

ÍNDICES DE VULNERABILIDADE À COVID-19 PARA O MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO GEORREFERENCIADOS AO NÍVEL DO SETOR CENSITÁRIO

*COVID-19 Vulnerability Indices for the city of Rio de Janeiro, georeferenced
to the level of census units*

Luiz Carlos Coelho Filho

Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos - IPP

Gerência de Cartografia e Cadastro Técnico

luizc.coelho@rio.rj.gov.br

Alan José Salomão Graça

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Departamento de Engenharia Cartográfica

alan.salomao@eng.uerj.br

Leonardo Vieira Barbalho

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Departamento de Engenharia Cartográfica

Leonardo.barbalho@eng.uerj.br

Hildermes José Medeiros Filho

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Programa de Pós-Graduação em Ciências Computacionais – CCOMP

hildermes@gmail.com

Resumo:

Este artigo mostra resultados preliminares de uma série de índices baseados em dados georreferenciados com base em fatores socioeconômicos e fatores demográficos, a fim de melhor compreender a dispersão epidemiológica da COVID-19 nas áreas da cidade do Rio com maior possibilidade de serem afetadas pela pandemia da COVID-19. Esses índices iniciais foram então comparados com dados georreferenciados de contágios conhecidos de acordo com diferentes semanas epidemiológicas. Esses achados fazem parte de uma pesquisa em andamento que tem como objetivo desenvolver um índice mais confiável que possa ser aplicado tanto a COVID-19 quanto a outras doenças transmitidas por via aérea.

Palavras-chave: COVID-19; Índices Preditivos; Dados Geoespaciais; Transmissão por Via Aérea.

Abstract

This article shows preliminary results of a series of geo-referenced indices based on socio-economic and other populational factors, in order to better understand the areas of the city of Rio which have a higher possibility of being affected by the COVID-19 pandemic. These early indices were then compared with geo-referenced data of known contagions according to different epidemiological weeks. These findings are part of an ongoing research which has the intent of developing a more reliable index that might be applied both to COVID-19 and other airborne diseases.

Keywords: COVID-19; Predictive Indices; Geospatial Data; Airborne Transmission.

1. INTRODUÇÃO

Com a disseminação da pandemia de COVID-19 no Brasil, bem como a decretação primeira medida quarentena e isolamento no estado do Rio de Janeiro (13 de março de 2020), as agências de planejamento governamentais foram encarregadas da tarefa de identificar grupos e populações específicos em risco de contrair o novo coronavírus mais facilmente. Entretanto, diferentemente dos países desenvolvidos, onde há uma uniformização geral da infraestrutura básica, higiene e condições de vida, em países em desenvolvimento como o Brasil, essas variáveis variam consideravelmente por razões socioeconômicas e espaciais.

No Rio de Janeiro, entende-se que a transmissão local (ou seja, a transmissão que ocorre localmente, sem nenhum tipo de agente externo, como visitantes do exterior) iniciou formalmente em 12 de março de 2020¹. Isso levou a uma série de medidas de planejamento para melhor lidar com a propagação da doença em condições de vida às vezes bastante desfavoráveis.

Dado um conjunto de indivíduos diagnosticados com alguma doença, juntamente com alguma forma de referência de endereço, podemos agregar os casos em qualquer conjunto fixo de unidades areais (municípios, departamentos, comunas ou qualquer outra coisa) e definir medidas de risco relativo, como taxas de mortalidade padronizadas ou morbidade, dado denominadores apropriados (GATRELL & LÖYTÖNEN). A utilização de metodologias de análises espaciais empregadas a esses dados de indivíduos relacionados a uma área específica podem ser úteis em uma variedade de escalas, variando de investigações em larga escala em todo o mundo (como o portal COVID-19 oferecido pela ESRI) a atlas nacionais e estaduais de COVID-19 (como projetos COVID-19 na Perspectiva Geográfica e Estatística do IBGE, o GeoCombate na Bahia, o COVIDcart em Pernambuco, e iniciativas docentes como a do Prof. Dr. Edmur Pugliesi do Departamento de Engenharia Cartográfica da UNESP para o estado de São Paulo), até estudos internos ao município como o Painel da COVID-19 no município do Rio de Janeiro. Nesse contexto, o SIG (Sistema de Informações Geográficas) facilita a análise e o planejamento das ações de controle, uma vez que permite a visualização na forma de mapas dos casos registrados das doenças e a delimitação das áreas a serem trabalhadas, bem como esses sistemas viabilizam o armazenamento de outras informações (espaciais e não espaciais) que, quando cruzadas, podem revelar o comportamento da doença e a partir do resultado, e com isso apontar soluções para um combate eficaz (CARNEIRO & CANDEIAS, 2010).

Em um SIG são utilizados mapas tanto para avaliações epidemiológicas, como para respaldar as atividades de controle e tomada de decisão. O mapa é necessário para que se faça o planejamento de ações, bem como para que o pessoal de campo saiba a localização e a delimitação da área onde serão realizadas as atividades de controle (CARNEIRO & CANDEIAS, 2010).

O SIG tende a facilitar o planejamento e a avaliação das ações de controle, tornando possível através da visualização cartográfica apresentar, formular sínteses, analisar e explorar os resultados das ações através de mapas dinâmicos. Os fatores de risco ou associação e os casos da doença são cruzados para tentar explicar o comportamento da endemia e encontrar as melhores estratégias de combate (CARNEIRO & CANDEIAS, 2010).

¹ Agência Brasil. 2020. *Rio De Janeiro Confirma Transmissão Local Do Coronavírus*. [online] Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-03/rio-de-janeiro-confirma-transmissao-local-do-coronavirus>> [Accessed 19 May 2020].

