

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

Desigualdade Socioespacial e Vacinação contra a COVID-19:

**Avaliação das Estratégias de Vacinação em Face das Desigualdades Urbanas de
São Paulo**

Martim Braga Pessoa

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Ligia Vizeu Barrozo

São Paulo, Julho de 2023

Agradecimentos

Agradeço à Sandra, Fernanda, Diogo e Lia, por serem a minha casa em formato de gente. Agradeço à minha orientadora, Ligia Vizeu Barrozo, por estar comigo em todas as etapas desse processo. Agradeço aos meus amigos e amigas. Algumas especialmente importantes para o momento de entrega: Júlia, Rafaela e Jaqueline. Companheiros de vida, que me deram forças (e muitas vezes me forçaram) para conseguir chegar até aqui.

É gente que nos move, e eu só tenho a agradecer por ter me rodeado desse amor que preenche e se completa em nós mesmos.

Resumo

O presente estudo investiga a relação entre a desigualdade socioespacial em São Paulo e a campanha de vacinação contra COVID-19. No contexto de escassez de doses e da necessidade de enfrentar a pandemia, foi necessário delimitar estratégias de vacinação que pudessem atingir a população em função do risco. A pesquisa utiliza uma abordagem quantitativa para verificar se a desigualdade social, além do critério da idade, é um fator de risco relevante a ser considerado para estabelecer a priorização do acesso às doses. Através da análise espacial das taxas de internação e de óbito seguidos de internação, os resultados revelaram que a desigualdade social é um fator de risco significativo, independente da idade.. Isso destaca a importância de se considerar a vulnerabilidade social das políticas públicas de modo a garantir maior eficácia no enfrentamento de outras crises humanitárias.

Summary

This study investigates the relationship between socio-spatial inequality in São Paulo and the COVID-19 vaccination campaign. In the context of vaccine scarcity and the need to combat the pandemic, it was necessary to develop vaccination strategies based on risk. The research employs a quantitative approach to assess whether social inequality, in addition to age, is a relevant risk factor to consider when prioritizing access to vaccines. Through spatial analysis of hospitalization and hospitalization-related mortality rates, the results revealed that social inequality is a significant risk factor, independent of age. This highlights the importance of considering social vulnerability in public policies to ensure greater effectiveness in addressing future humanitarian crises.

Sumário

INTRODUÇÃO	6
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

Introdução

A pandemia de COVID-19, declarada uma emergência global pela OMS em março de 2020, apresentou uma série de problemas inéditos aos sistemas públicos de saúde no mundo além de explicitar as falhas já existentes. Entre as diversas estratégias possíveis para o enfrentamento da pandemia, a vacinação destacou-se como a ferramenta mais eficaz na redução dos impactos do vírus. Porém, o contexto de escassez de doses impeliu aos gestores a necessidade de ordenar o acesso às doses a partir do critério do risco, a fim de proteger primeiramente aqueles mais vulneráveis.

Esse estudo pretende avaliar se a vulnerabilidade social poderia contribuir como um fator de risco a ser adicionado além do critério da idade na cidade de São Paulo. A relevância dessa pesquisa é então entender se o estado foi capaz de selecionar as populações sujeitas ao maior risco de modo a direcionar as doses dos imunizantes da forma mais eficaz, protegendo aqueles sujeitos mais suscetíveis aos desenvolvimentos mais graves da doença. Ou então, ao ignorar a vulnerabilidade como fator, acabou por perpetuar as desigualdades no acesso à saúde. A análise se faz fundamental para avaliar o sucesso em geral da campanha de vacinação e, também, fornecer dados capazes de melhorar futuras políticas públicas que tratem a respeito de problemas semelhantes.

Partindo do pressuposto de que a “pandemia por COVID-19 atingiu desigualmente as pessoas, com maior número de casos, hospitalizações e mortes entre aquelas com maior vulnerabilidade social” (PASSOS et al, 2021 apud HALLAL et al, 2020 e BUTLER, 2020) a pergunta central da pesquisa é: as desigualdades socioespaciais preexistentes na capital paulista exerceram um impacto significativo no risco por COVID-19, independentemente da idade, de forma que deveriam ser consideradas na determinação das prioridades de vacinação? O objetivo então é dimensionar o efeito das desigualdades sociais nas taxas de internação e de óbitos seguidos de internação no ano de 2021, ponderando o resultado da vacinação dos diferentes grupos etários.

Para atingir esse resultado, foi feita uma abordagem quantitativa, utilizando dados demográficos e de saúde de fontes oficiais como IBGE e SUS. Esses dados foram então, correlacionados com o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) e o Índice Socioeconômico do Contexto Geográfico para Estudos em Saúde (GeoSES) para analisar suas correlações com a gravidade do desfecho da doença. Ferramentas de análise espacial

como o software QGIS e scripts em Python foram implementados para visualizar e investigar as disparidades no efeito da COVID-19 na população.

Os resultados desse estudo jogam luz sobre a efetividade de estratégias de vacinação que levam apenas o risco individual da doença num contexto urbano altamente desigual. O estudo demarca a importância de considerar essas desigualdades socioespaciais nas políticas públicas de saúde a fim de garantir a equidade no acesso à saúde.

