do aparelho respiratório é de 5,12 internações a cada mil indivíduos. As microrregiões da região Norte apresentam as melhores taxas, contudo não é possível verificar um padrão regional (formação de clusters), uma vez que a distribuição das taxas de internação por essa causa é muito dispersa no território nacional (Figuras 6.3 e 6.4).

A taxa de internação por doenças do aparelho circulatório na população geral é muito próxima da taxa de internação por doenças do aparelho respiratório (5,59 internações a cada mil habitantes), indicando assim a relevância dessa condição crônica sobre o perfil de morbidade da população brasileira. Entre os idosos, a taxa de internação por doenças do aparelho circulatório é de 13,21 a cada mil habitantes, superando as internações por doenças do aparelho respiratório. Segundo Marques e Confortin (2015), a causa mais frequente de internações entre os idosos no Brasil é a insuficiência cardíaca, seguida das pneumonias e das doenças pulmonares obstrutivas crônicas.

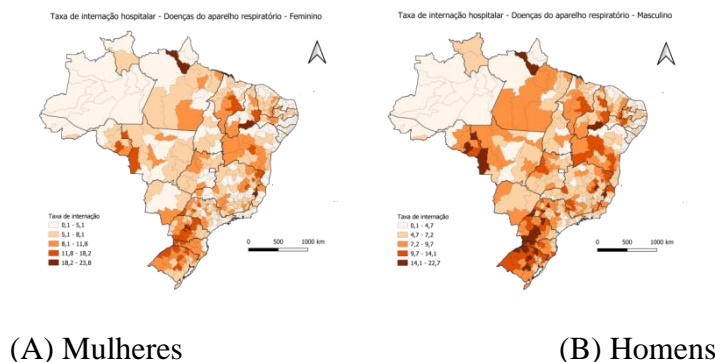
As Figuras 6.5 e 6.6 apresentam as taxas de internação hospitalar por doenças do aparelho circulatório para a população geral e idosa, respectivamente. Diferentemente das taxas de internação por doenças do aparelho respiratório, é possível observar uma concentração das microrregiões de saúde com maiores taxas de internação por doenças do aparelho circulatório no Sul e Sudeste, tanto para a população geral quanto para a população idosa.

Por sua vez, a taxa de internações por neoplasias é de 4,16 internações a cada mil indivíduos na população geral e de 7,02 por 100 mil na população idosa. As Figuras 6.7 e 6.8 apresentam as taxas de internação hospitalar por neoplasias para a população geral e para a população

idosa, respectivamente. Assim como no caso das doenças do aparelho circulatório, as maiores taxas de internação por neoplasias estão nas regiões Sul e Sudeste. É importante destacar, no entanto, que a distribuição espacial das taxas de internação por neoplasias para as mulheres é menos concentrada no espaço.

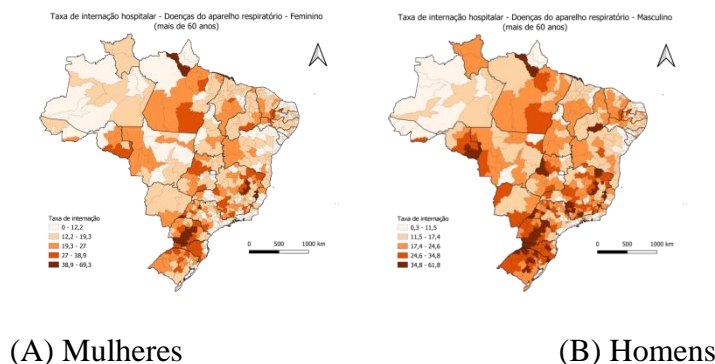
A taxa de internação por doenças do sistema endócrino no Brasil é de 1,15 internações a cada mil indivíduos, relativamente menor que a taxa de internação para demais doenças crônicas discutidas anteriormente. Entre a população idosa, essa taxa sobe para 2,09. Além de diabetes, a desnutrição e a depleção de volume são importantes causas endócrinas de internação da população idosa. Essas duas condições agudas afetam a saúde e o bem-estar dos idosos, especialmente quando associadas a longos períodos de internação e a prevalência de outras condições crônicas. As Figuras 6.9 e 6.10 mostram as taxas de internação por doenças do sistema endócrino para a população geral e idosa, respectivamente. Assim como observado para doenças do aparelho respiratório, não se observa uma concentração espacial das internações.