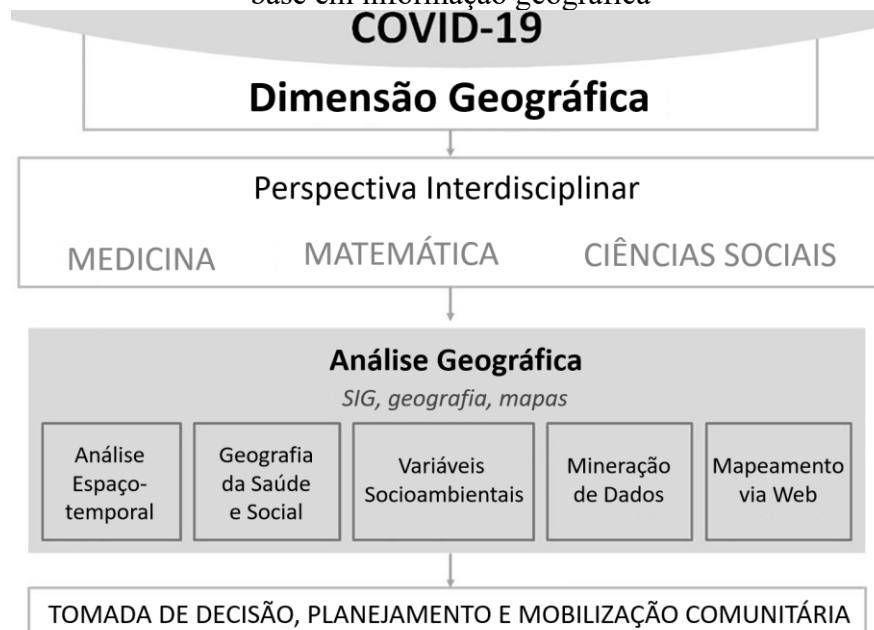
Este artigo aborda as medidas iniciais adotadas no Instituto Pereira Passos (Instituto Municipal de Planejamento Urbano do Rio de Janeiro), a fim de fornecer previsões antecipadas de áreas que correm o risco de serem as mais afetadas na cidade. Esse conjunto inicial de índices georreferenciados pode permitir que a cidade planeje melhor onde realizar ações específicas de prevenção e / ou onde implementar hospitais de campanha ou outras medidas de contenção.

2. PADRÕES BÁSICOS DE TRANSMISSÃO

Vários meses se passaram desde que as autoridades chinesas identificaram uma nova cepa mortal de coronavírus, SARS-CoV-2 (7 de janeiro de 2020); e desde que a OMS declarou pandemia (11 de março de 2020) (FRENCH-PARDO et al., 2020). Durante esse período, os trabalhos científicos sobre a doença coronavírus 2019 (COVID-19) têm sido numerosos, abordando a consciência global (principalmente em níveis nacionais) e abrangendo uma gama significativa de disciplinas, ciências teóricas e ciências aplicadas, dentre elas: Medicina, Matemática, Ciências Sociais, a Geografia e as Ciências Cartográficas.

Diante dessa abordagem multidisciplinar que pode ser feita sobre a COVID-19, French-Pardo et al. (2020) em uma revisão da recente literatura produzida sobre essa pandemia propõe uma reflexão sobre a dimensão geográfica do fenômeno, onde sua componente espacial pode ser analisada através da estatística espacial e da análise geoespacial. A Figura 1 mostra uma proposta teórico-metodológica de compreensão geográfica das ocorrências do Coronavírus.

Figura 1 – Abordagem multidisciplinar de predição e acompanhamento da COVID-19 com base em informação geográfica



Fonte: Adaptado de French-Pardo et al. (2020).

Entende-se que a COVID-19 se espalha de acordo com um padrão que cobre as formas de contágio explicitadas na Tabela 1, mas não se limita a elas.

Tabela 1 - Identificação das formas transmissão averiguadas na revisão bibliográfica

Forma de transmissão	Descritivo
Transmissão pessoa a pessoa	Ocorre principalmente através de gotículas e transmissão aerossolizada (GARCIA, 2020) de tosse, espirro, fala e respiração pesada. O vírus pode espalhar-se pelo ar e entrar no nariz ou na boca de outras pessoas. Essa tem sido entendida como a principal via para a disseminação do novo coronavírus (ZHANG et al, 2020). Foi estipulado que uma distância inferior a 2 metros, com uso de máscara, (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020) e a interação contínua são suficientes para aumentar bastante a possibilidade de transmissão de pessoa para pessoa. Contudo, em áreas densamente ocupadas, sem circulação de ar suficiente, a transmissão em aerossol pode ocorrer através de respiradouros e fluxos de ar, por distâncias ainda maiores (LU et al, 2020). Daí a necessidade de evitar reuniões em espaços fechados (GHINAI et al, 2020). A única prevenção disponível é a adoção de distanciamento físico, máscaras faciais e proteção ocular (CHU et al, 2020).
Transmissão de superfície	Acontece quando alguém toca em qualquer tipo de superfície (como alças, maçanetas e balcões) onde o vírus foi lançado recentemente. Como o vírus pode viver em superfícies por diferentes períodos de tempo (VAN DOREMALEN et al, 2020) uma pessoa que o toca e depois toca o nariz, a boca ou os olhos (DOCKERY et al, 2020), corre o risco potencial de se contaminar também.
Outros modos de transmissão	Formas de contágio ainda em estudo, como as de transmissão fecal-oral (HELLER et. al, 2020) e sexual (LI et. al, 2020).

Fonte: Os autores (2020).

Um fator complicador é que a transmissão assintomática e, principalmente, pré-sintomática é responsável por uma grande quantidade de infecções (GANDHI et. al, 2020). Isso significa que é muito difícil isolar rapidamente indivíduos que estão transmitindo a doença ativamente, antes do início dos sintomas. Outro fator complicador é que idosos - e principalmente homens mais velhos (BI et. al, 2020) e pessoas com comorbidades (GUAN et. al, 2020) como doenças cardíacas, diabetes, doenças renais e obesidade, também apresentam maior risco de morte por COVID-19. Existe também uma forte possibilidade de haver alguma correlação entre idades mais altas e maior transmissão da doença (DAVIES et. al, 2020)

Com base nos dois principais modos de transmissão e nos fatores complicadores, foi possível identificar algumas variáveis que elevam o risco de contração da COVID-19, principalmente entre populações vulneráveis. A Tabela 2 exibe de forma sucinta essas variáveis identificadas com breves descrições sobre cada uma delas.

Tabela 2 - Variáveis identificadas como maior fonte de vulnerabilidade

VARIÁVEIS IDENTIFICADAS	
Variável	Descritivo
Alta coabitação	Risco de transmissão a curto prazo entre pessoas que vivem sob o mesmo teto, respiram o mesmo ar, usam instalações comuns, comem juntas e ficam em contato

	próximo por longos períodos de tempo
Pequenas unidades habitacionais	Poucos banheiros (às vezes apenas um banheiro compartilhado por todos os residentes), que limitam o isolamento efetivo de pessoas doentes
Falta de saneamento básico	Ausência de infraestrutura de esgotamento sanitário, com excrementos despejados in natura ou em fossas rudimentares (NUNES, 2020)
Falta de abastecimento de água	Não há acesso a água limpa e encanada
Alta densidade urbana	Níveis muito altos nos países em desenvolvimento nas últimas décadas, com intensa verticalização e números elevados de residências por quarteirão (CARUSO et. al, 2020)
Vulnerabilidades econômicas	Pessoas exercendo empregos informais por questões de sobrevivência independentemente das medidas de restrição impostas pelo governo (RELIEFWEB, 2020)
Idade e comorbidades	Aqueles que convivem com pessoas de diferentes faixas etárias e que não estão totalmente isoladas (ou seja, que ainda precisam trabalhar em serviços essenciais)

Fonte: Os autores (2020).

