Parte I – Cenários

5. Pandemia de Covid-19: o processo de interiorização e aceleração da transmissão no país

Mônica de Avelar Figueiredo Mafrá Magalhães
Christovam Barcellos
Diego Ricardo Xavier
Raphael de Freitas Saldanha

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

MAGALHÃES, M. A. F. M., BARCELLOS, C., XAVIER, D. R., and SALDANHA, R. F. Pandemia de Covid-19: o processo de interiorização e aceleração da transmissão no país. In: FREITAS, C. M., BARCELLOS, C., and VILLELA, D. A. M., eds. *Covid-19 no Brasil: cenários epidemiológicos e vigilância em saúde* [online]. Rio de Janeiro: Observatório Covid-19 Fiocruz; Editora Fiocruz, 2021, pp. 85-98. Informação para ação na Covid-19 series. ISBN: 978-65-5708-049-8. <https://doi.org/10.7476/9786557081211.0006>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Pandemia de Covid-19

o processo de interiorização e aceleração da transmissão no país

*Mônica de Avelar Figueiredo Mafra Magalhães, Christovam Barcellos,
Diego Ricardo Xavier e Raphael de Freitas Saldanha*

Com a identificação de um novo coronavírus como causador da infecção do surto que se espalhava pela China e com a declaração da primeira morte ainda na primeira quinzena de janeiro e o reconhecimento, um pouco mais tarde, de que a transmissão do novo agravo se dava entre indivíduos, os olhos do mundo se voltaram para uma possível pandemia que assolaria a população mundial. Quando em 30 de janeiro de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (Espii), instituições de saúde do Brasil começaram a monitorar a evolução e disseminação da nova doença que chegou em solo nacional no dia 26 de fevereiro.

Embora o país tenha declarado Espii ainda no início de fevereiro, isso não se traduziu em iniciativas e ações públicas de contenção e preparação para o enfrentamento da Covid-19. A desarticulação entre as esferas governamentais e o discurso negacionista de muitos representantes afetaram diretamente o planejamento das ações de saúde e de restrição de mobilidade de pessoas.

Essa desarticulação afetou, entre muitas áreas de responsabilidade do Ministério da Saúde, a de organização, estruturação e disseminação de dados. Com a demanda urgente de monitoramento da Covid-19 e, por conseguinte, a busca por dados confiáveis, surgiu a iniciativa MonitoraCovid-19, um sistema que integra dados sobre o novo coronavírus no Brasil e no mundo, com o objetivo de oferecer um retrato em tempo real da epidemia no país, por estados e por municípios, possibilitando comparação de tendências e extração de dados para análises. Trata-se de uma plataforma de grande usabilidade que tem sido bastante utilizada por diferentes tipos de consumidores de dados de saúde pública: população em geral, pesquisadores e estudantes e gestores.

Como parte das funções da equipe do MonitoraCovid-19, estava a divulgação da evolução da doença de maneira rápida e com uma linguagem acessível. Assim, desde março de 2020 são lançadas notas técnicas que abordam os assuntos mais emergentes no momento e ficam disponíveis no sistema para todos os usuários. Neste capítulo será abordado um dos temas que estiveram em foco durante algumas semanas no início da pandemia: a difusão do coronavírus nas cidades brasileiras desde a entrada do vírus no país até a disseminação pela quase totalidade dos municípios, em um processo que chamamos de interiorização da doença.

O PAPEL DA HIERARQUIA DAS CIDADES NA DIFUSÃO DE DOENÇAS

As doenças transmissíveis se disseminam no território de duas maneiras: a difusão hierárquica e a difusão por contágio. Na difusão hierárquica, um patógeno se espalha por uma série de cidades conforme seu tamanho relativo e a função que a cidade desempenha na região em que se localiza. Um conjunto de cidades está interligado através de uma rede que conecta as cidades chamadas centrais a núcleos urbanos que dependem dessas para realizar suas funções. Nesse mecanismo, um patógeno deve primeiro encontrar o caminho para uma cidade grande, no topo ou perto do topo, da hierarquia urbana. A partir daí, ele seguirá em cascata para cidades menores, com hierarquia mais baixa à medida que as pessoas percorrem essa rede, de cidades maiores para cidades menores.

