

## Modelagem de dados da COVID-19 para uma cidade brasileira

### COVID-19 data modeling for a brazilian city

DOI:10.34117/bjdv7n6-741

Recebimento dos originais: 07/05/2021

Aceitação para publicação: 30/06/2021

#### **Manfredo Frederico Felipe Hoppe**

Mestre em Engenharia Civil ( CEFET-MG)

Instituição de atuação atual: Universidade Federal de Minas Gerais ( Doutorando)

Endereço: Rua Pelegrino de Paulo Ferreira, 403 Contagem - Minas Gerais, 32017-400

E-mail: hoppearquitetura@hotmail.com

#### **Renato Cesar Ferreira de Souza**

PHD - (University of Sheffield, Reino Unido)

Instituição de atuação atual: Universidade Federal de Minas Gerais (Professor)

Endereço: R. Paraíba, 697 - Savassi, Belo Horizonte - MG, 30130-141

E-mail: rcesarfs@gmail.com

#### **Waleska Teixeira Caiaffa**

PHD (Johns Hopkins University)

Instituição de atuação atual: Universidade Federal de Minas Gerais (Professora)

Doutora e professora da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Av. Prof. Alfredo Balena, 190 - Santa Efigênia, Belo Horizonte - MG, 30130-100

E-mail: caiaffa.waleska@gmail.com

### **RESUMO**

A pandemia do Covid 19 é estudada por polaridades que podem estabelecer valores escalares na modelagem da doença. Um experimento é proposto para prever o contágio em uma cidade brasileira, e o modelo utilizado tem suas hipóteses e métodos criticados. Conclui-se que o modelo é insuficiente para ser admitido como base para intervenções urbanas de contenção, e a hipótese menos refutável apresenta-se para pesquisas futuras. Conclui-se a necessidade do reforço da complexidade da modelagem da pandemia na busca de previsões melhores e mais eficazes.

**Palavras-Chave:** Modelagem da pandemia, Contradições infraestruturais, Aplicação de SIG, Crítica aos erros de modelo.

---

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

## ABSTRACT

The Covid 19 pandemic is studied for polarities that can establish scalar values in modeling the disease. An experiment is proposed to predict contagion in a Brazilian city, and the model used has its hypotheses and methods criticized. It is concluded that the model is insufficient to be accepted as a basis for urban containment interventions, and the less refutable hypothesis is presented for future research. It concludes with the reinforcement of the complexity of the pandemic and care for its better and more effective modeling.

**keywords:** Modeling the pandemic, Infrastructure contradictions, GIS application, Critical to model errors.

## 1 INTRODUÇÃO

“Modelo” é a representação de um conjunto de partes coordenadas para atingir um conjunto de objetivos. Tratam-se de partes interagentes que podem, por exemplo, ser mapeadas e determinar a organização estrutural do sistema, a finalidade de cada parte e suas medidas de rendimento (Bertalanffy, 1968). Podem testar e fornecer alguma preditibilidade do alcance do sistema, quando empiricamente aplicado.

Para uma modelagem da pandemia de Covid-19, inicialmente tratamos de aspectos de significância histórica, do conjunto de pares de características contraditórias da pandemia. Para o viés urbano e municipal, argumentamos a escolha das características espaciais de uma cidade brasileira. Para estudar o contágio da Covid-19, tecemos algumas hipóteses sobre como elaborar esse modelo, e propomos alguns alinhaves de soluções espaciais. Juntando as soluções às hipóteses, fazemos uma crítica radical ao produto gerado, enfatizando seus aspectos epistemológicos, para refletir sobre a totalidade que compreende a doença.

Concluimos que o modelo experimental erra ao reduzir a totalidade do fenômeno estudado, e incluímos alguns conceitos sobre eventos críticos, vislumbrando as perdas ocasionadas pelos processos indutivos e pelo lastro conceitual acumulado historicamente, sua relação com o espaço-tempo e o dinamismo atual das cidades.

## 2 SIGNIFICÂNCIA HISTÓRICA

Doenças infecciosas foram relacionadas pelos gregos ao “contágio” que, por sua vez, era concebido como algo incompreensível e desconhecido, algo enviado por alguém, um deus, um inimigo, um agente que vinha de fora, emissários de bactérias ou viroses (Temkin, 1953). “Miasma” era o nome grego do ar contaminado, nome que persistiu até

o século XIX. Permanece ainda hoje o conceito de “infecção” como algo de fora, uma ameaça do exterior, introduzida no território através de estrangeiros. A linguagem política contemporânea, por exemplo, tem a tendência de igualar inimigos políticos, étnicos ou raciais como uma metáfora da infecção, perigosamente contagiosa, necessitando ser eliminada (Anderson, 1996; Bein, 1964; Moore, 2000; Russell, 1996; Weindling, 1999). O fantasma do “terrorismo islâmico” que tem assombrado os EUA desde 1990, encontrou sua forma objetiva no “bioterrorismo”, com as cartas com anthrax, em outubro de 2002 (Sarasin, 2006). Outras infecções terão sua correspondência com preconceitos e o medo, como o Ebola e o “mal da vaca louca”. O câncer era sinônimo de morte, até há algum tempo. Sontag (2002) refletiu sobre o poder da linguagem e sobre como um jogo de palavras, perverso e quase naturalizado, tornava determinadas doenças, durante o curso da História, sinônimos da presença do mal no mundo; ou seja, metáforas para descrever distúrbios, quer fossem políticos ou de outra natureza.

As tentativas de controle de doenças infecciosas e de seu impacto sobre a governança das áreas urbanas não são novas. Esforços formalmente organizados para lidar com as pandemias e suas consequências começam no século XIV, com a peste bubônica em toda Europa, e no combate que se seguiu, até os séculos XVIII e XIX, às epidemias de varíola, tifo, febre amarela, e cólera. As estratégias internacionais para lidar e conter a propagação dessas doenças parecem ter criado um modelo que persiste até os dias de hoje: a quarentena e o isolamento social (Banta, 2001, p. 73–7726/2).

Na Inglaterra de 1377 foram aprovadas leis exigindo que os navios deveriam permanecer nos portos britânicos por 40 dias, o que interrompeu o fluxo comercial e as transações financeiras, conduzindo à tensões internacionais. Diálogos diplomáticos seguiram-se e não se limitaram à segurança econômica, mas também às questões relacionadas à saúde pública, no contexto internacional. Portanto, o modelo da quarentena e isolamento não são novos, mas são historicamente significativos para as pandemias desde então. Permanecem ainda hoje como vanguarda de respostas aos atuais surtos de doenças em um mundo globalizado.