A análise geográfica foi realizada em diferentes cenários (AFRICA CENTER FOR STRATEGIC STUDIES, 2020). No entanto, a maioria era bastante ampla e não chegava nem perto dos níveis da vizinhança ou do bairro. No cenário brasileiro, o Núcleo de Métodos Analíticos para Vigilância em Saúde Pública, uma iniciativa conjunta entre a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e a Fundação Getúlio Vargas (FGV) divulgou importantes relatórios que analisam possíveis padrões de propagação da COVID-19, bem como as regiões mais vulneráveis do país nos meses de março e abril (CODEÇO et al, 2020). Ainda assim, eles se baseavam nos municípios como um todo ou em microrregiões. Uma metodologia mais completa que reconhecesse a dinâmica interna do município do Rio precisaria lidar com unidades geográficas menores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

A área de estudo selecionada foi o Município do Rio de Janeiro, em sua totalidade. O mesmo está atualmente dividido em 163 bairros e 5 áreas de planejamento (Figura 2). As regiões conhecidas como APs auxiliam no processo de compreensão visual da distribuição espacial das áreas vulneráveis no município estudado.

Figura 2 – Áreas de Planejamento do Município do Rio de Janeiro



Fonte: Os autores (2020).

Contudo, para uma análise mais completa dos riscos e vulnerabilidades em diferentes regiões da cidade do Rio de Janeiro, a unidade geográfica escolhida foi o setor censitário. Um setor censitário é uma unidade territorial com dimensões, população e número de residências apropriados para serem cobertos por um único recenseador (IBGE, 2010). Os setores censitários apresentam diferentes tamanhos, haja visto que alguns desses setores podem abranger uma variedade de quadras, enquanto outros são menores que uma quadra. No município do Rio, o distrito censitário mais populoso tinha uma população (em 2010) de 5.315 pessoas. A população média de um distrito censitário no município do Rio (também em 2010) foi de 618, de um total de 10.233 áreas.

3.2. Dados selecionados

O Censo de 2010 (o mais recente disponível) contém uma infinidade de dados, a maioria deles não necessariamente relevante para esta pesquisa. No entanto, alguns foram identificados e compilados como variáveis por setor censitário, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Variáveis do Censo Demográfico selecionadas para os setores censitários do estudo

VARIÁVEIS IDENTIFICADAS
Residentes de domicílios coletivos
Residentes de domicílios individuais sem banheiro
Residentes de domicílios individuais com um banheiro
Residentes de domicílios individuais com dois ou mais banheiros
Residentes de domicílios individuais com apenas um residente
Residentes de domicílios individuais com apenas dois residentes

Residentes de domicílios individuais com apenas três residentes
Residentes de domicílios individuais com quatro ou mais residentes
Número de residentes do sexo masculino entre 60 e 69 anos
Número de residentes do sexo feminino entre 60 e 69 anos
Número total de residentes entre as idades de 60 e 69
Número de residentes do sexo masculino com mais de 70 anos
Número de residentes do sexo feminino com mais de 70 anos
Número total de residentes com mais de 70 anos

Fonte: IBGE (2010).

Além disso, foi utilizado o Índice de Desenvolvimento Social. Este é um índice desenvolvido anteriormente pelo Instituto Pereira Passos (CAVALLIERI & LOPES, 2008) baseado nas variáveis do Censo Demográfico do IBGE de 2010 que estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Variáveis do Censo Demográfico Utilizadas no Índice de Desenvolvimento Social

Índice	Variáveis
Índice de Desenvolvimento Social	Unidades habitacionais sem acesso adequado à água
	Unidades habitacionais sem acesso adequado ao esgoto
	Unidades habitacionais sem coleta adequada de lixo
	Analfabetismo entre 10 e 14 anos
	Renda média da pessoa responsável pela família
	Percentual de unidades habitacionais com renda do responsável até 2 salários mínimos
	Percentual de unidades habitacionais com renda do responsável até 10 salários mínimos

Fonte: Os autores (2020).

Quanto aos insumos cartográficos correspondem a base cartográfica vetorial municipal do IPP com os limites administrativos das Áreas de Planejamento e com os limites municipais, bem como a base vetorial do IBGE com os setores censitários que abrangem o município do Rio de Janeiro apenas.

3.3. Metodologia

Com base nessas variáveis, foi possível desenvolver uma estratégia de combinar variáveis relevantes em índices de vulnerabilidade para a COVID-19. Inicialmente, todas as variáveis foram convertidas em frações do total, aplicando uma fórmula percentual simples, como:

$$v_p = \frac{v}{t} \quad (1)$$

onde v_p é o valor de cada variável percentual, v é o valor absoluto, e t é o total de entradas.

Após esta etapa inicial, todas as variáveis foram normalizadas de acordo com uma estratégia chamada normalização quantílica, que pode ser melhor executada aplicando a função `normalize.quantiles()` linguagem R (BOLSTAD et al. 2003). Para a implementação dos códigos e algoritmos em R, foi utilizado o software *RStudio*, e nessa etapa inicial da pesquisa as análises espaciais foram realizadas apenas nesse aplicativo, utilizando variáveis visuais de *cor* e *valor* para expressar os *hotspots*. Os elementos do *layout* cartográfico serão inseridos posteriormente após a averiguação da eficácia do método. Essencialmente, esse procedimento tenta tornar

diferentes distribuições consideravelmente idênticas, removendo vieses que possam influenciar uma variável sobre a outra. Isso decorre do fato de que todas representam amostras que possuem distribuições diferentes, não apenas mudanças em termos de mediana e moda. Este procedimento é bem utilizado no campo da Bioinformática e foi escolhido para esta abordagem inicial devido à sua capacidade de normalizar matrizes multidimensionais.