Gould (1993) demonstrou que a rápida disseminação do HIV/Aids nos Estados Unidos da América de 1984 a 1990 poderia ser descrita como uma difusão urbana hierárquica. Nos casos de propagação de uma doença infecciosa dentro de uma mesma cidade, o mecanismo comumente usado para explicá-la é a difusão por contágio; os indivíduos devem estar próximos uns dos outros, a fim de facilitar a transmissão do patógeno nos grupos humanos. A maioria das doenças epidêmicas depende do agrupamento dos hospedeiros humanos em densidades capazes de sustentar uma cadeia de transmissão por meio da difusão por contágio (Haggett, 2000).

Entretanto, modelos baseados inteiramente em descrições de difusão hierárquica e de contato podem ser inadequados se não considerarem a natureza altamente móvel e dinâmica das relações intra e intercidades. Inclui-se nessa interação a circulação de pessoas em busca de serviços, lazer e mercadorias, uma vez que o vírus pode ser disseminado por meio da infecção por superfícies contaminadas.

Desse modo, os modelos de disseminação devem levar em consideração as redes de transporte – aérea, rodoviária, hidroviária – com suas características, sua velocidade de conexão, sua capacidade e capilaridade. No Brasil há marcantes diferenças entre as regiões, com uma parte do território bem servida de aeroportos e rodovias bem

pavimentadas e outras áreas onde a locomoção se dá basicamente por vias fluviais ou estradas precárias. Para avançar nessa direção, também é fundamental que a análise de disseminação seja baseada em redes que considerem o modo como a população se organiza, onde busca serviços e lazer.

A DIFUSÃO E A INTERIORIZAÇÃO DO CORONAVÍRUS NAS CIDADES BRASILEIRAS

No caso da Covid-19, que tem rápida velocidade de contágio e provoca alta letalidade entre os doentes, sobretudo em populações mais vulneráveis como idosos e pessoas que apresentam comorbidades associadas, entender a dinâmica da população e a capacidade de serviços de saúde instalados se torna mais importante. Embora sejam observados alguns padrões, a epidemia de Covid-19 apresenta comportamento diferente daquele de outras epidemias recentes, principalmente em relação à velocidade de propagação, que é rápida e difusa.

Como na maioria dos países, o início da disseminação da doença no território nacional acompanhou os grandes hubs aeroportuários, e num segundo momento, pareceu se deslocar para municípios médios até chegar aos municípios menores. O tamanho populacional e, por consequência, o nível de centralidade do município parece responder pelo processo de propagação da Covid-19.

ENTENDENDO O TERRITÓRIO

Os dados sobre casos e óbitos foram coletados no MonitoraCovid-19 (Icict/Fiocruz, 2020). O número de habitantes dos municípios se refere às estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2020 (IBGE, 2020)

O foco da análise das notas técnicas que deram origem a este capítulo foi o período de 26/02/2020 a 13/06/2020, que corresponde às semanas epidemiológicas¹ de 9 a 24, o período de maior disseminação espacial no país.

Para acompanhar o fenômeno da interiorização, os municípios foram classificados segundo o número de habitantes em seis classes: até 10 mil, de 10 a 20 mil, de 20 a 50 mil, de 50 a 100 mil, de 100 a 500 mil e acima de 500 mil, conforme apresentado na Figura 1.

¹ Semana epidemiológica é uma forma padronizada de contabilizar as semanas do calendário gregoriano. A equivalência entre semanas epidemiológicas e datas do calendário pode ser encontrada em <<https://portalsinan.saude.gov.br/calendario-epidemiologico-2020>>.