Outros modelos recentes entrelaçam saúde, economia, política e sociedade e seus efeitos. Pela biopolítica (Branco, 2020), pode-se considerar as formas cotidianas em que o poder penetra nos corpos por meio da engenharia do espaço ou da instilação de hábitos, bem como a maneira como certos corpos estão excluídos da cidade, isto é, pela retirada da proteção do Estado sobre eles. Por outro lado, pode-se ver que com a globalização, a biopolítica deveria cada vez mais fazer parte de projetos globais de “biossegurança” que

entendessem a mutabilidade da vida biológica no tempo e no espaço como problemas de razões políticas. Em tais projetos, a biopolítica torna-se cada vez mais um diagrama global de poder em que todos os corpos seriam capturados, mas dentro do qual alguns seriam protegidos do risco, e outros expostos a ele.

Em 1918 ocorreu a "Gripe Espanhola", uma das mais devastadoras pandemias da história da humanidade (aproximadamente 100 milhões de óbitos). Foi causada pelo vírus influenza H1N1. No século XX, ocorreram outras pandemias de gripe, como a "Gripe Asiática" (1957-1958), causada pelo vírus H2N2, e a "Gripe de Hong Kong" (1968-1969), pelo vírus H3N2. Essas últimas pandemias foram responsáveis por uma mortalidade menor (3 milhões óbitos) que foi relacionada à menor virulência e à maior disponibilidade de recursos médico-hospitalares.

Observaremos neste artigo as pandemias que se caracterizam primordialmente pela infecção inicial do trato respiratório. Com a revisão bibliográfica, percebemos que os elementos para sua modelagem em categorias são essencialmente contraditórios. As dinâmicas dos contextos onde ocorrem formulam pólos opostos que poderiam construir valores escalares que, relacionados a outras díades de contradição poderiam compor matrizes e relacionar uma a uma de suas células. O avanço sobre a discussão dialética desses temas poderia esclarecer mais as características dinâmicas do fenômeno, evitando generalizações pouco explicativas. As contradições se descrevem a seguir, baseadas na revisão bibliográfica.

### **3 GLOBAL Vs. LOCAL**

Em 5 de maio de 2003, uma idosa sino-canadense, vinda de Hong Kong, morreu de pneumonia atípica em um hospital de Toronto. No dia 12 de março, a Organização Mundial de Saúde alertou o mundo sobre uma severa síndrome respiratória que se espalhava por Hanói, Vietnã e Hong Kong. Os médicos canadenses trataram de registrar o tráfego microbial pela cidade, que extrapolou Toronto numa velocidade rápida e se transformou numa pandemia. Cerca de 27.000 pessoas ficaram em quarentena, e outbreaks ocorreram entre março e junho. Na área de Toronto houveram 40 óbitos e em Ontário 38 óbitos. A pandemia viral afetou 29 países e infectou um total de 8.427 pessoas, das quais 813 morreram. Tratava-se do que em medicina se chama de uma típica doença infecciosa emergente (EID). A pandemia foi causada por um coronavírus até então desconhecido que posteriormente foi decodificado como H5N1 - gripe aviária (Davis,

2005). No verão de 2003 a OMS declarou o fim da pandemia, porém ela havia causado danos em muitas comunidades urbanas e rurais em todo o mundo.

É possível tomar a pandemia Canadense como consequência da globalização das cidades em geral em razão dos avanços da tecnologia de transportes em particular (Brockmann *et al.*, 2005; Guimera, Mossa e Turtschi, 2005). Há um forte consenso na literatura sobre globalização e saúde no qual a realidade deva ser tratada como num mundo pós-westfaliano<sup>1</sup> cuja crítica é a necessidade de repensar a estrutura de suas governanças considerando uma variedade de escalas entre o global e o local (Fidler, 2003; Harris e Leiden, 2004; Seid e Harris, 2004).

O que se pergunta, a partir de então, é: quais serão as consequências da conectividade para a governança da saúde no mundo? Embora as políticas de saúde pública sempre tenham sido um processo intensamente local, o sistema estadual “Westfaliano” define as políticas de saúde em contêineres nacionais segmentados pelas diretrizes da Organização Mundial da Saúde, mas principalmente sob a jurisdição soberana dos estados-nação. A saúde pública era para ser a saúde nacional e a política de saúde era para ser a política nacional de saúde sob este regime. As intervenções da OMS tiveram que ocorrer no âmbito das soberanias nacionais e essas soberanias têm preocupação com a saúde popular e o bem-estar econômico - não necessariamente nesta ordem.

Embora o Brasil compareça no GaWC<sup>2</sup> de 2018 com a cidade de São Paulo como uma cidade beta+ em relação às outras, o drama da política de saúde em nível local e nacional demonstra sua presença na pandemia de Covid-19 em resoluções e mudanças de protocolos sanitários descoordenados de cidade para cidade, e uma contraposição, em nível nacional, à OMS. Já se renunciou o descrédito da OMS em 2003, quando então prefeito de Toronto declarou à rede de TV CNN sobre os tardios alertas sanitários: “Who is the WHO? They don’t know what they’re talking about. I don’t know who this group

---

<sup>1</sup> Referência a dois tratados de paz de 1648 que encerram um período de guerra de 30 anos entre duas cidades do Sacro Império Romano Germânico, cujo nome se adotou na lei do Sistema Moderno de Soberania Internacional. De acordo com ela, cada estado tem a soberania do seu território e nada poderá autorizar intervenções essenciais dentro de sua jurisdição doméstica. Ou seja, não importa o tamanho do estado, ele tem direitos iguais na Soberania do país.

<sup>2</sup> Criada pelo Departamento de Geografia da Universidade de Loughborough, trata-se de uma rede de relações externas das cidades do mundo. C.f.: <https://www.lboro.ac.uk/gawc/group.html>

is, I never heard of them before. I'd never seen them before"<sup>3</sup> (*Mel Lastman, Prefeito de Toronto, 1998–2003, em entrevista na CNN, 2003*).

Estabelecemos, com o que foi dito, uma primeira instância que é dialética e dinâmica, e que não pode faltar nas modelagens analíticas de pandemias, ou seja, o global vs. o local.