Fundamentação Teórica

O questionamento sobre como priorizar a aplicação das doses de imunizantes para COVID-19 surge do contexto global de escassez de oferta. Os primeiros imunizantes eficazes contra o vírus descobertos em novembro do mesmo ano em que a Organização Mundial de Saúde declarou a situação mundial como uma pandemia, foram pensados como o “principal instrumento de proteção individual e coletiva empregado pela humanidade” (ZONENSCHEIN, 2022). Desde o primeiro momento, as doses existentes por si só já eram insuficientes para elaborar um plano de imunização que fosse capaz de atender suficientemente as demandas globais. Afinal, dada a condição de uma pandemia provocada por um vírus com uma alta taxa de mutação, a necessidade de se imunizar globalmente da maneira mais rápida era a estratégia mais eficaz para evitar o surgimento de uma variante contra a qual os imunizantes seriam ineficazes. Desse modo, caso as medidas não fossem num “sentido global e uniforme, havendo nações excluídas do acesso aos imunizantes, o mundo poderá viver sucessivas crises humanitárias e de saúde nos próximos anos” (NASCIMENTO et al, 2022).

Mesmo tendo em vista o contexto e, a princípio, um interesse global no combate à pandemia, a distribuição de doses de imunizantes deu-se de modo a beneficiar as nações mais ricas em detrimento daquelas mais pobres. A respeito da aquisição desproporcional das doses de imunizante, Souza (2021) constatou que:

No que tange aos países, aqueles de alta renda se anteciparam e fizeram acordos de compra antes mesmo da comprovação de segurança ou eficácia das vacinas. Até o dia 24 de fevereiro, 191 milhões de doses tinham sido administradas, das quais 75% em apenas 10 países. Em 130 nações, com 2,5 bilhões de habitantes, nenhuma dose foi aplicada. Os países ricos, que somam 16% da população mundial, compraram mais da metade das doses disponíveis de vacinas contra COVID-19 (SOUZA, 2021 apud YAMEY 2021)

A realidade da aquisição de vacinas, dado que eram um recurso de limitado acesso, reafirmou a dinâmica desigual internacional. A fim de se combater essa desigualdade posta, a OMS em associação à outras organizações filantrópicas e países lançou em abril de 2020 o consórcio “COVAX Facility, uma iniciativa global para assegurar financiamento para a pesquisa em imunizantes e uma distribuição equitativa dos mesmos entre os países” (ZONENSCHEIN, 2022).

O Brasil, parte do sul global que teria que disputar para conseguir acesso às doses de imunizantes, tinha uma posição particularmente especial quanto ao processo de vacinação. O Programa Nacional de Imunizações (PNI) é o ente institucional do governo federal responsável não somente pela determinação da inclusão de novos imunizantes dentro do programa, mas também pela elaboração do plano específico de aplicação deles. Formulado em 1973 e incluso como componente do Sistema Único de Saúde em 1988, o trabalho realizado por essa instituição é e foi fundamental para a combate à propagação de doenças, redução da mortalidade infantil e no enfrentamento às inequidades no acesso à saúde (ZONENSCHIN, 2022). Ele é tido nacional e internacionalmente como referência na estratégia de aplicação de doses de imunização, de modo que, a expectativa era de que poderíamos servir como um exemplo de como realizar a tarefa hercúlea de imunizar uma população da dimensão da população brasileira, no contexto do sul global.

No entanto, a aquisição em si dos imunizantes dentro do desenho institucional do PNI é algo relegado ao governo federal. Isso se deve ao entendimento de que a união teria não só a capacidade política de articular a compra de imunizantes, especialmente num contexto que existia uma verdadeira disputa internacional pela compra desses imunizantes. Mas também, pela capacidade monetária de desprender recursos a fim de se conseguir esse ativo que se apresentava como o método mais eficaz de reduzir as taxas de mortalidade, contágio e hospitalizações por COVID-19, que assolavam o país na época. Para além da aquisição de imunizantes é importante atentar-se para o restante dos papéis da esfera federal dentro do PNI.

A união foi incapaz em sua atuação de movimentar-se institucionalmente para os fins de adquirir as doses de imunização. O registro na verdade indica que os esforços regidos pelos entes federativos foram na direção contrária. Em 2019, houve a dissolução do Comitê Técnico Assessor de Imunizações – início da gestão de Jair Bolsonaro –, parte fundamental do PNI na análise da segurança e na assessoria no processo de aquisição de imunizantes, só teve sua restituição em setembro de 2020. Houve atraso do governo federal na adesão ao *COVAX Facility* e, quando aderidos, a escolha de adquirir apenas doses suficientes para imunizar cerca de 10% da população, ao invés dos 40% indicado pela secretaria executiva do Ministério da Saúde à época. O executivo federal também teve oportunidade de comprar antecipadamente doses do imunizante, oferecidas diversas vezes pelo laboratório Pfizer. No entanto, o que foi relevado durante a Comissão

Parlamentar de Inquérito¹ foi que o Ministério da Saúde não respondeu às ofertas das doses. Ainda em relação à aquisição de imunizantes, o então presidente da república Jair Bolsonaro tomou iniciativa de romper unilateralmente o contrato entre o Instituto Butantã e a farmacêutica chinesa SINOVAC para a expansão da fábrica de imunobiológicos para a fabricação do imunizante CoronaVac. A responsabilidade foi então assumida pelo estado de São Paulo, além da aquisição de 46 milhões de doses disponíveis dos imunizantes, que também haviam sido ofertadas ao governo federal (ZONENSCHEIN, 2022). Essas ações da União demonstram, no melhor dos casos, uma completa ineficiência de identificar a aquisição de imunizantes como a medida mais importante no combate à doença, sendo assim, uma completa incapacidade técnica de assimilar os consensos médicos até ali estabelecidos.