Figura 1 – Municípios segundo tamanho da população – Brasil, 2020

Legenda**Classes segundo tamanho da população**

- Até 10 mil hab
- De 10 a 20 mil hab
- De 20 a 50 mil hab
- De 50 a 100 mil hab
- De 100 a 500 mil hab
- Mais de 500 mil hab

E para corroborar os resultados, foi analisada a difusão espacial utilizando-se também a classificação dos municípios definida pela pesquisa de Regiões de Influência das Cidades (Regic), produzida pelo IBGE (2008), que classifica os centros urbanos segundo a identificação de determinados equipamentos, serviços e estrutura de gestão pública e privada em hierarquias urbanas (Figura 2). Quanto mais alta a posição na hierarquia, maior o poder de atração de pessoas e a área de influência de uma cidade. Cinco grandes níveis hierárquicos foram identificados na Regic 2007: *Metrópoles* - principais centros

urbanos do Brasil, que apresentam redes urbanas denominadas “redes de influência” com grande grau de extensão, algumas com influência em todo o território nacional; *Capitais regionais* - exercem influência no estado e em estados próximos; *Centros sub-regionais* - compreendem cidades que exercem influência preponderante sobre os demais centros próximos, por se distinguirem em termos de bens, serviços e outros aspectos de centralidade; *Centros de zona* - municípios ou cidades que apresentam importância regional, limitando-se às imediações/redondezas, e exercem funções elementares de gestão; e os *Centros locais*, representados pelos restantes dos municípios cuja importância não extrapola os limites municipais. As análises do IBGE consideram subclassificações que não serão abordadas aqui. Na edição de 2008, os quatro primeiros níveis hierárquicos eram constituídos por 802 centros urbanos, ao passo que no último nível estavam as 4.473 cidades cuja atuação é restrita apenas à área de seus municípios e seus habitantes.

Figura 2 – Áreas de influência segundo hierarquia das cidades – Brasil, 2007

Fonte: dados da Regic 2007 (IBGE, 2008).

EXPLICITANDO O PROCESSO DE INTERIORIZAÇÃO DA COVID-19 NO BRASIL

O processo de difusão da Covid-19 no Brasil pareceu seguir a lógica observada na maioria dos países onde, a partir de grandes centros urbanos, a doença se disseminou para cidades médias e depois para as cidades pequenas, mais interioranas. A difusão em escala nacional entre os centros urbanos de nível mais alto parece ter decorrido de ligações aéreas e o espalhamento em escala regional dependeu das ligações rodoviárias e intraurbanas (no caso de grandes conurbações como as metrópoles).

Na Tabela I estão apresentados os municípios com casos positivos para Covid-19, segundo classes de tamanho populacional. Observando-se a evolução de casos semana a semana, verifica-se um padrão de difusão hierárquica dos casos, isto é, a doença foi atingindo primeiramente as cidades mais populosas e distantes entre si e, posteriormente cidades menores e mais próximas foram se positivando (notificação de pelo menos 1 caso). Na semana epidemiológica 13 (22 a 28/03/2020), isto é, um mês após a entrada no Brasil, todos os municípios com mais de 500 mil habitantes já apresentavam casos da doença. Entre os municípios com população entre 100 mil e 500 mil habitantes, 42,4% dos municípios já apresentam a doença. Nos municípios com população entre 50 e 100 mil habitantes, 14,3% têm presença de casos. Na semana epidemiológica 17 (19 a 25/04/2020), dois meses após o início da pandemia no país, os municípios com mais de 50 mil estavam quase todos positivados. Metade dos municípios com população entre 20 e 50 mil, 25,6% dos municípios com população entre 10 a 20 mil habitantes e 10% dos municípios com população de até 10 mil habitantes apresentavam casos de Covid-19. O Gráfico I permite observar a defasagem de tempo na chegada da doença aos grupos de municípios e como o crescimento da positividade municipal foi evoluindo ao longo das semanas. Verifica-se que as classes de municípios com maiores populações foram se positivando antes dos municípios menores.