#### **4 URBANO vs. RURAL**

Outra dialética importante é a que reconhece o problema das cidades espalhadas do urbano até os locais rurais (a periferização). Sendo a totalidade das cidades vitimadas por centralizações, propensas para a difusão do vírus, elas populam-se com bordas construídas e já classificadas com alto IVS (índice de vulnerabilidade à saúde) dadas as iniquidades socioeconômicas. Os vírus das pandemias observadas acima sofrem com facilidade mutações na transmissão de animais-humanos e humanos-humanos (Connolly, Keil e Ali, 2020). A periferização e o contato com o ambiente rural facilita mudanças genéticas do vírus pela infecção em novos animais e agregam mais um problema às baixas condições de moradia e higiene. Este problema não tem seu nascedouro neste século, mas agrava-se quando, em 2008, metade da população do mundo passou a viver em cidades (United Nations, 2009) e a periferização começou a ocorrer. Três processos acompanham essa polaridade: mobilidade e mudanças demográficas, mudanças infra estruturais (sanitárias) e de governança. Todos três fazem derivar problemas no controle das pandemias, notadamente no Brasil, onde a mobilidade pública é problema de longa data e cuja referência são os ônibus lotados e as aglomerações nas estações de parada. Os sistemas viários tornam-se canais para distribuição dos vírus e de suas mutações.

Para as áreas rurais, a escassez de hospitais e unidades básicas resulta em prejuízos para o abastecimento dos centros urbanos, passíveis de uma retroalimentação da cadeia virótica, agora modificada.

#### **5 NATUREZA Vs. SOCIEDADE**

Uma vez tratemos de doenças infecciosas, seja na forma de viroses, bactérias ou parasitas, estamos, por definição, tratando de um fenômeno biofísico. Entretanto, o espalhamento das doenças infecciosas só podem ocorrer se certas práticas sociais, condições e circunstâncias forem propensas localmente, como o HIV/AIDS

---

<sup>3</sup> “Quem é a OMS? Eles não sabem do quê estão falando. Eu não sei quem é esse grupo. Nunca os vi antes” (tradução nossa).

dramaticamente revelou, assim como a tuberculose em áreas centrais de diversas cidades. Conseqüentemente, essa dialética entre natureza e comportamento envolve a consideração de várias escalas de ação e impacto, do local/municipal ao regional, nacional, internacional e global - notando-se que cada escala destas têm vários aspectos biofísicos, sociais, políticos, culturais e econômicos associados.

A seguir, para a verificação destes pólos contraditórios, observamos um experimento que utiliza dados secundários, obtendo deles uma visão linear de causalidade. Criticamos o resultado com outros resultados empíricos que se aproximam das abordagens do debate de contradições mencionados acima.

## 6 O EXPERIMENTO

No podcast “Urbanização do Covid-19” (Beveridge e Kip, 2020) foram entrevistados três proeminentes pesquisadores sobre pandemias focalizando as doenças infecciosas no espaço urbano e explicando porquê os outbreaks do novo Coronavírus requerem um entendimento mais profundo das dinâmicas urbanas. Creighton Connolly<sup>4</sup>, Harris Ali<sup>5</sup> e Roger Keil<sup>6</sup> afirmam que há ausência de arquitetos e urbanistas no estudo da saúde no espaço urbano como para propor soluções espaciais testáveis para a cena da cidade. Mantendo o olhar sistêmico da doença, fazem observar que o isolamento social e soluções para o fechamento das cidades em casos de surto poderiam ser investigados, dado que são duas espaciais medidas clássicas. Connolly observa que, em visita a Los Angeles, veio a conhecer os protocolos de saúde, proteção e resgate para áreas sabidamente expostas a tremores de terra, e afirma que talvez fosse interessante que arquitetos e urbanistas ajudassem na elaboração de vizinhanças vulneráveis para apoiar medidas de contenção urbana e socorro emergencial nos casos de pandemia.

Em vista destas declarações resolvemos testar um experimento para determinar áreas propensas ao contágio. A partir disso, descrevemos soluções e as criticamos radicalmente. Para este experimento, escolhemos o município de Belo Horizonte, em Minas Gerais.

No Brasil, o primeiro caso de COVID-19 foi detectado em 25 de fevereiro de 2020. Em 31 de maio de 2020, haviam 514.200 casos de COVID-19, e 29.314 mortes, notificados em 75,3% (4.196 de 5.570) dos municípios em todas as cinco regiões

---

<sup>4</sup> Senior Lecturer em “Development Studies and the Global South” na escola de Geografia da Universidade de Lincoln, Reino Unido.

<sup>5</sup> Professor de Sociologia, York University em Toronto.

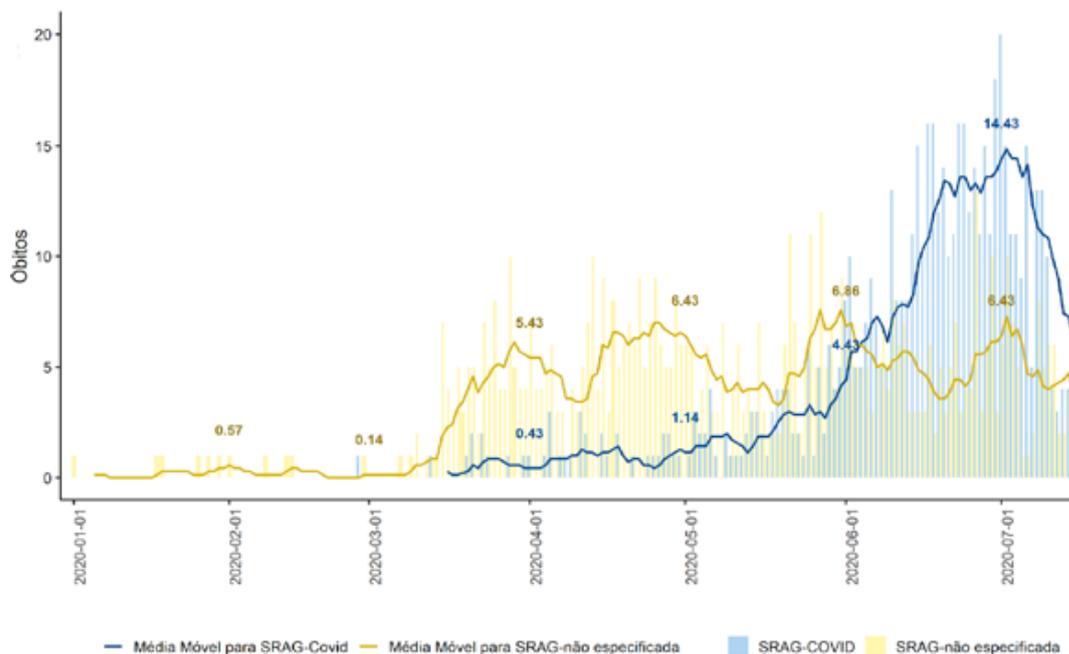
<sup>6</sup> Professor na “Faculty of Environmental Studies”, York University em Toronto.