Dentro do desenho institucional do PNI, o governo federal é responsável também pela “coordenação do PNI, abrangendo a seleção de quais vacinas serão incluídas em seu âmbito de atuação, as estratégias e normatizações técnicas a respeito” e pela “gestão do sistema informatizado do programa e a análise dos dados coletados e fornecidos por estados e municípios” (ZONENSCHEIN, 2022). Ou seja, compete ao governo federal fornecer as diretrizes para uma estratégia nacional de imunização. Cabe então aos estados e, principalmente, aos municípios a operacionalização na ponta das campanhas de vacinação. Nesse sentido, o Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra COVID-19 (PNO) é publicado pelo Ministério da Saúde em dezembro de 2020 a fim de direcionar a vacinação.

O contexto sobre o qual o PNO é elaborado, em partes, impele ao Ministério o esforço de delimitação da estratificação da priorização do acesso ao imunizante pela população. No contexto de escassez de doses, faz-se obrigatória a definição de grupos alvos populacionais no movimento de progressivamente proteger a população brasileira até que se alcançasse um volume de doses de vacinas o suficiente para imunizar a população em sua totalidade (BRASIL, 2020). Essa avaliação parte da descrição do risco ao qual a população em geral é sujeita de modo a compreender quais são os grupos mais

¹ Comissão Parlamentar de Inquérito sobre a Pandemia de COVID-19 instaurada em abril de 2021 (ZONENSCHEIN, 2022).

vulneráveis à pandemia de COVID-19. As “condições e/ou comorbidades” identificadas a partir da análise do sobre risco (SR) de hospitalizações e mortalidade até agosto de 2020 causadas por COVID-19 ou por Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) foram:

idade superior a 60 anos; diabetes mellitus; doença pulmonar obstrutiva crônica; doença renal; doenças cardiovasculares e cerebrovasculares; hipertensão; indivíduos transplantados de órgãos sólidos; anemia falciforme; câncer; obesidade grave ($IMC \geq 40$); e populações indígenas. (BRASIL, 2020).

O documento ainda adiciona como orientação a inclusão de profissionais de saúde com a intenção de proteger não só a capacidade institucional de combate da pandemia, mas também como medida de proteção para um dos grupos mais expostos aos vírus.

O plano de priorização da vacinação contra COVID-19 e a subsequente seleção de grupos prioritários a partir do risco ao qual eles são sujeitos não se concretiza exatamente como uma lista a ser seguida por todos os estados. Isso se dá por conta de dois fatores. O primeiro é a municipalização e descentralização do Sistema Único de Saúde (SUS). Essa característica fundamental do SUS é uma prerrogativa que tem como interesse garantir a autonomia dos municípios e estados que, por estarem mais próximos dos contextos territoriais específicos, possam implementar medidas adequadas para a escala de atuação de fato, potencializando a eficácia da atuação do SUS. O segundo é consequência da falta de interesse e incapacidade do nível executivo federal à época de estabelecer um plano objetivo de aplicação de imunizantes a nível nacional que fosse capaz de orientar as 3 esferas do poder público. É competência do município a organização do sistema de informação do PNI a nível municipal. À União caberia então o estabelecimento de uma estratégia nacional que fosse embasada pela informação a nível municipal. No entanto, a falta da liderança nacional acabou por incumbir aos estados e municípios a responsabilidade de estabelecer critérios próprios para a definição dos grupos prioritários sem uma articulação com o contexto mais amplo do território, abrindo brecha para “diversos relatos de grupos de menor risco sendo priorizados e de pessoas que burlavam as regras de priorização com facilidade” (ZONENSCHNEIN, 2022 apud COLLUCCI, 2021).

A dificuldade no estabelecimento e na identificação dos critérios que seriam responsáveis para determinar o grau de risco ao qual as diferentes populações e regiões

são submetidos se apresenta como um verdadeiro obstáculo para a implementação da campanha de imunização. De acordo com Gondin et al (2008), é necessário compreender que não necessariamente o risco é algo carregado individualmente pelos sujeitos. O risco pode ser entendido como a tradução dos impactos da heterogeneidade desigual do território sobre as “condições gerais da vida, individual e coletiva” (GONDIN et al, 2008). É a partir disso que se faz necessário o tensionamento da definição de risco qualificada apenas por indicadores biológicos apresentada pelo PNO. Ao evidenciar o papel estruturante do espaço, a qualificação do risco deve também ao menos verificar se outros fatores de desigualdade socioespacial são relevantes para análise.