Após a normalização de todas as variáveis, três índices foram desenvolvidos inicialmente, calculando-se as médias de determinadas variáveis, que estão apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5 - Relação dos índices gerados com suas respectivas variáveis

Índices Preditivos	Variáveis
Índice de vulnerabilidade sanitária	Calculado por uma média aritmética de: - Residentes de domicílios coletivos; - Residentes de domicílios individuais sem banheiro; - Residentes de domicílios individuais com um banheiro - Unidades habitacionais sem acesso adequado à água; - Unidades habitacionais sem acesso adequado ao esgoto; - Unidades habitacionais sem coleta adequada de lixo.
Índice de alta coabitação	Calculado por uma média ponderada de: - Moradores de domicílios coletivos (peso 3); - Residentes de unidades habitacionais individuais com apenas três residentes; - Residentes de unidades habitacionais individuais com quatro ou mais residentes (peso 3).
Índice da população idosa	Calculado por uma média aritmética e ponderada de: - Número total de residentes entre as idades de 60 e 69 - Número total de residentes com mais de 70 anos (peso 3)

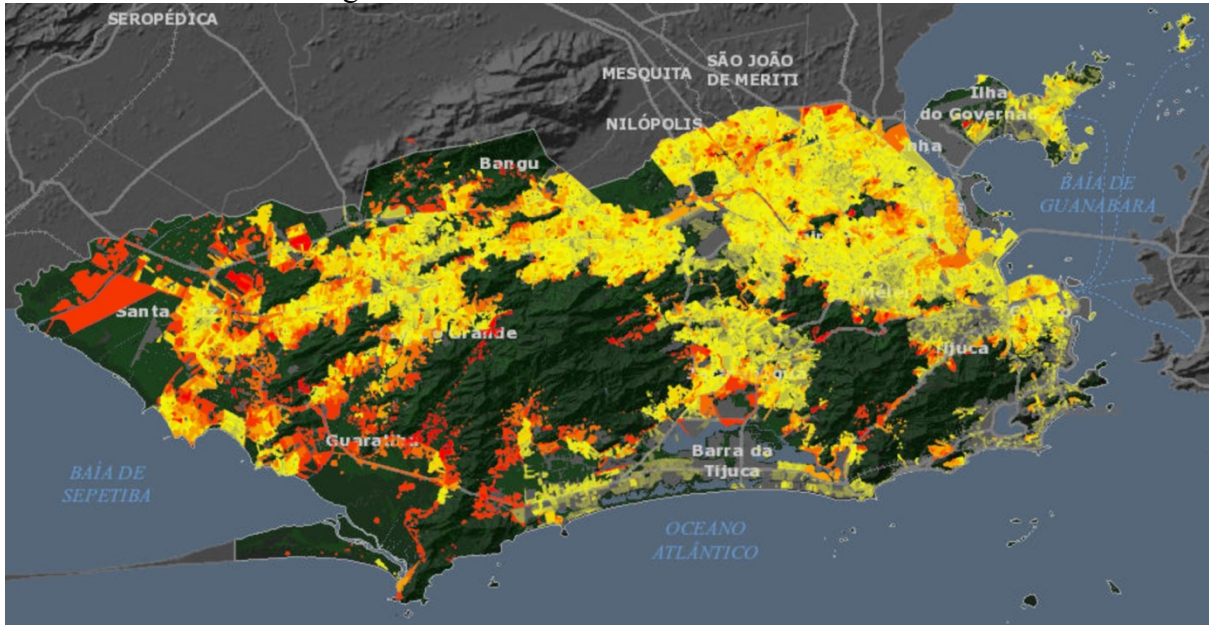
Fonte: Os autores (2020).

Certas variáveis não foram usadas nessa abordagem inicial, por várias razões. Primeiro, houve alta correlação entre variáveis relacionadas à vulnerabilidade sanitária e variáveis relacionadas à baixa renda e analfabetismo. Além disso, no que se refere ao índice de população idosa, no momento, não foram consideradas diferenças em termos de gênero.

4. RESULTADOS

Uma análise inicial dos índices sobre o espaço revela cenários consideravelmente diferentes. O índice de vulnerabilidade sanitária (Figura 3) aponta para as regiões central (AP1), Norte (AP3) e Oeste (AP5) como de maior vulnerabilidade para expansão da pandemia. Áreas de favela, como Rocinha e Vidigal, também são evidenciadas como de alta suscetibilidade à expansão da pandemia.

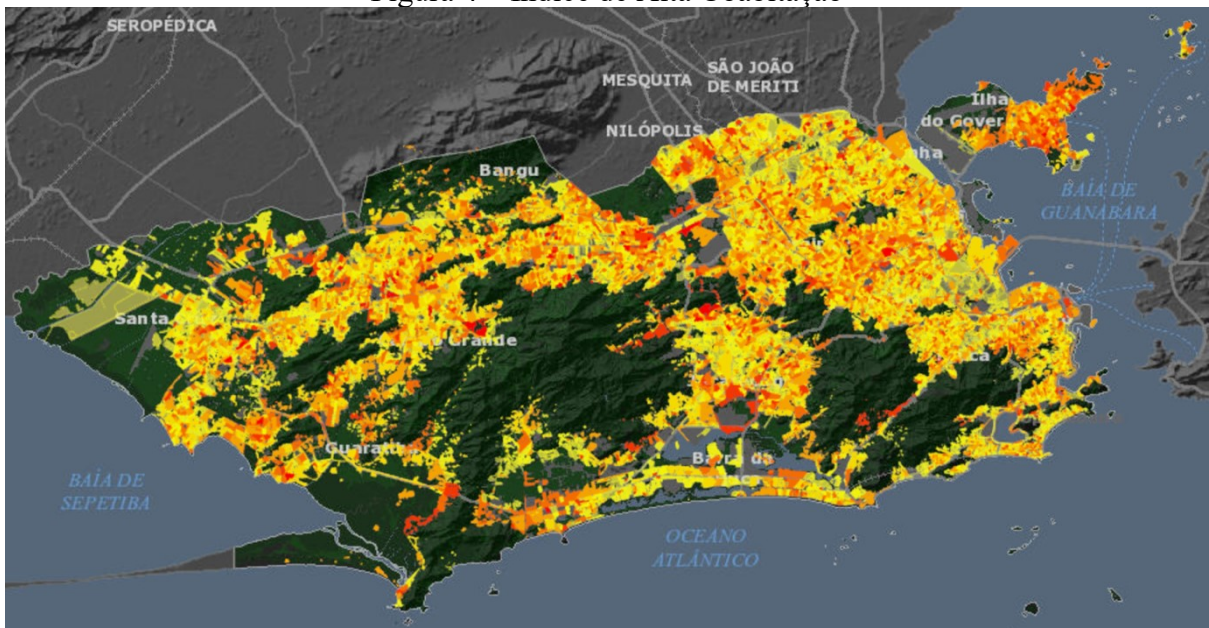
Figura 3 – Índice de vulnerabilidade sanitária



Fonte: Os autores (2020).

Já o índice de alta coabitação (Figura 4) é um pouco mais complexo, cobrindo diferentes regiões da cidade, com elementos socioeconômicos bastante distintos. Isso sugere que é consideravelmente comum a existência de domicílios com 4 ou mais pessoas, sendo o Rio de Janeiro ainda uma cidade onde famílias coabitam o espaço com uma certa regularidade.