administrativas do país. (Souza, de *et al.*, 2020). O Vírus chegou a Belo Horizonte vindo dos Estados Unidos ou da Itália, segundo apontam os estudos genéticos. As determinantes sociais mostraram que, em geral, pessoas de nível socioeconômico mais alto têm uma saúde melhor do que os indivíduos que moram em áreas vulneráveis. Assim, ele não demorou a se disseminar nas áreas de maior densidade populacional e a alcançar as periferias (in Caiaffa, 2020). Na figura 1, a média móvel dos óbitos com a Síndrome Respiratória Aguda (SRAG) desde o início da 1ª semana epidemiológica (SE) (29/12/2019) até o final da 25ª SE (20/06/2020) mostra o agravamento da Covid-19.

## 7 HIPÓTESES

- a) Dados secundários em Sistemas de Informação Geográfica relacionados à presença da população poderiam ser agregados por áreas censitárias de 2010, processados em decis, e sobrepostos de forma a proverem a indicação de áreas de maior presença humana. Estes dados seriam os clinográficos, viários, posteamento dos fornecedores de luz, e zoneamento. Eles permitirão a observação de áreas de potências de transmissibilidade, sendo úteis no projeto de barreiras para protocolos sanitários ou na introdução de centros de ajuda médica acessíveis.
- b) O uso de “Urban Network Analysis” (Sevtsuk e Mekonnen, 2012) permitiria observar quais centralidades (reach, closeness, betweenness, gravity e Straightness) poderiam relacionar-se com o oferecimento de tratamentos intensivos em hospitais, compartilhamento de equipamentos das Unidades Básicas de Saúde, locação de menores e mais ajustados Hospitais de Campanha, dentre outras relações em que as centralidades justificassem o uso intensivo dos recursos.

**FIGURA 1: Evolução de de óbitos em 29 semanas epidemiológicas para a cidade de Belo Horizonte.**



Fonte: InfoCOVID-OSUBH 6 (Sales *et al.*, 18 August, 2020)

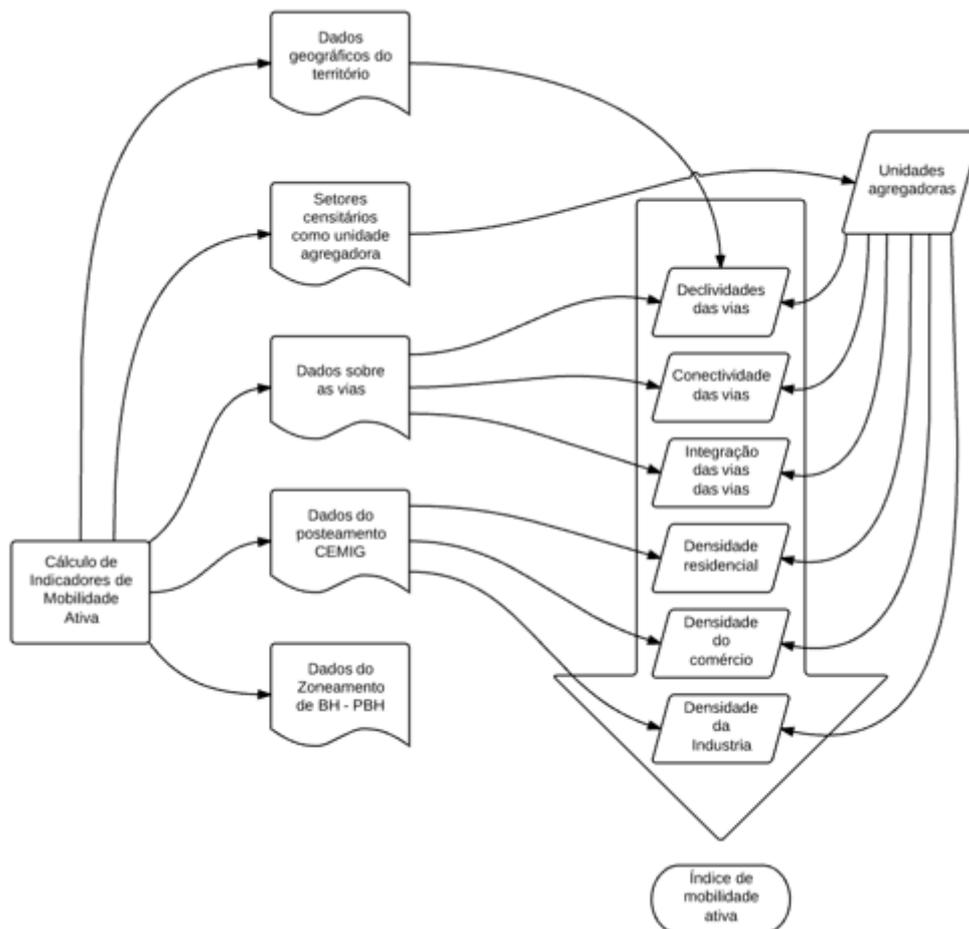
## 8 MÉTODO

- A sobreposição dos mapas clinográficos aos segmentos de via capturam 3 pontos de altitude que resultam na declividade média de cada segmento de rua.
- A utilização da contagem de esquinas dos segmentos viários em cada setor censitário capturam a conectividade absoluta.
- O uso de Sintática espacial (Hillier, 2009; Hillier *et al.*, 1993; Hillier e Sahbaz, [s.d.]) apresentaria as vias mais conectadas e de mais INCH (integração e Choice) para os segmentos, que seriam somados e divididos pelas áreas dos setores.
- Como a companhia de fornecimento de Energia classifica seu posteamento em residenciais, comerciais e industriais, cada setor poderia conter decis sobre a distribuição destas funções, equivalendo o maior número à uma maior ocupação.
- Os dados de ocupação e uso de terra de Belo Horizonte guariam a incerteza das distribuições alcançadas pelos setores censitários.
- A transformação das medidas em decis permitiria o resultado somado das unidades agregadoras num mapa de indiciamento de aglomerações humanas na cidade (ou índice de mobilidade ativa).
- A redução dos setores censitários a sua centróide permitiria a aplicação de Krigagem Universal para a obtenção de uma predição vinda da interpolação dos dados de cada centróide.

h) O mapa resultante refere-se igualmente ao mapa de mobilidade ativa da região metropolitana, sem a anulação daqueles setores que apresentam inseguranças para pedestres, em qualquer nível.