A avaliação de risco é parte fundamental da análise estabelecida neste trabalho. O risco pode ser entendido como uma relação matricial entre três componentes: Perigo (Hazard), Exposição (Exposure) e Vulnerabilidade (Vulnerability)(PLUCHINO et al., 2021).A ausência de qualquer um desses componentes elimina a existência do risco. Seja o caso de um evento que não apresente perigo, um evento que ocorra num local em que não há exposição, ou ainda que haja exposição, mas a população ou outros ativos não sejam vulneráveis ao perigo, o risco é inexistente. Esse modelo é mais conhecido como modelo do Triângulo do Risco de Crichton, originalmente utilizado para a avaliação de riscos em diversos contextos, como desastres naturais e mudanças climáticas, e tem se mostrado um modelo eficiente para a qualificação do risco no contexto de crises de saúde pública, como foi o caso da pandemia de COVID-19. Para Pluchino (2021), essa relação matricial pode ser uma ferramenta importante para o direcionamento da atuação do poder público, a fim de otimizar o uso dos recursos disponíveis.

Os componentes dessa análise são entendidos da seguinte maneira. O componente de Perigo refere-se ao potencial de um evento causar danos. Segundo o artigo, "*Hazard is the potential for an event to cause harm (e.g., earthquake, flooding, epidemics)*" (PLUCHINO et al., 2021, p. 4). A Exposição é entendida como a quantidade máxima de sujeitos expostos ao perigo. Os autores descrevem que "*Exposure measures the amount of assets exposed to harm (e.g., buildings, infrastructures, population)*" (PLUCHINO et al., 2021). A Vulnerabilidade, finalmente, refere-se à propensão dos sujeitos expostos a sofrerem danos caso sejam atingidos pelo perigo. Conforme citado no artigo, "*Vulnerability is the harm proneness of assets if exposed to hazard events (e.g., building characteristics, drainage systems, age of population)*" (PLUCHINO et al., 2021). Nesse

sentido, a existência de risco é condicionada à presença de um evento que possa causar danos a um determinado número de ativos e/ou sujeitos que são, de maneira mais ou menos intensa, vulneráveis a esse perigo. A qualificação e quantificação desse risco é ponderada a partir desses componentes, compreendendo o mesmo como absolutamente contextual.

No contexto da COVID-19, o Perigo (*Hazard*) pode ser interpretado como os fatores que interferem na disseminação do vírus em uma população. A incapacidade de praticar o isolamento social imposta pela realidade social do contexto (densidade populacional elevada, casas com alto número de moradores) ou ainda a natureza da ocupação profissional da população estudada (trabalhadores da área de saúde, serviços de transporte público, funcionários de cemitérios etc.) afeta diretamente a possibilidade da disseminação da doença. A Exposição (*Exposure*) representa a quantidade de pessoas que podem potencialmente ser infectadas, correspondendo ao tamanho da população da região de interesse. Quanto maior a população, maior a exposição máxima potencial. Já a vulnerabilidade (*Vulnerability*) está relacionada à propensão de uma pessoa infectada adoecer gravemente ou morrer.

De acordo com Pluchino (2021), a dificuldade apresentada ao poder público no enfrentamento de uma crise como a de COVID-19 é também da imprevisibilidade, de certo modo produzida, do desenvolvimento da doença. Entender o comportamento espacial, como e para onde ela irá, a fim de alocar os limitados recursos à serviço da população e, assim, reduzir o número de mortos e de contagiados é a prioridade. O triângulo de Crichton propõe uma alternativa. Ao invés de tentar prever o comportamento em si do vírus, propõe-se uma análise do risco *a priori* ao qual a população afetada está sujeita. Desse modo, é possível prever as localidades de maior ou menor risco em caso de contágio com os vírus.

Uma nota importante a se fazer nesse momento a respeito da característica espacial intrínseca ao conceito de risco. O risco é sempre alocado a um lugar. Ele é associado ao espaço em que o evento ocorre, sendo produto e produzido por ele. Os componentes do conceito de risco nos ajudam a compreender facilmente essa dimensão do risco. A exposição, mesmo não se tratando de ativos materiais (prédios, terrenos etc.), é um fator associado ao espaço ocupado por esse total de pessoas potencialmente afetado.

Como elaborado anteriormente, a maior ou menor densidade populacional, a depender do local estudado, impacta diretamente na possibilidade de que uma pessoa possa entrar em contato com um vírus, por exemplo. Pluchino (2021), também compreende o índice de mobilidade média como um indicador importante para se avaliar a capacidade de disseminação do vírus.

O desafio proposto então é entender quais seriam os indicadores que regem os componentes de risco de modo a, a partir deles, poder avaliar a espacialização do risco. Partindo do pressuposto de que uma combinação de indicadores é capaz de explicar espacialmente o desenvolvimento da pandemia, o uso de dados de mortalidade, contágio e hospitalizações já existentes e disponíveis a fim de calibrar os respectivos modelos de risco, selecionar e validar as variáveis envolvidas. No estudo de Pluchino (2021), as variáveis escolhidas para modelar o risco *a priori* que as regiões da Itália estão sujeitas foram estruturadas a partir do modelo do triângulo de risco de Crichton. Desse modo o perigo é compreendido dentro das variáveis: índice de mobilidade, densidade de construções para moradia e densidade de equipamentos de saúde (para fins do estudo, o índice de Unidades de Tratamento Intensivo – UTIs –/população foi o escolhido). É importante lembrar que o perigo (*hazard*) é qual o grau de disseminação potencial do vírus. A exposição é o número total de pessoas existentes que possam ser infectadas. A exposição, para fins do modelo espacial estatístico proposto, foi compreendido junto à vulnerabilidade de modo a calcular o máximo de danos associados. As variáveis que formam esse componente foram: poluição do ar, temperatura média do inverno e idade média da região estudada.