Figura 4 – Índice de Alta Coabitação

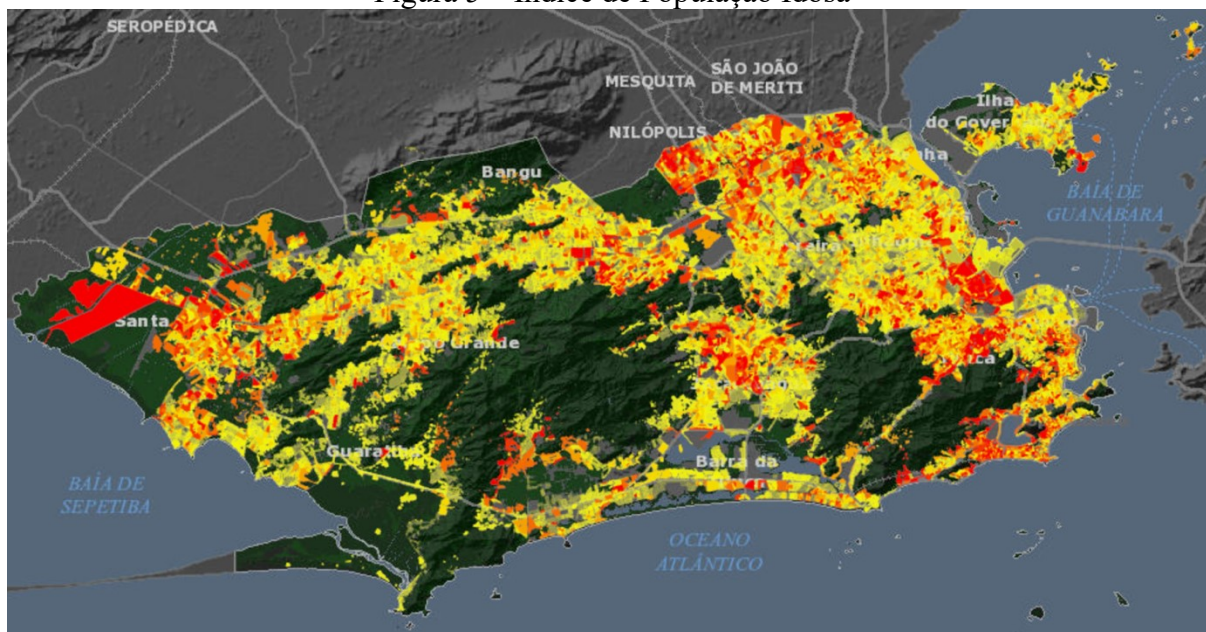


Fonte: Os autores (2020).

Já o índice de população idosa (Figura 5) apresenta uma distribuição concentrada em algumas áreas de ocupação antrópica antiga da AP3, da Grande Tijuca e da Zona Sul (AP2),

além de bairros de ocupação mais recente, porém com perfil marcadamente de classes A e B, como Jacarepaguá e Barra da Tijuca. Isso sugere que a existência de maior densidade de população idosa está relacionada a um misto de fatores: áreas residenciais de ocupação antiga e áreas onde vivem as classes A e B.

Figura 5 – Índice de População Idosa

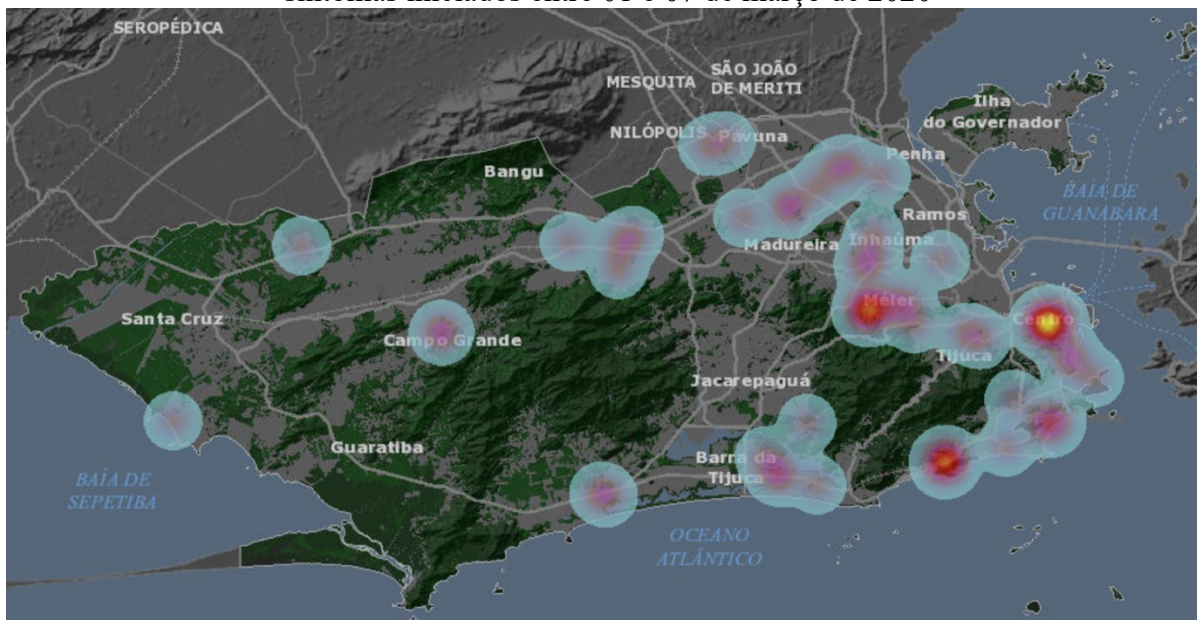


Fonte: Os autores (2020).

Devido à forma peculiar de chegada do novo coronavírus no Brasil (e no Rio de Janeiro em particular), a expansão do contágio ao longo do território também seguiu um padrão específico ao longo do espaço, que guarda certa correlação com elementos dos índices inicialmente desenvolvidos.

Por exemplo, na semana epidemiológica de 01/03/2020 a 07/03/2020 (Figura 6), é notória a concentração ainda mais restrita – sobretudo – à Zona Sul. A expansão da doença, inicialmente ainda muito atrelada a contágios de pessoas recém-chegadas do exterior, seguia um padrão semelhante aos índices preditivos relativos à população idosa.