A figura 2 mostra a conjunção das hipóteses com a indicação metodológica de análise espacial e estatística geoespacial.

**Figura 2: esquematização de hipóteses e métodos.**

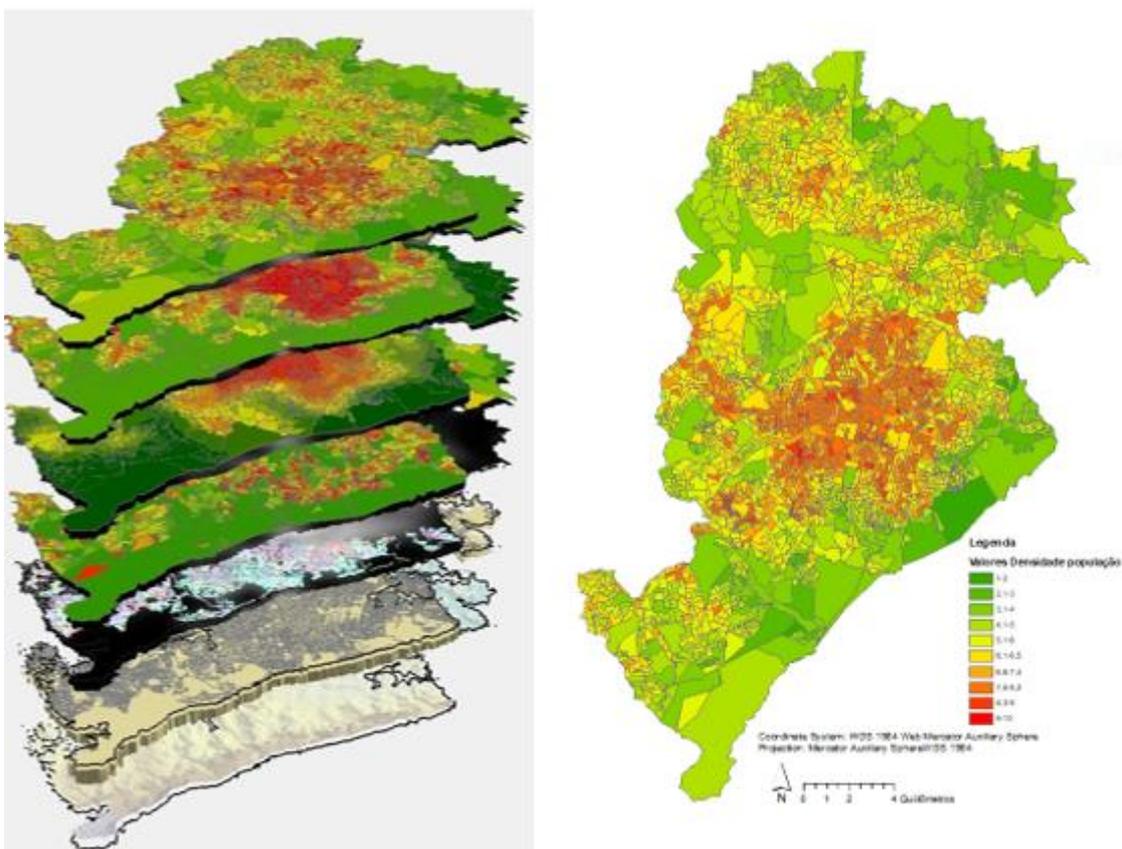


Fonte nossa.

A figura 3 mostra a junção dos mapas através da soma dos setores censitários, indicados por uma escala de 1 (menor) a 10 (maior). Algumas áreas sem dados comparecem com cores diferentes.

Os setores com densidades finais da população em espaços de maior mobilidade ativa (figura 4) estão no topo do mapa; abaixo dele, entram: densidades residenciais, comerciais, densidades industriais, densidades de conectividade de sintaxe espacial, densidade de esquinas por setores, densidades de setores de acordo com média de segmentos de ruas, mapa clinográfico.

Figura 3: junção dos mapas. Fonte nossa / revista. Figura 4: Índice de mobilidade ativa.



Fonte nossa.

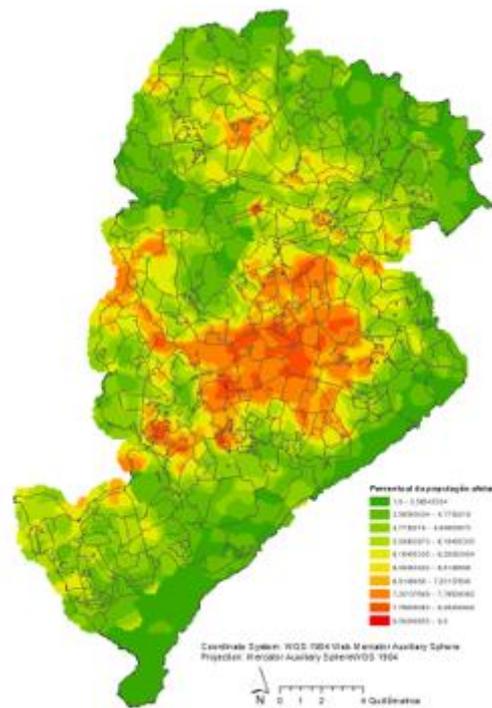
## 9 RESULTADO

A figura 5 apresenta o resultado da krigagem universal elaborada com as centróides dos setores censitários. A figura 6 é o resultado elaborado pelo info-COVID 6 (18 August, 2020) que apresenta as aglomerações de internações e óbitos para a região metropolitana. O mapa resultante foi escalado em 10 partes, do verde -menor, ao vermelho-maior. Os limites de bairros populares foram mantidos. O objetivo dos mapas é permitir a discussão sobre as hipóteses levantadas.