É importante notar que a desigualdade socioespacial, dentro do estudo, é pensada dentro do fator de perigo, e não de vulnerabilidade. Nele, a desigualdade socioeconômica é traduzida pelos índices de densidade de equipamentos da saúde. Assim, as regiões mais empobrecidas da Itália seriam também aquelas mais desabastecidas do ponto de vista de possibilitar leitos de UTIs aos casos mais graves. Nesse sentido, a desigualdade é apresentada como um fator exclusivamente associado à possibilidade de disseminação do vírus e não como um fator que afeta diretamente a vulnerabilidade. A probabilidade de morrer ou ter consequências graves, para esse estudo, é evidenciado por componentes ligados a biologia direta ou indiretamente daquele afetado. De acordo com o artigo, tanto a poluição do ar quanto a temperatura média do inverno são índices que têm um impacto

objetivo no desenvolvimento da doença dentro do organismo, assim como a idade. Mesmo assim, o estudo foi capaz de gerar um índice de risco que apresenta uma correlação positiva muito forte com os dados reais de hospitalização (coeficiente de Pearson $r = 0,99$), mortalidade (coeficiente de Pearson $r = 0,97$) e casos totais por COVID-19 dentro da Itália (0,98) (Pluchino, 2021). Além disso, o estudo aponta uma metodologia que possibilita ao Estado uma atuação premeditada das ações de combate à pandemia nas regiões de maior risco.

A escolha de reduzir a quantidade de índices capazes de descrever a desigualdade social pelo artigo aponta para duas consequências possíveis. A primeira é de que a desigualdade intrarregional italiana em relação ao risco não tenha uma relação explicativa do ponto de vista espacial com a desigualdade social. Ou seja, entendendo que a correlação encontrada com o risco relativo real medido (mortes, hospitalizações e casos totais por COVID-19) com o modelo estatístico proposto é significativa, a falta de componentes socioeconômicos diversos não é algo prejudicial. A segunda, no entanto, é que essa estrutura seja insuficiente para dimensionar riscos numa escala maior, especialmente para contextos em que a desigualdade social seja profunda, com é o caso do Brasil e, especialmente para esse trabalho, de São Paulo.

Vejam, o interesse desse trabalho é examinar se a definição do risco associado à doença foi capaz de estipular quais as populações que eram prioritárias para receber as limitadas doses de imunizantes que tínhamos disponíveis no decorrer do segundo ano da pandemia. Pluchino (2021) aponta na direção de disputar a narrativa de que o risco ao qual a população está submetida é algo exclusivamente relacionado aos condicionantes biológicos individuais. Para deixar mais evidente, ele propõe uma visão que implica em dois fatores fundamentais. O primeiro é uma redução da escala a fim de comportar as multiplicidades de fatores que se inter-relacionam resultando numa descrição precisa do risco ao qual estamos submetidos no contexto da pandemia. Isso se sucede especialmente pela adição de componentes não biológicos, mas que influenciam diretamente tanto na vulnerabilidade quanto no perigo que se apresentam. A segunda, que é consequência dessa primeira, é a compreensão de que as desigualdades inscritas à realidade material propõem uma estratificação desse risco que, para além de ser algo estritamente demográfico – qual porção da população é submetida ao risco maior ou menor –, é

invariavelmente espacial. O risco ao mesmo tempo que produz uma realidade espacial, é também produto das rugas espaciais sobre as quais ele incide.

O Índice Socioeconômico do Contexto Geográfico para Estudos em Saúde (GeoSES) foi criado a fim de entender quais seriam as variáveis e indicadores socioeconômicos mais relevantes para explicar a espacialização do acesso à saúde, partindo do pressuposto de que “o lugar onde o indivíduo mora é um preditor mais importante de sua saúde do que o seu próprio código genético” (GRAHAM, 2016). O índice é composto por 7 dimensões do contexto socioeconômico: educação, mobilidade, pobreza, riqueza, renda, segregação e privação de recursos e serviços. Cada uma das dimensões se refere a uma combinação de variáveis processadas a partir da técnica de análise de componente principais a fim de identificar aquelas mais relevantes. O objetivo é, ao compreender que o contexto socioespacial é complexo, não recair na

“escolha de uma variável unidimensional para representá-lo, incorrendo em simplificações que não contribuem para a compreensão do problema estudado. Também é trivial a utilização de índices que não foram elaborados para esta finalidade e que não permitem identificar os aspectos mais importantes para a saúde” (BARROZO et al, 2020).