Figura 6 – Distribuição dos casos confirmados de COVID-19, como mapa de calor, com sintomas iniciados entre 01 e 07 de março de 2020

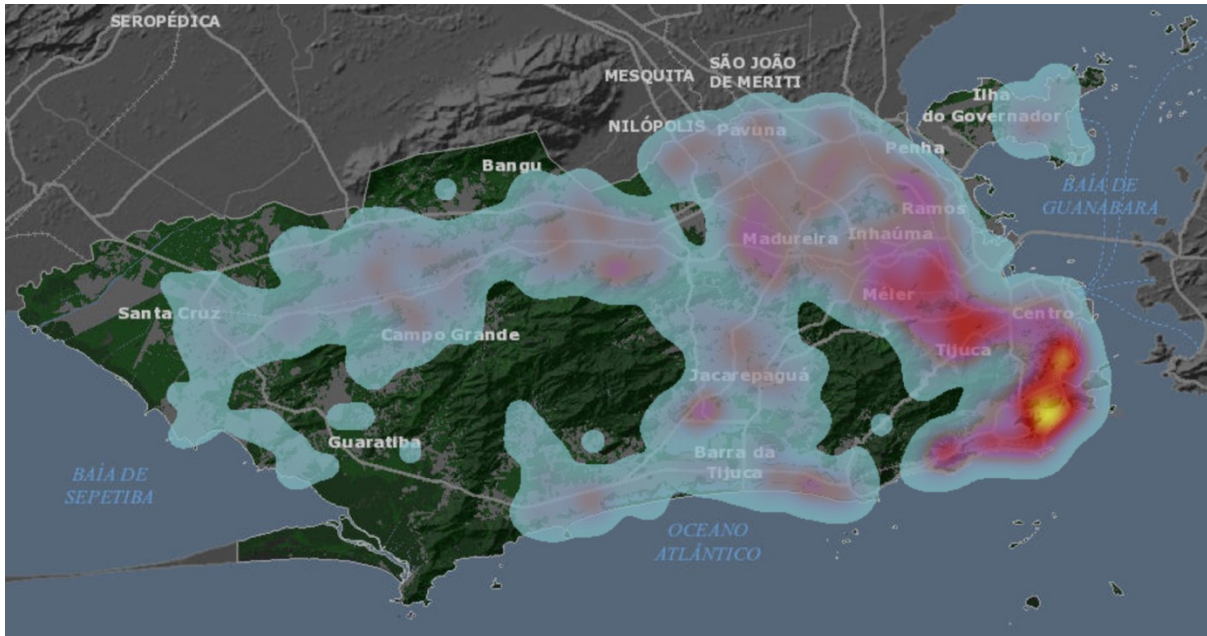


Fonte: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos)

Contudo, à medida que a propagação do novo coronavírus avançava no tempo, os eixos de novos contágios tomam outros rumos, sobretudo em direção às APs 3 e 5, conforme atestam as figuras 7 e 8, referentes aos casos positivos com início de sintomas durante as semanas de 05/04/2020 a 11/04/2020 e de 10/05/2020 a 16/05/2020.

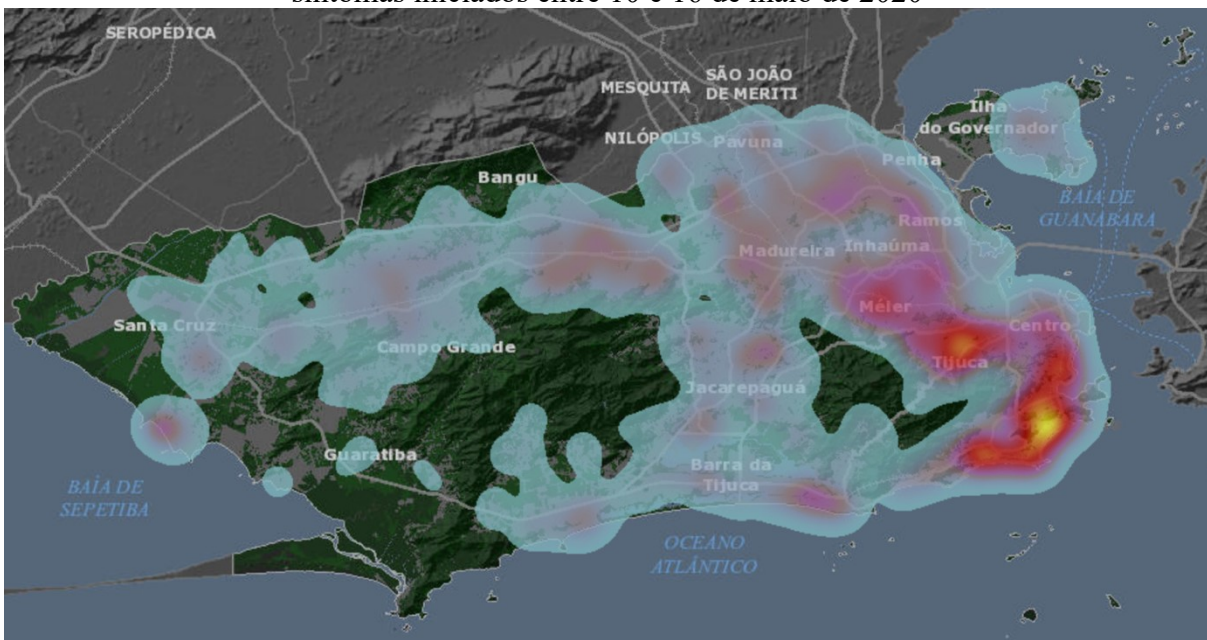
Essa evolução aparenta corroborar o fato de que variáveis sobretudo relacionadas à vulnerabilidade sanitária são mais determinantes no tocante ao potencial de maior contágio e disseminação de uma doença como a COVID-19. Muito embora tenha sido bastante propagada na mídia a existência de maiores riscos atinentes à população idosa e com comorbidades, tais riscos se aplicam muito mais a um maior potencial de agravantes pela doença que a uma maior facilidade de contágio entre essa população. Tampouco é tão determinante uma maior coabitação por unidade habitacional, visto que os dados populacionais sugerem não haver tantas discrepâncias entre quantidade de pessoas sob o mesmo teto nas diferentes áreas da cidade. Muito embora a convivência com uma pessoa contaminada aumente consideravelmente o potencial de contágio, vizinhanças menos afluentes têm tal risco aumentado pela ausência de mais de um banheiro, saneamento precário e, provavelmente, unidades habitacionais menores onde o compartilhamento de espaços é mais denso.