Figura 6.3. Taxa de internação hospitalar por doenças do aparelho respiratório – Mulheres (A) e Homens (B), por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.



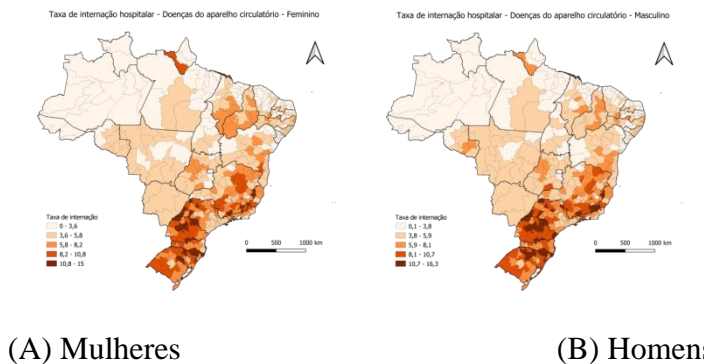
Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG, 2020).

Figura 6.4. Taxa de internação hospitalar por doenças do aparelho respiratório – Mulheres (A) e Homens (B) com 60 anos ou mais, por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.



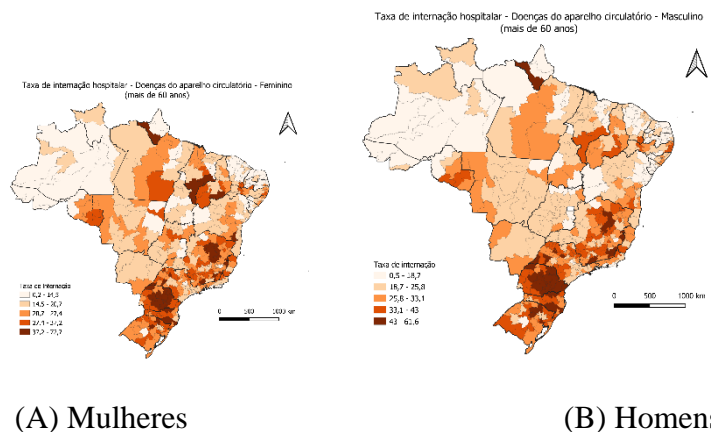
Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG, 2020).

Figura 6.5. Taxa de internação hospitalar por doenças do aparelho circulatório – Mulheres (A) e Homens (B), por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.



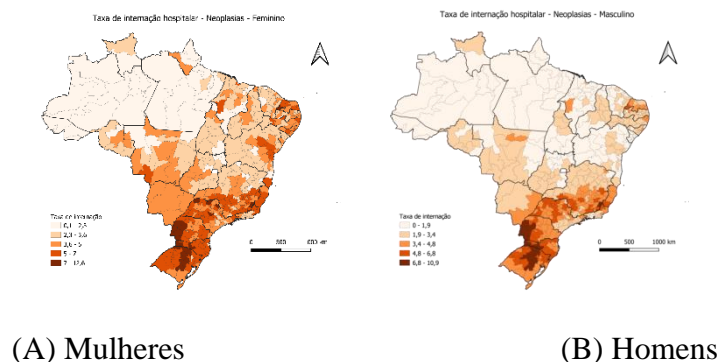
Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG, 2020).

Figura 6.6. Taxa de internação hospitalar por doenças do aparelho circulatório – Mulheres (A) e Homens (B) com 60 anos ou mais, por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.



Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG, 2020).

Figura 6.7. Taxa de internação hospitalar por neoplasias – Mulheres (A) e Homens (B), por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.

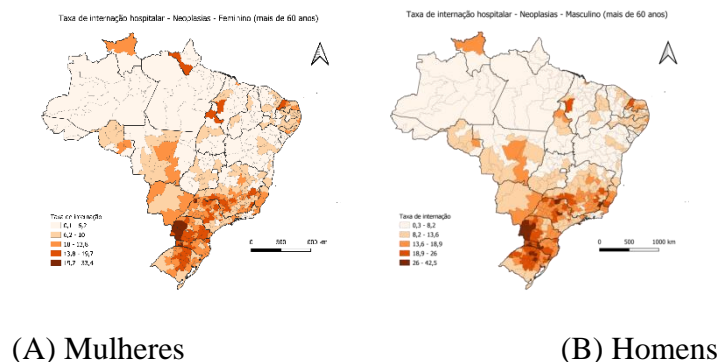


(A) Mulheres

(B) Homens

Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFGM, 2020).

Figura 6.8 – Taxa de internação hospitalar por neoplasias – Mulheres (A) e Homens (B) com 60 anos ou mais, por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.

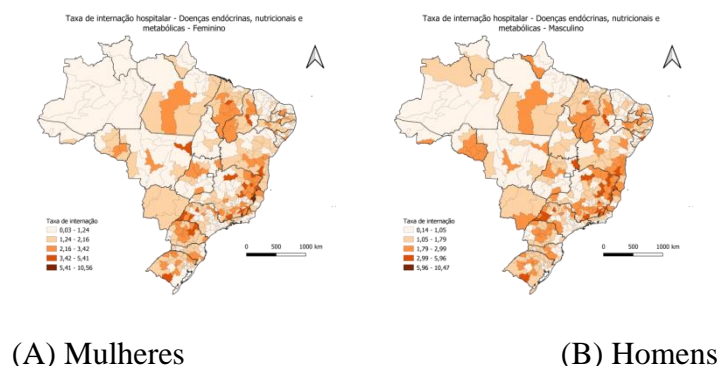


(A) Mulheres

(B) Homens

Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFGM, 2020).

Figura 6.9. Taxa de internação hospitalar por doenças do aparelho endócrino – Mulheres (A) e Homens (B), por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.

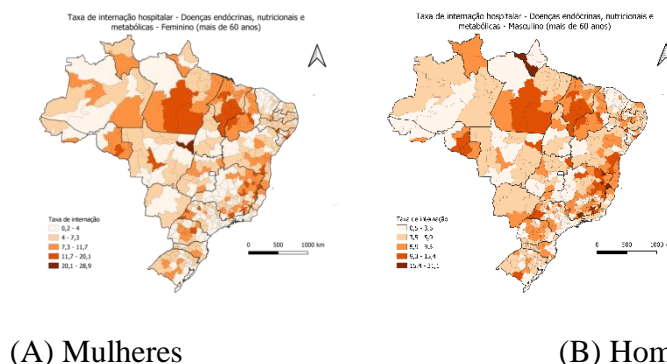


(A) Mulheres

(B) Homens

Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFGM, 2020).

Figura 6.10. Taxa de internação hospitalar por doenças do aparelho endócrino – Mulheres (A) e Homens (B) com 60 anos ou mais, por Microrregiões de Saúde do Brasil, 2019.



(A) Mulheres

(B) Homens

Fonte: Sistema de Internações hospitalares (SIH/DATASUS/MS, 2019); Estimativas populacionais do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG, 2020).