O GeoSES se faz como um instrumento importante para a avaliação do risco ao qual uma população está submetida quando em contato com uma doença, apontando para a relevância do contexto socioeconômico na distribuição dele. Um estudo publicado ainda em 2020, verificou a dinâmica espaço-temporal da mortalidade por COVID-19 dentro da cidade de São Paulo durante o ano de 2020. A análise foi feita a partir das mortes confirmadas e suspeitas por COVID-19 entre a 11^a e a 24^a semana epidemiológica (SE), verificando o CEP de moradia e, então, a dependência do comportamento do risco relativo com índice GeoSES (BERMUDI et al 2020). A Figura 1 descreve o comportamento do risco relativo através das SE normalizado para o índice socioeconômico. Nele quando o RR (Risco Relativo) é maior que 1, o status socioeconômico funciona como um fator de aumento de risco, e quando é menor que 1, ele é um fator de proteção (BERMUDI et al 2020).

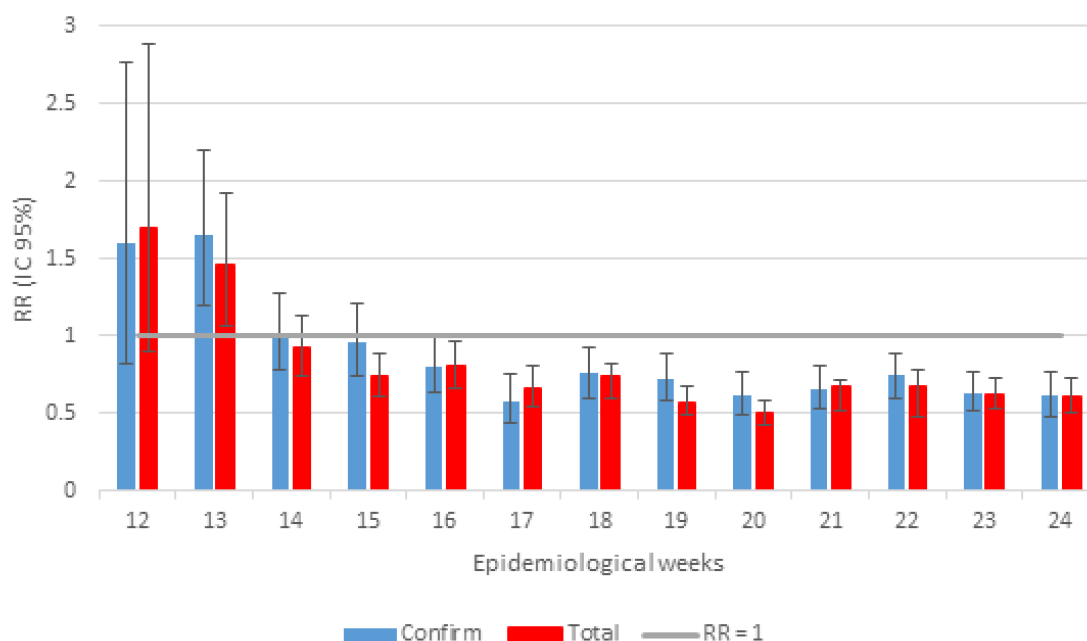


Fig. 1: Medias posteriores dos riscos relativos e intervalo de credibilidade de 95% para a covariável socioeconômica obtidos com modelos espaciais para mortes confirmadas e totais por COVID-19, de acordo com cada uma das semanas epidemiológicas. Município de São Paulo, 12ª a 24ª Semana Epidemiológica, 2020 (BERMUDI et al., 2020).

Os resultados permitiram concluir que, nesse período, à medida que a doença se espalhou de maneira mais uniforme na cidade, o status socioeconômico superior passou a ser um fator protetivo para o risco de mortalidade por COVID-19. Isso é especialmente interessante pois a correlação entre a idade média da população e o status socioeconômico é fortemente positiva. Ou seja, mesmo sendo sujeitas a um risco biológico maior, a desigualdade social se apresenta como um fator de risco mais importante no condicionante a chance de morrer ao contrair a doença. (BERMUDI et al 2020).

Nesse sentido, dentro da estrutura do triângulo de risco de Crichton, a condição socioespacial para o contexto de São Paulo deve ser compreendida não apenas como um fator do Perigo, como apontado pelo estudo de Pluchino, mas um fator que implica diretamente na Vulnerabilidade, que deveria disputar também as próprias diretrizes apresentadas pelo MS para a estratificação do risco.

As etapas de vacinação em São Paulo foram determinadas a partir da publicação dos Instrutivos para priorização de doses de vacina de Covid no município de São Paulo. No ano de 2021 foram publicados no total 42 instrutivos, com o primeiro tendo início no dia 21/01/2021 quando houve o recebimento das primeiras doses de vacina no município

de São Paulo para aplicação fora de estudos clínicos. Foi através deles que o município, ao mesmo tempo, definia os grupos prioritários para o recebimento dos imunizantes e publicava eventos relacionados à vacina.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é avaliar o impacto da desigualdade socioespacial no processo de imunização contra COVID-19 no município de São Paulo.

Procedimentos Metodológicos

Tendo em vista o objetivo de avaliar o impacto da desigualdade socioespacial no processo de imunização contra COVID-19 no município de São Paulo, os procedimentos metodológicos foram divididos em etapas, da seguinte forma: extração de dados, processamento de dados e análise. As duas primeiras etapas são descritas nesse capítulo por tipo de informação coletada (demográfica, índices de desigualdade socioespacial, dados de hospitalização por COVID-19 e instrutivos de saúde da prefeitura de São Paulo) e a terceira etapa contempla a maneira como os dados foram analisados para se entender a relação entre desigualdade socioespacial e o processo de imunização. A unidade geográfica escolhida para realizar as análises foi a área de ponderação do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011).