## 10 DISCUSSÃO

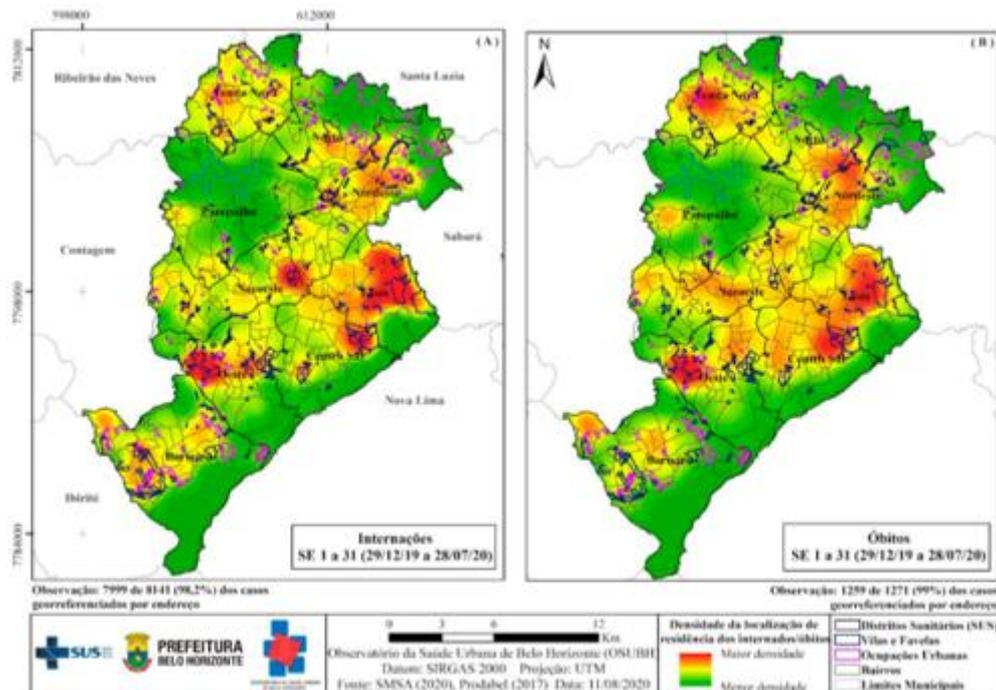
O resultado de krigagem buscou a diminuição de erros de predição. O mapa dos erros permite destacar que elas referem-se às áreas de nenhuma preditibilidade, ou seja, áreas verdes. Este detalhe permite concluir que as intensidades baixas reais coincidiram com a realidade. Entretanto, nos espectros preditos, os mapas reais mostram com maior nitidez núcleos que interseccionam ou estão dentro da grande área predita para maior contágio. Mas os mapas reais mostram cachos e nucleações bem distintos de grande ocorrência de internações e óbitos.

Figura 5: Resultado: Krigagem da mobilidade ativa.



Fonte nossa.

Figura 6: Comparação do resultado do experimento com Internações e óbitos da SE 1 a SE 31 (28/07/20)



Fonte: InfoCOVID-OSUBH 6 (Sales *et al.*, 18 August, 2020)

Nestes, de modo geral, ocorrências de internações parecem evoluir para o óbito. Somente as baixas incidências dos mapas reais (áreas amareladas e laranja) coincidem

com as delimitações gerais da predição. O mapa de krigagem presta-se à predição de contágio simples, mas torna-se incomparável no caso estudado. O efeito de borda foi considerado na krigagem, mas manteve as características descritas e a incomparabilidade com as medidas empíricas do real.

## 11 COMENTÁRIOS

A hipótese a, tal como se formulou, é extremamente ambígua ao pensar estabelecer barreiras sanitárias físicas ou por lei, entre locais preditos, pois imputaria o outbreak para várias vizinhanças distintas e juntadas, e ocasionaria a segregação social de quase todos os núcleos econômicos e financeiros da cidade.

O Brasil teve exemplos de tais barreiras no passado, justificadas pelo controle econômico /extrativista. Salvador era chamada a Cidade das sete portas (Amparo, [s.d.]). A atual cidade de Tiradentes (Minas Gerais) possuía portas para o controle da saída de diamantes, que ficavam no lado oposto do Tijuco. A segregação a que referimos, entretanto, é a de ordem da cultura humana, que transforma a compreensão de medidas imperialistas, por exemplo, em algo como os bairros bantustões do grande apartheid na África do Sul. Como se disse, áreas de baixa probabilidade de infecção coincidem com periferias com baixos índices de IVS. Consideramos que tais divisões da cidade, por leis ou barreiras físicas, teriam causas imprevisíveis na vida civil. Protocolos sanitários seriam confundidos com outros, políticos e econômicos, a centralização da governança extinguiria as áreas externas com seu descuido na sanitização e infraestrutura. A primeira hipótese é refutada completamente neste estudo, e abre-se para a definição do fenômeno da pandemia como sindemia global, uma infecção compactuada com as condições de vulnerabilidade da saúde dadas pelo ambiente construído e o modo de vida (Manderson, 2012). Mas essa definição pára por aí.

A segunda hipótese parece trazer algumas possibilidades reais para a ajuda contra a pandemia, mas tem em seu desfavor, entretanto, a dinâmica da vida do município. Compreender e calcular as centralidades de Sevtsuk (Sevtsuk e Mekonnen, 2012) poderiam determinar proximidades, vias de melhor acesso e intermediação, poder gravitacional de edifícios com serviços básicos, mas estaria atrelada ao escaneamento constante das edificações de toda a cidade. É sabido que esse processo acontece esporadicamente, e edificações de comunidades e favelas são apagadas do levantamento oficial. Além do quê, a dinâmica construtiva leva ao hackeamento da cidade, com o aparecimento rápido de mais construções ilegais, sobretudo nas periferias.

Essa segunda hipótese parece ser menos refutável, desde que estes últimos problemas se resolvam e haja capacidade computacional para o cálculo do UNA por equipe de expertises. Contudo, ela é discutida apenas para envidar próximas pesquisas. A figura 7 (Souza, 2017)<sup>7</sup> indica um recorte urbano (tracejado branco) extremamente problemático num dos bairros de Belo Horizonte. O cálculo de centralidades por intermediação tomou o raio de 800 metros (walking distance) e descobriu 3 polos centrais para melhor localização das paradas de ônibus numa área hospitalar.