Pressupostos e Limitações da Metodologia Adotada

Para gerar as estimativas apresentadas nesse trabalho, adotamos vários pressupostos. Os resultados, portanto, estão sujeitos a inúmeras limitações. Versões futuras das nossas simulações considerarão exemplos de outros países, além dos EUA, dados atualizados segundo a evolução da epidemia no Brasil e no mundo, e exercícios de otimização entre a oferta e demanda levando em consideração a minimização da distância percorrida pelo paciente, a oferta de ambulâncias/SAMU e a dinâmica temporal de saturação da oferta das microrregiões.

Em relação à atual versão, destacamos alguns aspectos principais:

1) As estimativas populacionais podem conter erros tanto em sua distribuição geográfica quanto etária. Ainda que os métodos de projeções e estimação de pequenas áreas sejam de domínio dos pesquisadores, a precisão dos resultados depende da qualidade dos dados censitários e do grau de conhecimento sobre as verdadeiras funções de fecundidade, mortalidade e migração em cada área geográfica. Por exemplo, é possível que a distribuição de idosos por idade contenha erros (normalmente, sobrestimação) (TURRA, 2012), especialmente em regiões de menor índice de desenvolvimento humano.

2) As estimativas norte-americanas, utilizadas na estimação da demanda por internações, foram geradas tendo como denominador os casos confirmados de COVID-19 naquele país. O número de casos confirmados varia segundo uma série de fatores, incluindo a velocidade de propagação da epidemia, sua penetração nos diferentes subgrupos populacionais, a cobertura dos testes, a prevalência de comorbidades e o acesso aos serviços de saúde. Para realizar o exercício, assumimos que eventuais diferenças nesses fatores, entre os casos brasileiro e norte-americano, não afetarão a distribuição proporcional dos casos confirmados por idade utilizada no nosso trabalho. Além disso, assumimos que a confirmação de novos casos nos EUA não alterará sua distribuição por idade comparativamente à distribuição reportada no relatório do CDC, ou seja, não alterará as taxas de internação geral e UTI utilizadas neste trabalho como padrão para o Brasil.

3) Por não sabermos qual será o verdadeiro nível de infecção total (casos confirmados) e a duração da pandemia no Brasil e em cada uma de suas microrregiões, adotamos os diferentes cenários discutidos anteriormente. Dessa forma, aumentamos o grau de incerteza dos nossos resultados para lidar com o desconhecimento sobre a trajetória real da taxa de infecção, os níveis que ela alcançará no futuro e seu tempo de duração em cada área geográfica.

4) Adotamos o pressuposto que as taxas específicas por idade de internações hospitalares geral e UTI por COVID-19 no Brasil serão exatamente iguais às norte-americanas, tanto em relação ao seu nível, quanto em relação à sua estrutura por idade. Esse pressuposto será aceitável quanto mais similares forem os padrões de utilização de serviços de saúde nos dois países, durante a pandemia.

5) Como descrito na seção anterior, a prevalência de condições de saúde varia significativamente no território brasileiro. A heterogeneidade regional das taxas de morbidade pode afetar os desfechos (hospitalização e morte) por COVID-19 em cada microrregião. Em certa medida, parte dessa variação foi captada em nosso estudo, através da distribuição da população por idade. Entretanto, mesmo considerando que a transição de saúde e demográfica são correlacionadas, podem restar variações regionais na morbidade dentro de cada um dos grupos de idade.

6) Outros fatores ignorados em nossa análise são a forte presença de aglomerados subnormais, a composição e tamanho dos domicílios no Brasil. A co-residência de grupos de risco (idosos e indivíduos com outras morbidades) com grupos de idade que têm maior probabilidade de desenvolverem a forma assintomática da doença (crianças, jovens e adultos jovens) pode afetar as taxas de infecção e sua distribuição regional e temporal. O efeito dependerá da política de distanciamento social adotada pelas autoridades públicas.