Extração e Processamento dos Dados

Os dados de demografia foram extraídos diretamente do site do IBGE, aglomerados por setor censitário do município. O dado é proveniente do censo de 2010, extraído no formato de tabelas e agrupado por área de ponderação, que é a escala de análise do trabalho. Os dados ainda foram corrigidos segundo a tabela de projeções da população realizado em 2018, considerando assim um crescimento de 10,29% da população entre 2010 e 2021.

Os índices de desigualdade social utilizados foram dois. O primeiro já citado é o índice GeoSES - Índice Socioeconômico do Contexto Geográfico para Estudos em Saúde (BARROZO, 2020) - que varia de -1 a 1, sendo -1 o maior grau de vulnerabilidade social e 1 o menor grau de vulnerabilidade. A fim de determinar valores categóricos de vulnerabilidade social, foi utilizado o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS). Esse índice foi elaborado pela SEADE (Fundação de Planejamento e Desenvolvimento Regional) a fim de:

oferecer ao gestor público e à sociedade uma visão mais detalhada das condições de vida do seu município, com a identificação e a localização espacial das áreas que abrigam os segmentos populacionais mais vulneráveis à pobreza. Este objetivo é

alcançado por meio de uma tipologia de situações de vulnerabilidade que considera, além dos indicadores de renda, outros referentes à escolaridade e ao ciclo de vida familiar, identificando áreas geográficas segundo os graus de vulnerabilidade de sua população residente (SEADE, 2013).

O IPVS considera indicadores de renda e demográficos para estabelecer 7 grupos de vulnerabilidade social: 1 – Baixíssima Vulnerabilidade; 2 – Muita Baixa Vulnerabilidade; 3 – Baixa Vulnerabilidade; 4 – Vulnerabilidade Média; 5 – Vulnerabilidade Alta; 6 – Vulnerabilidade Muito Alta e 7 – Vulnerabilidade Alta. Essa escala segue a seguinte categorização:

Grupos	Dimensões		IPVS2010	Situação e tipo de setores por grupo
	Socioeconômica	Ciclo de vida familiar		
1	Muito alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Baixíssima vulnerabilidade	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
2	Média	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade muito baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
3	Média	Famílias jovens	Vulnerabilidade baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
4	Baixa	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade média	Urbanos não especiais e subnormais
5	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Vulnerabilidade alta	Urbanos não especiais
6	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Vulnerabilidade muito alta	Urbanos subnormais
7	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Vulnerabilidade alta	Rurais

Fig 2: Tabela de categorização IPVS (SEADE, 2013).

Para fins do trabalho, foram considerados como valores indicadores de presença de vulnerabilidade social os grupos 4, 5 e 6. É importante notar que a grupo 7 não está

presente no município de São Paulo por ser aplicada apenas a setores censitários rurais. Determinadas essas categorias pelo IPVS, foi feita uma análise por correlação linear entre os índices, possibilitando assim agrupar os grupos de vulnerabilidade social a partir de valores de GeoSES por área de ponderação.

O número de hospitalizações e de hospitalizações seguidas por óbitos foram definidos como os indicadores para se qualificar o impacto da vacinação. Para tanto foi extraído utilizando um pacote para download e pré-processamento de microdados do SUS (SALDANHA, 2019), especialmente do Sistema de Informação de Hospitalizações. Através deles foi possível extrair a tabela de todas as hospitalizações ocorridas no estado de São Paulo no ano de 2021, que compreendia 2.376.690 de pessoas. Essa base de dados foi filtrada para apenas os casos que a residência do paciente era o município de São Paulo e que o diagnóstico principal fosse de COVID-19, identificado pelo CID B34.2. Nesse filtro a tabela foi reduzida para 42.754 casos de munícipes que foram internados por COVID-19 em 2021. A partir dessa base de dados foi possível selecionar os casos de hospitalizações que acabaram em óbito.

Foi necessário ainda georreferenciar os dados, realizado a partir da extração do par de coordenadas central do CEP de residência do paciente, obtendo como produto uma base cartográfica de todas as internações por endereço de residência.

Como dito anteriormente no capítulo de fundamentação teórica, a prefeitura de São Paulo determinou o acesso às doses de imunizantes disponíveis através dos instrutivos de saúde publicados pela secretaria de Saúde. Todos os instrutivos publicados estão disponíveis no endereço https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/vigilancia_em_saude/doencas_e_agrivos/coronavirus/index.php?p=315208 (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2024), acessado em 01/07/2024. A partir da análise desses documentos que foi possível identificar os momentos de aplicação da primeira dose de vacinação por faixa etária.

Análise

A análise proposta é a avaliação da tendência temporal dos números de pacientes internados e óbitos seguintes à internação por COVID-19 ao longo da aplicação de doses de imunizantes no ano de 2021. O objetivo é então qualificar o impacto da vacinação

entre populações sujeitas a graus de vulnerabilidade social diferentes. Nesse sentido são necessárias duas etapas fundamentais que fazem parte da análise: a construção de uma base cartográfica que tenha as informações das variáveis de interesse padronizadas a fim de possibilitar a comparação e a segunda é a definição de períodos temporais de análise.