Tabela 1 – Proporção de municípios positivos segundo classificação por tamanho da população

Classes	N. de municípios	Semanas epidemiológicas															
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
até 10 mil	2.452	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,4	3,4	6,2	10,0	15,7	24,4	32,8	44,3	52,8	61,2	67,7
10 a 20 mil	1.344	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	9,2	15,6	25,6	37,6	50,9	64,6	74,1	81,6	87,1	90,6
20 a 50 mil	1.101	0,0	0,0	0,0	1,5	4,5	11,4	22,6	36,4	50,7	65,2	75,8	84,3	89,7	94,5	97,3	98,5
50 a 100 mil	349	0,0	0,0	0,9	5,4	14,3	30,9	53,3	71,3	80,8	90,0	96,0	97,7	99,1	99,7	99,7	99,7
100 a 500 mil	276	0,0	0,7	2,5	21,4	42,4	76,8	90,9	96,4	98,9	99,6	99,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
mais de 500 mil	48	2,1	8,3	39,6	79,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total	5.570	0,0	0,1	0,5	2,4	5,4	10,4	16,9	23,8	31,4	40,3	49,8	58,6	67,1	73,7	79,2	83,2

Fonte: IBGE, 2020.

Gráfico I – Percentual de municípios com casos confirmados segundo a classe populacional por semana

Fonte: IBGE, 2020.

A partir das informações analisadas na perspectiva da Regic 2007, é possível observar que os primeiros casos ocorreram nas duas principais metrópoles nacionais: São Paulo e Rio de Janeiro, que na hierarquia urbana brasileira vinculam o país à economia global, já que nelas estão localizados os principais aeroportos do Brasil. Em seguida, no geral, passam a ser registrados casos em Brasília e em outras metrópoles ao redor do país, com grande vinculação aérea às principais metrópoles e conectadas também a outros países. Assim, o coronavírus se espalhou por todas as regiões do país, inicialmente pelas metrópoles.

A difusão da doença continuou a ocorrer a partir das metrópoles e capitais regionais em direção a outros níveis da hierarquia urbana brasileira. Logicamente, não há uma relação linear de passagem de níveis. Centros urbanos inferiores mais próximos das capitais regionais e metrópoles registraram casos antes de centros sub-regionais mais interioranos. Uma aproximação dessa análise é exposta na Figura 3.

Figura 3 – Municípios com casos de Covid-19 e hierarquia urbana segundo a Regic 2007

Fonte: IBGE, 2020.

Os mapas da Figura 4 mostram a distribuição espacial dos casos de Covid-19 por municípios desde o início, em 26 de fevereiro de 2020. Na semana epidemiológica 24 (7 a 13/06/2020) em todas as regiões e todos os estados da federação são observados casos de transmissão de forma comunitária da doença.

Figura 4 – Municípios com casos por semana epidemiológica – Brasil, 2020

O tempo de recuperação lento associado à alta taxa de contaminação acaba por provocar o colapso em sistemas de saúde que não apresentem capacidade de prolongamento da curva epidêmica no tempo.

O avanço em direção às cidades menores revelou uma situação preocupante em razão da menor disponibilidade e capacidade dos serviços de saúde. A busca por atendimento ampliou a pressão sobre os serviços de saúde.

A disseminação da doença ocorreu das metrópoles e capitais regionais em direção aos centros de zona e centros locais. Porém, a busca por atenção à saúde ocorreu no sentido contrário, com os serviços mais complexos disponíveis nos centros de nível hierárquico mais alto, voltados para o atendimento dos casos clínicos mais problemáticos, que exigem serviços de maior complexidade, como as UTIs.

Por isso, explorar informações a respeito dos fluxos em busca da atenção à saúde registrados na Regic foi importante. A lógica de conformação das redes urbanas rompe o limite administrativo municipal e torna mais eficiente a organização do serviço, considerando que, apesar da autonomia dos municípios, muitos deles não apresentam capacidade operacional para atendimento, sobretudo de casos graves. O que pode ter influenciado o número de óbitos.