Figura 7 – Distribuição dos casos confirmados de COVID-19, como mapa de calor, com sintomas iniciados entre 05 e 11 de abril de 2020



Fonte: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos)

Figura 8 – Distribuição dos casos confirmados de COVID-19, como mapa de calor, com sintomas iniciados entre 10 e 16 de maio de 2020



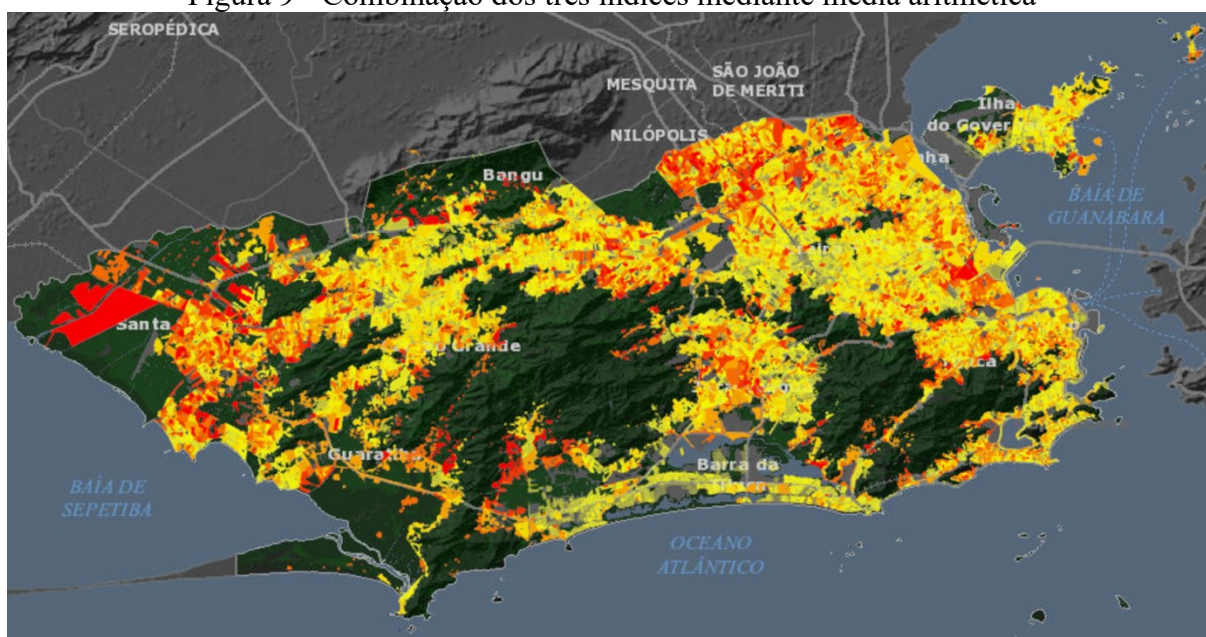
Fonte: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos)

Mesmo assim, é importante ressaltar que, no momento de redação deste texto, ainda é bastante alto o número de doentes na AP2 (Figura 8). É possível que essa quantidade alta tenha a ver com uma possível correlação entre poder aquisitivo e capacidade de testagem da rede

particular. Ainda assim, trata-se de área de considerável concentração de pessoas enfermas após dois meses de transmissão comunitária. Isso sugere que o índice de vulnerabilidade sanitária necessita também receber o aporte de outras variáveis que o tornem mais adequado à realidade que tem sido desenhada no espaço. O índice corretamente aponta a expansão para as APs 3 e 5, mas não consegue identificar com eficácia a continuidade do número de contaminados na AP2.

Uma combinação dos três índices (Figura 9) mediante mera média aritmética reflete em parte o cenário atual de propagação da doença, sobretudo nas APs 2 e 3, mas falha em identificar o forte eixo de crescimento rumo à AP5, na Zona Oeste.

Figura 9 - Combinação dos três índices mediante média aritmética



Fonte: Os autores (2020).

5. CONCLUSÕES

Os indicadores apresentados neste estudo são preliminares, e apontam para algumas tendências epidemiológicas no espaço geográfico. Contudo, ainda necessitam de depurações para também identificar certas tendências evidenciadas após o mapeamento da expansão de casos.

Como próximos passos para esse projeto, estão a adequação de novas variáveis sociodemográficas oriundas de fontes distintas ao Censo e ao IDS, a análise da correlação entre os indicadores para eliminar altas correlações e possibilidades de treinamento iterativo dos mesmos ao longo do tempo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos e à Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, pela disponibilização gratuita dos dados na plataforma Data.Rio, bem como a iniciativa do projeto Painel Rio COVID-19.

Referências

AFRICA CENTER FOR STRATEGIC STUDIES. **Mapping COVID-19 Risk Factors – Africa Center For Strategic Studies.** 2020. [online] Disponível em: <<https://africacenter.org/spotlight/mapping-risk-factors-spread-covid-19-africa/>> [Accessed 19 June 2020].

AGÊNCIA BRASIL. **Rio De Janeiro Confirma Transmissão Local Do Coronavírus.** 2020. [online] Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-03/rio-de-janeiro-confirma-transmissao-local-do-coronavirus>> [Accessed 19 May 2020].

BI, Q., WU, Y., MEI, S., YE, C., ZOU, X., ZHANG, Z., LIU, X., WEI, L., TRUELOVE, S., ZHANG, T., GAO, W., CHENG, C., TANG, X., WU, X., WU, Y., SUN, B., HUANG, S., SUN, Y., ZHANG, J., MA, T., LESSLER, J., FENG, T., 2020. Epidemiology and transmission of COVID-19 in 391 cases and 1286 of their close contacts in Shenzhen, China: a retrospective cohort study. **The Lancet Infectious Diseases.** v. 20, 2020. pp. 911-919.

BOLSTAD, B.M.; IRIZARRY, R.; ASTRAND, M. **A comparison of normalization methods for high density oligonucleotide array data based on variance and bias.** *Bioinformatics*, v. 19, n. 2, p. 185-193, 2003.

CARNEIRO, L. I. S.; CANDEIAS, A. L. B. Análise de Dados Sócio-econômicos e Ambientais na Cidade do Recife e a Dengue no Período: 2000-2006. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, 01-09pp.

CARUSO, B.; FREEMAN, M., Shared sanitation and the spread of COVID-19: risks and next steps. **The Lancet Planetary Health**, v. 4, n. 5, 2020. p.e173.

CAVALLIERI, F.; LOPES, G. P. **Índice de Desenvolvimento Social - IDS: comparando as realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro.** *Estudos Cariocas*, 8. 2008.

CHU, D.; AKL, E.; DUDA, S.; SOLO, K.; YAACOUB, S.; SCHÜNEMANN, H.; CHU, D.; AKL, E.; EL-HARAKEH, A.; BOGNANNI, A.; LOTFI, T.; LOEB, M.; HAJIZADEH, A.; BAK, A.; IZCOVICH, A.; CUELLO-GARCIA, C.; CHEN, C.; HARRIS, D.; BOROWIACK, E.; CHAMSEDDINE, F.; SCHÜNEMANN, F.; MORGANO, G.; MUTI SCHÜNEMANN, G.; CHEN, G.; ZHAO, H.; NEUMANN, I.; CHAN, J.; KHABSA, J.; HNEINY, L.; HARRISON, L.; SMITH, M.; RIZK, N.; GIORGI ROSSI, P.; ABIHANNA, P.; EL-KHOURY, R.; STALTERI, R.; BALDEH, T.; PIGGOTT, T.; ZHANG, Y.; SAAD, Z.; KHAMIS, A.; REINAP, M.; DUDA, S.; SOLO, K.; YAACOUB, S.; SCHÜNEMANN, H., 2020. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet.** v. 395, 2020. pp. 1973-1987.