**Figura 7: Centralidade por intermediação e localização das paradas de ônibus atuais.**

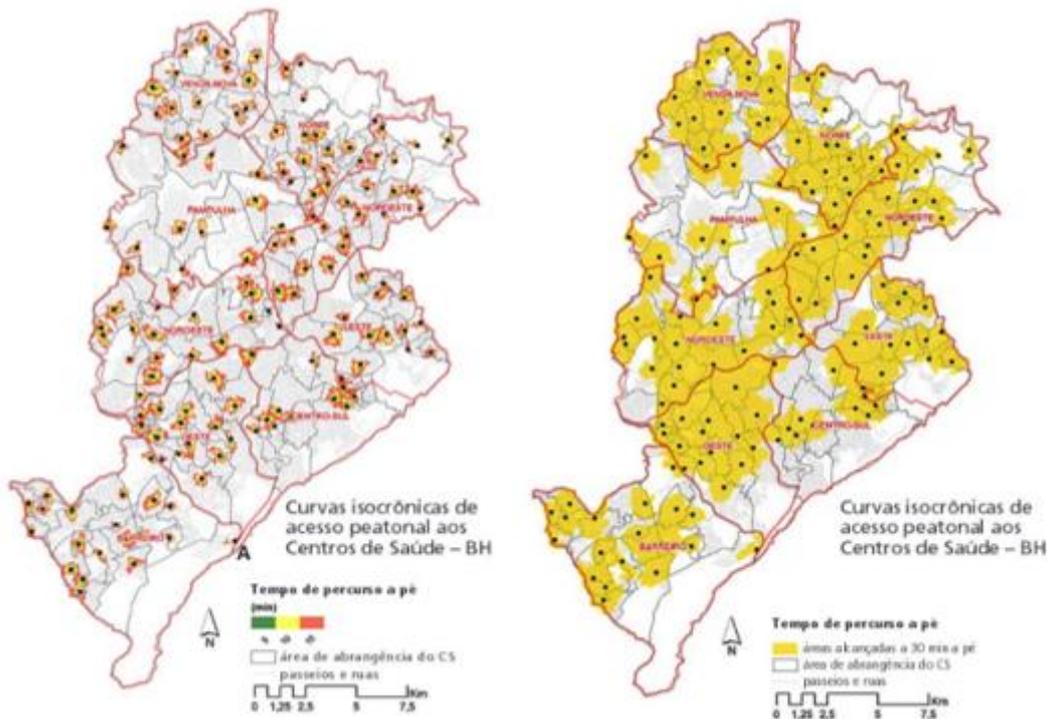


Fonte: nossa.

A figura 8 indica áreas de acesso peatonal às USB's por tempo calculado sobre a malha urbana, incluindo diversos fatores, dentre eles, a declividade de segmentos de rua.

<sup>7</sup> Os proceedings desse primeiro encontro não foram publicados após o evento.

**Figura 8: Análise de redes em direção às unidades básicas de saúde.**



Fonte: Souza et al (2016).

## 12 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que não consegue capturar preditivamente as áreas de espalhamento da infecção por COVID-19, mesmo aproximando-se dos mapas da trigésima primeira Semana Epidemiológica apenas na conferência dos erros menores do processo de krigagem. As soluções pensadas para a separação do território foram rebatidas pelo impacto social que poderiam causar, interferindo com preconceitos e embates sociais relacionados.

A segunda hipótese pareceu menos refutável, que foi a de estabelecerem-se centralidades calculadas pelo Urban Network Analysis (Sevtsuk e Mekonnen, 2012) voltadas para o apoio médico-hospitalar, áreas para hospitais de campanha e Unidades de Saúde Básicas.

As polaridades apresentadas, a saber Global vs. Local, Urbano vs. Rural, Natural vs. Social, sugerem valores escalares matricialmente relacionados para cada surto da Covid-19, e parece que a pesquisa sobre estes dados seja, a partir da gravidade desta pandemia, uma preocupação para garantir sua modelagem.

Conclui-se que uma pandemia é um evento distinto de saúde, com características próprias e de difícil compreensão, que tende a ser obscuro, enigmático, tais como o são os desastres naturais e outros fenômenos do universo.

Esses fenômenos são nomeados como eventos críticos, ou “objetos complexos”, que não se reduzem à emergência de um novo patógeno no bioma terrestre, nem aos sinais e sintomas inicialmente desconhecidos de uma nova entidade mórbida batizada de Covid-19, nem a curvas epidêmicas e indicadores epidemiológicos, nem ao processo dinâmico de disseminação e contágio, nem à “infodemia” de fake-news, mitos e mentiras, nem ao pânico que tudo isso provoca, e às crises econômicas e políticas que dela decorrem.

Trata-se de uma totalidade singular, específica e peculiar que no limite implica todos esses fenômenos e processos, em sua plena complexidade, articulados a outros elementos de compreensão e análise, unificados por meio de uma integralização heurística, que não se reduzem a medições, mediações, descrições, efeitos, correlações e narrativas. No Brasil, condicionada pelas contradições de uma formação social periférica, desigual e diversa, a epidemiologia social vem sendo construída como subcampo de pesquisa e de prática, num registro autônomo, valorizando aspectos teóricos e políticos da Saúde.

Parece não haver fundamentação lógica nem epistemológica nos conceitos de “modelo” para designar exclusivamente dispositivos analíticos numéricos. Tal tentativa revela-se insuficiente para a apreensão da complexidade do fenômeno. Talvez uma modelagem heurística orientada por planos de ocorrência contraditórios e interfaces hierárquicas dê conta das matrizes de valores escaláveis entre as contradições que a pandemia impõe.

O Covid-19 representa rica oportunidade para realizar de modo efetivo a construção inter-transdisciplinar para a geração de soluções integradoras e cuidadosas, ante os problemas complexos que emergem nos seus diversos planos e dimensões.

No que diz respeito aos processos concretos da realidade da saúde no Brasil, esforços criativos voltados à produção de modelos sintéticos dessa ordem dialética parecem ser pertinentes para a construção de objetos complexos transdisciplinares.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte, em especial à Aline Dayrell Ferreira Sales, Amanda Cristina de Souza Andrade, Amélia Augusta de Lima Friche, Camila Teixeira Vaz, Denise Marques Sales, Elaine Leandro Machado, Guilherme Aparecido Santos Aguilar, Maria Angélica de Salles Dias, Solimar Carnavalli Rocha e Waleska Teixeira Caiaffa.

À BHTrans, Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte, em especial ao seu presidente Célio Freitas Bouzada.

À Heloisa Soares de Moura Costa.

## REFERÊNCIAS

AMPARO, R. M. OS DESENHOS DE CARYBÉ E A SUA TRAJETÓRIA ATRAVÉS DA OBRA:“AS SETE PORTAS DA BAHIA”. [s.d.].

ANDERSON, W. Immunities of Empire: Race, Disease, and the New Tropical Medicine, 1900–1920. **Bulletin of the history of medicine**, v. 70, n. 1, p. 94–118, 1996.