7) As estimativas de leitos hospitalares (geral e UTI) e aparelhos de ventilação mecânica disponíveis para o atendimento dos pacientes com COVID-19 foram realizadas utilizando-se a taxa de ocupação média no SUS observada em 2019 para dos leitos gerais e UTI da microrregião de saúde. Essa taxa foi aplicada também para os leitos privado uma vez que não dispomos de informações de internações hospitalares para esse setor.

8) A oferta de leitos hospitalares e aparelhos de ventilação mecânica neste trabalho é mantida constante independentemente do choque de demanda gerado em função da pandemia. Nesse sentido, nem a realocação de internações eletivas nem a criação de novos leitos ou disponibilização de aparelhos são considerados.

9) A base de dados utilizada para estimar os leitos hospitalares e aparelhos de ventilação mecânica apresenta potencial de subestimação, principalmente em relação a leitos hospitalares. Nossas estimativas, portanto, refletem um cenário mais pessimista.

10) Outros trabalhos devem avançar em análises da capacidade de oferta por porte dos hospitais e questões de escala. Devem analisar, também, tanto as necessidades de profissionais diretamente envolvidos na assistência aos pacientes quanto aqueles envolvidos no suporte, higienização e outros que são essenciais para o funcionamento adequado dos hospitais na resposta à pandemia.

Referências Bibliográficas

- Botega LA, Andrade MV, Guedes GR. 2020a. Perfil dos Hospitais do Sistema Único de Saúde. *Revista de Saúde Pública*.
- Botega LA, Andrade MV, Guedes GR. 2020b. Brazilian hospitals' performance: an assessment of the Unified Health System (SUS). *Health Care Management Science*. DOI: 10.1007/s10729-020-09505-5
- Carvalho, LR. Distribuição espacial da oferta de saúde no Brasil no contexto do mix público-privado. 96 f. Dissertação (Mestrado em Economia) —Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, mar 2017.
- Ferguson, Neil M. et al. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. London: Imperial College COVID-19 Response Team, March, v. 16, 2020.
- Hirsch CH, Sommers L, Olsen A, Muller L, Winograg CH. The natural history of functional morbidity in hospitalized older patients. *J Am Geriatr Soc* 1990;38:1296-303.
- Inouye SK, Peduzzi PN, Robison JT, Hughes JS, Horwitz RI, Concato J. Importance of functional measures in predicting mortality among older hospitalized patients. *JAMA* 1998;279:1187-93.
- MARQUES e CONFORTIN (2015) Doenças do Aparelho Circulatório: Principal Causa de Internações de Idosos no Brasil entre 2003 e 2012. *Revista Brasileira de Saúde* 19(2):83-90, 2015
- Noronha, K. V. M. D. S., & Andrade, M. V. (2005). Desigualdades sociais em saúde e na utilização dos serviços de saúde entre os idosos na América Latina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 17, 410-418.
- Peixoto SV, Giatti L, Afradique ME, Lima-Costa MF. Custo das internações hospitalares entre idosos brasileiros no âmbito do Sistema Único de Saúde. *Epidemiol Serv Saúde*. 2004;13(4):239-46.
- Ramos LR, Veras RP, Kalache A. Envelhecimento populacional: uma realidade brasileira. *Rev Saúde Pública* 1987; 21:211-24.
- Reis, CS. A história de tabagismo no Brasil segundo coortes de nascimento, gênero e escolaridade e seus efeitos prováveis sobre a mortalidade adulta futura. Tese (Doutorado em Demografia) – Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2019.
- Silveira RE, Santos AS, Sousa MC, Monteiro TS (2013) Gastos relacionados a hospitalizações de idosos no Brasil: perspectivas de uma década. *Gestão e economia da saúde*;11(4):514-20
- Souza, MN. Um panorama do sobrepeso e obesidade adulta - perspectivas para o conjunto das capitais estaduais até 2030. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2016.
- Turra, CM. Os limites do corpo: a longevidade em uma perspectiva demográfica. *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais*, v.19, n.1 e 2, p. 156-181. 2012.
- World Health Organization. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 51.