CODEÇO, C., VILLELA, D., COELHO, F., S BASTOS, L., CARVALHO, L., F C GOMES,

M., G CRUZ, O., M LANA, R., VESPIGNANI, A., PASTORE Y PIONTTI, A., T DAVIS, J., 2020. **Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 no Brasil e avaliação da vulnerabilidade socioeconômica nas microrregiões brasileiras. 2o relatório - 23 março 2020.** [online] Rio de Janeiro: Fiocruz. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/2relatorio-procc-emap-covid-19-20200323-vulnerabilidade.pdf>> [Accessed 19 May 2020].

CODEÇO, C., VILLELA, D., COELHO, F., S BASTOS, L., CARVALHO, L., F C GOMES, M., G CRUZ, O., M LANA, R., VESPIGNANI, A., PASTORE Y PIONTTI, A., T DAVIS, J., 2020. **Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 nos estados brasileiros e avaliação da vulnerabilidade socioeconômica nos municípios. 3o relatório - 02 abril 2020.** [online] Rio de Janeiro: Fiocruz. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/2relatorio-procc-emap-covid-19-20200323-vulnerabilidade.pdf>> [Accessed 19 May 2020].

DAVIES, N., KLEPAC, P., LIU, Y., PREM, K., JIT, M., EGGO, R. Age-dependent effects in the transmission and control of COVID-19 epidemics. **Nature Medicine**. v. 26, 2020, pp. 1205–1211.

DOCKERY, D., ROWE, S., MURPHY, M., KRZYSTOLIK, M., 2020. **The Ocular Manifestations and Transmission of COVID-19: Recommendations for Prevention.** The Journal of Emergency Medicine. Disponível em: <https://clinowl.com/the-ocular-manifestations-and-transmission-of-covid-19-recommendations-for-prevention/> [Accessed 17 June 2020].

FRENCH-PARDO, I.; NAPOLETANO, B. M.; ROSETE-VERGES, F.; BILLA, L. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. **Science of The Total Environment**, Volume 739, 2020, 1-10pp.

GATRELL, A. C.; LÖYTÖNEN, M. GIS and Health Research: An Introduction. In: GATRELL, A. C.; LÖYTÖNEN, M. (Eds.) **GISDATA VI: GIS and Health**. London: Taylor & Francis, 2003, 3-16pp.

GANDHI, M., YOKOE, D., HAVLIR, D., Asymptomatic Transmission, the Achilles' Heel of Current Strategies to Control Covid-19. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 22, 2020. pp.2158-2160.

GARCIA, L., **Uso de máscara facial para limitar a transmissão da COVID-19.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 29, n. 2, 2020. pp. e2020023.

GHINAI, I., WOODS, S., RITGER, K., MCPHERSON, T., BLACK, S., SPARROW, L., FRICCHIONE, M., KERINS, J., PACILLI, M., RUESTOW, P., ARWADY, M., BEAVERS, S., PAYNE, D., KIRKING, H., LAYDEN, J., 2020. Community Transmission Of SARS-Cov-2 At Two Family Gatherings — Chicago, Illinois, February–March 2020. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 69, n. 15, 2020. pp. 446–450.

GUAN, W., LIANG, W., ZHAO, Y., LIANG, H., CHEN, Z., LI, Y., LIU, X., CHEN, R., TANG, C., WANG, T., OU, C., LI, L., CHEN, P., SANG, L., WANG, W., LI, J., LI, C., OU, L., CHENG, B., XIONG, S., NI, Z., XIANG, J., HU, Y., LIU, L., SHAN, H., LEI, C., PENG, Y., WEI, L., LIU, Y., HU, Y., PENG, P., WANG, J., LIU, J., CHEN, Z., LI, G., ZHENG, Z., QIU, S., LUO, J., YE, C., ZHU, S., CHENG, L., YE, F., LI, S., ZHENG, J., ZHANG, N., ZHONG, N., HE, J., Comorbidity and its impact on 1590 patients with COVID-19 in China: a nationwide analysis. **European Respiratory Journal**, v. 55, n. 5, 2020. p.2000547.

HELLER, L., MOTA, C., GRECO, D., 2020. COVID-19 faecal-oral transmission: Are we asking the right questions? **Science of The Total Environment**, v. 729, 2020. pp.1-3.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Operação Censitária – Guia do Censo 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>> [Accessed 19 June 2020].

LI, D., JIN, M., BAO, P., ZHAO, W., ZHANG, S. Clinical Characteristics and Results of Semen Tests Among Men With Coronavirus Disease 2019. **JAMA Network Open**, v. 3, n.5, 2020. p. e208292.

LU, J., GU, J., LI, K., XU, C., SU, W., LAI, Z., ZHOU, D., YU, C., XU, B., YANG, Z., COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. **Emerging Infectious Diseases**, v. 26, n. 7, 2020. pp.1628-1631.

NUNES, J. A pandemia de COVID-19: securitização, crise neoliberal e a vulnerabilização global. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 5, 2020. pp. 1-4.

RELIEFWEB. 2020. **Vulnerable Countries Face 3 Times The Risk Of COVID-19 Exposure, Yet Have 6 Times Lower Access To Healthcare Services - World**. [online] Disponível em: <<https://reliefweb.int/report/world/vulnerable-countries-face-3-times-risk-covid-19-exposure-yet-have-6-times-lower-access>> [Accessed 19 June 2020].

VAN DOREMALEN, N., BUSHMAKER, T., MORRIS, D., HOLBROOK, M., GAMBLE, A., WILLIAMSON, B., TAMIN, A., HARCOURT, J., THORNBURG, N., GERBER, S., LLOYD-SMITH, J., DE WIT, E., MUNSTER, V. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 16, 2020. pp.1564-1567.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2020. Modes Of Transmission Of Virus Causing COVID-19: **Implications For IPC Precaution Recommendations**. [online] Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>> [Accessed 19 May 2020].

ZHANG, R., LI, Y., ZHANG, A., WANG, Y., MOLINA, M., 2020. Identifying airborne transmission as the dominant route for the spread of COVID-19. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 26, 2020. pp. 14857–14863.