BANTA, J. E. From international health to global health. **Journal of community health**, v. 26, n. 2, p. 73–77, 2001.

BEIN, A. The Jewish Parasite: Notes on the Semantics of the Jewish Problem, with special Reference to Germany. **Yearbook**, v. 9, n. 1, p. 3–40, 1 jan. 1964.

BERTALANFFY, L. VON. **General system theory : foundations, development, applications**. New York: G. Braziller, 1968.

BEVERIDGE, R.; KIP, M. **The Urbanization of COVID-19**. Disponível em: <<https://urbanpolitical.podigee.io/16-covid19>>. Acesso em: 4 set. 2020.

BRANCO, G. C. **Michel Foucault - Filosofia e biopolítica**. [s.l.] Autêntica Editora, 2020.

BROCKMANN, D.; HUFNAGEL, L.; GEISEL, T.; OTHERS. Dynamics of modern epidemics. **SARS: A case study in emerging infections**, p. 81–91, 2005.

CAIAFFA, W. T. **Entrevista ao Jornal O tempo**. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/cidades/do-belvedere-a-favela-casos-graves-de-covid-19-viram-um-problema-das-periferias-1.2381338#>>. Acesso em: 5 set. 2020.

CONNOLLY, C.; KEIL, R.; ALI, S. H. Extended urbanisation and the spatialities of infectious disease: Demographic change, infrastructure and governance. **Urban studies** , p. 0042098020910873, 31 mar. 2020.

DAVIS, M. The monster at our door: the global threat of avian flu The New Press. **New York**, 2005.

FIDLER, D. P. SARS: Political Pathology of the First Post-Westphalian Pathogen. **The Journal of law, medicine & ethics: a journal of the American Society of Law, Medicine & Ethics**, v. 31, n. 4, p. 485–505, 1 dez. 2003.

GUIMERA, R.; MOSSA, S.; TURTSCHI, A. The worldwide air transportation network: Anomalous centrality, community structure, and cities’ global roles. **Proceedings of the**, 2005.

HARRIS, R.; LEIDEN, S. **Globalization and Health**. [s.l.] Leiden and Boston: Brill, 2004.

HILLIER, B. **Spatial Sustainability in Cities** (Koch, D. and Marcus, L. and Steen, J., Ed.)Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium. **Anais... In: 7TH**

INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM. Royal Institute of Technology (KTH), 2009Disponível em: <[http://www.sss7.org/Proceedings/01%20Key-note%20Papers/K01\\_Hillier\\_Spatial\\_Sustainability.pdf](http://www.sss7.org/Proceedings/01%20Key-note%20Papers/K01_Hillier_Spatial_Sustainability.pdf)>

HILLIER, B.; PENN, A.; HANSON, J.; GRAJEWSKI, T.; XU, J. Natural Movement: Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. **Environment and planning. B, Planning & design**, v. 20, n. 1, p. 29–66, 1 fev. 1993.

HILLIER, P. B.; SAHBAZ, O. Or, can we have vitality, sustainability and security all at once? [s.d.].

MANDERSON, L. **Introduction to Syndemics: A Critical Systems Approach to Public and Community Health by Merrill Singer***Medical Anthropology Quarterly*, 2012. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1111/maq.12012\\_3](http://dx.doi.org/10.1111/maq.12012_3)>

MOORE, B. **Moral Purity and Persecution in History**. [s.l.] Princeton University Press, 2000.

RUSSELL, E. P. “Speaking of Annihilation”: Mobilizing for War Against Human and Insect Enemies, 1914-1945*The Journal of American History*, 1996. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2307/2945309>>

SALES, A.D. F. *et al.* **InfoCOVID-OSUBH – n06**. Disponível em: <<https://www.medicina.ufmg.br/coronavirus/profissionais-de-saude/infocovid-osubh-n06/>>. Acesso em: 5 set. 2020.

SARASIN, P. **Anthrax: Bioterror as Fact and Fantasy**. [s.l.] Harvard University Press, 2006.

SEID, M.; HARRIS, R. Globalization and Health in the New Millennium. **Perspectives on Global Development and Technology**, v. 3, n. 1, p. 1–46, 1 jan. 2004.

SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. **Urban network analysis: A new toolbox for measuring city form in ArcGIS**. In: PROCEEDINGS OF THE 2012 SYMPOSIUM ON SIMULATION FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN. 26 mar. 2012Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/262248012\\_Urban\\_network\\_analysis\\_A\\_new\\_toolbox\\_for\\_measuring\\_city\\_form\\_in\\_ArcGIS](https://www.researchgate.net/publication/262248012_Urban_network_analysis_A_new_toolbox_for_measuring_city_form_in_ArcGIS)>. Acesso em: 5 set. 2020

SONTAG, S. **A doença como metáfora**. [s.l.] Graal Rio de Janeiro, 2002.

SOUZA, R. C. F. DE. **NOVAS MÉTRICAS PARA CENTRALIDADES EM PROJETOS DE MOBILIDADE URBANA** (SINGEURB, Ed.)1o. Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana. **Anais... In:** [HTTPS://WWW.RECLAMEAQUI.COM.BR/UNIVERSIDADE-FEDERAL-DE-SAO-CARLOS/OS-ANAIS-DO-SINGEURB-2017-SIMPOSIO-NACIONAL-DE-GESTAO-E-ENGENHARIA-URBAN\\_WQC7RMFXWBILD4L7/](https://www.reclameaqui.com.br/universidade-federal-de-sao-carlos/os-anaeis-do-singeurb-2017-simposio-nacional-de-gestao-e-engenharia-urban_wqc7rmfxwbild4l7/). UNI São Carlos , 2017

SOUZA, R. C. F. DE; SOUZA, R. C. F. DE; OLIVEIRA, V. B. DE; PEREIRA, D. B.; MOURA COSTA, H. S. DE; CAIAFFA, W. T. **Viver próximo à saúde em Belo**

**Horizonte Cadernos Metrópole**, 2016. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3601>>

SOUZA, W. M. DE *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of the COVID-19 epidemic in Brazil. **Nature human behaviour**, v. 4, n. 8, p. 856–865, ago. 2020.

TEMKIN, O. **An Historical Analysis of the Concept of Infection**. [s.l.] J. Hopkins Press, 1953.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects Revision**. [s.l.] {Department of Economic and Social Affairs, Population Division}, 2009.

WEINDLING, P. A virulent strain: German bacteriology as scientific racism, 1890--1920. **Race, science and medicine**, p. 1700–1960, 1999.