Ribeiro e colaboradores (2020) tratam esse tema dirigindo o olhar para o impacto da Covid-19 nas cidades de acordo com seu tamanho. Segundo esses autores, cidades pequenas são proporcionalmente mais afetadas durante a propagação inicial da doença, por conta do número cumulativo de casos, e mortes *per capita* diminuem inicialmente com o tamanho da população. No entanto, a longo médio e prazos, as grandes cidades passam a apresentar maior incidência de casos e mortes. Provavelmente, esses padrões estão relacionados à existência, proporcionalmente, de mais infraestrutura de saúde nas grandes cidades e menor proporção de idosos nas grandes áreas urbanas.

Figura 5 – Municípios com óbitos por semana epidemiológica – Brasil, 2020

A Figura 5 mostra um conjunto de mapas com a distribuição espacial da ocorrência de óbitos por Covid-19 nos municípios brasileiros por semana epidemiológica.

REFLEXÕES FINAIS

O espalhamento da pandemia para cidades de menor porte acentua a preocupação com a organização do Sistema Único de Saúde (SUS) e com o fluxo de pacientes e insumos para suprir as necessidades desses municípios cujos serviços de saúde têm, em geral, capacidade limitada.

Os primeiros dados sobre a pandemia de Covid-19 no Brasil mostraram que as grandes cidades foram mais afetadas até a semana epidemiológica 13 e que nas semanas subsequentes a transmissão se estendeu para cidades menores. Essa difusão se deu em maior ou menor velocidade em função das medidas de restrição de mobilidade que foram sendo implementadas por estados e municípios. O transporte rodoviário teve papel importante na difusão da doença nas próximas semanas.

O comportamento espacial das pessoas foi uma das chaves para se entender a difusão espacial do Sars-CoV-2 (Meng *et al.*, 2005). Em relação à disseminação da pandemia de Covid-19, verificou-se a importância de medidas de isolamento social e de restrições ao deslocamento de pessoas e mercadorias, limitando-o aos serviços essenciais (saúde, policiamento, entre outros) e aos artigos de primeira necessidade nesse momento.

Freitas e colaboradores (2020) oferecem ferramentas para a compreensão e apoio à decisão no caso de intervenções de mobilidade intermunicipais relacionadas à pandemia de Covid-19 e a outras epidemias: a análise das redes de mobilidade intermunicipais brasileiras com diferentes limiares de fluxo no início do surto, quando a interiorização da doença ainda não está em andamento, e a abordagem de redes complexas, considerando que a rede de mobilidade da população serve como *proxy* para a propagação do Sars-CoV-2.

REFERÊNCIAS

- HAGGETT, P. *The Geographical Structure of Epidemics*. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- MENG, B. *et al.* Understanding the spatial diffusion process of severe acute respiratory syndrome in Beijing. *Public Health*, 119(12): 1.080-1.087, 2005.
- FREITAS, V. L. S. *et al.* The correspondence between the structure of the terrestrial mobility network and the spreading of Covid-19 in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(9): e00184820, 2020. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2020000905008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 abr. 2021.
- GOULD, P. *The Slow Plague: a geography of the Aids pandemic*. Cambridge: Blackwell, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Regiões de Influência das Cidades* 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?edicao=16168&t=downloads>. Acesso em: 1 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Projeção da população do Brasil por sexo e idade: 1980-2050: revisão 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2020. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=downloads>. Acesso em: 29 abr. 2020.

INSTITUTO DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM SAÚDE/FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (ICT/FIOCRUZ). *Monitora Covid-19*. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://bigdata-covid19.ict.fiocruz.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

RIBEIRO, H. V. *et al.* City size and the spreading of Covid-19 in Brazil. *PlosOne*, 15(9): e0239699, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239699>>. Acesso em: 26 abr. 2021.