A construção da base cartográfica foi feita a partir da regressão linear entre o IPVS e o GeoSES. Foi elaborada uma base cartográfica das áreas de ponderação categorizadas entre vulneráveis e não vulneráveis. Desse modo, foi feita a união espacial entre os pontos das pessoas internadas a fim de se obter o número de pacientes e de óbitos subsequentes à internação total por área de ponderação e agrupado pelas faixas etárias de interesse: Idoses (pessoas com idade igual ou maior do que 60 anos); Adultes (pessoas com idade entre 19 e 59 anos) e Jovens (pessoas com idade igual ou inferior a 18 anos). Por estarem associados à área de ponderação, foi possível associar esses valores à população total dessas unidades geográficas.

A divisão de períodos temporais através dos instrutivos de saúde foi guiado também pela mesma divisão de faixas etárias. O objetivo foi estabelecer 5 períodos para o ano de 2021: T0 sendo o período pré aplicação da primeira dose na população em geral; T1 é o período de aplicação da primeira dose na população idosa em geral; T2 é o período de aplicação da primeira dose na população adulta; T3 é referente à aplicação da primeira dose do imunizante na população jovem e T4 sendo o período de aplicação de doses de reforço na população. É importante notar que a informação de início de aplicação de doses foi feita a partir do momento que a população em geral daquela faixa etária pode ter acesso à dose do imunizante. A associação do paciente à cada período foi indicado pelo dia de entrada na internação.

O passo seguinte foi a construção de taxas de hospitalizações e hospitalizações seguidas de óbito – que para fins desse trabalho será considerada como mortalidade – para o universo de análise e seccionado entre as faixas etárias. Evidentemente, separadas para cada período e agrupadas por vulnerabilidade. As taxas foram então calculadas como Pacientes ou Mortalidade/100.000 habitantes*Mês (entendido como porção de 31 dias). O objetivo de isolar a variável idade, comparando as mesmas faixas etárias, tem como intenção tentar perceber o impacto mais específico da vulnerabilidade socioespacial.

Para tanto, utilizei tanto de ferramentas como o software QGIS quanto scripts em *python* para elaborar gráficos, tabelas e mapas a fim de visualizar essas diferenças. Dentro dos gráficos o valor da taxa identificada é a média entre as taxas das áreas de ponderação de mesma vulnerabilidade social (presença ou ausência de vulnerabilidade social) para o mesmo período.

Resultados

A regressão entre o IPVS e o GeoSES tem como valor para correlação de Pearson negativa de médio para forte (-0,65) estatisticamente relevante ($p < 0,001$) com uma equação de regressão $GeoSES(IPVS) = -0,2 * IPVS + 0,41$. Ou seja, o comportamento espacial dos índices tem um comportamento inverso, a medida que o valor de IPVS aumenta em uma unidade (grau de vulnerabilidade maior), o valor do GeoSES diminui (grau de vulnerabilidade maior) em 0,2 unidades.

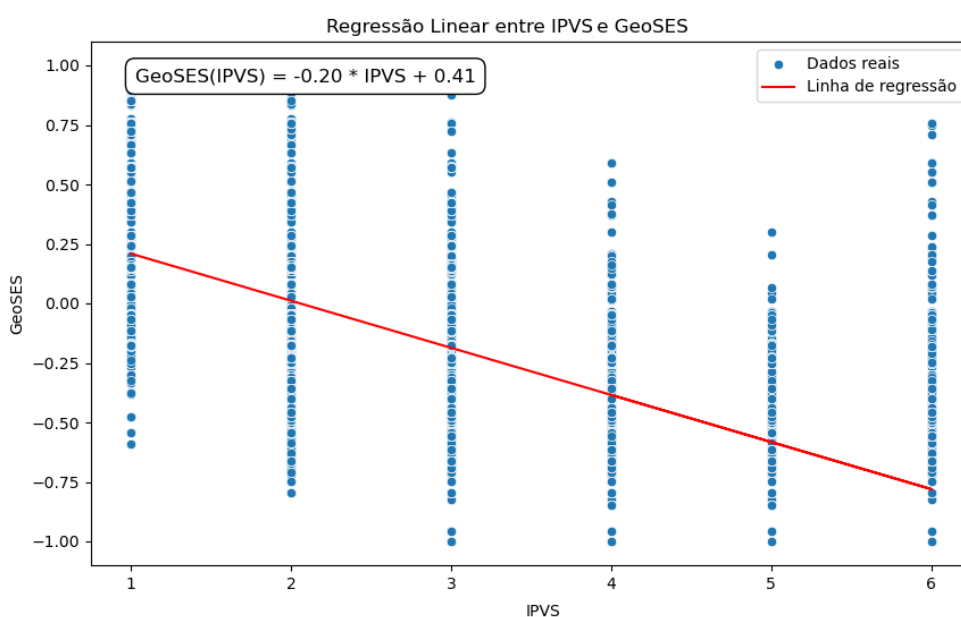
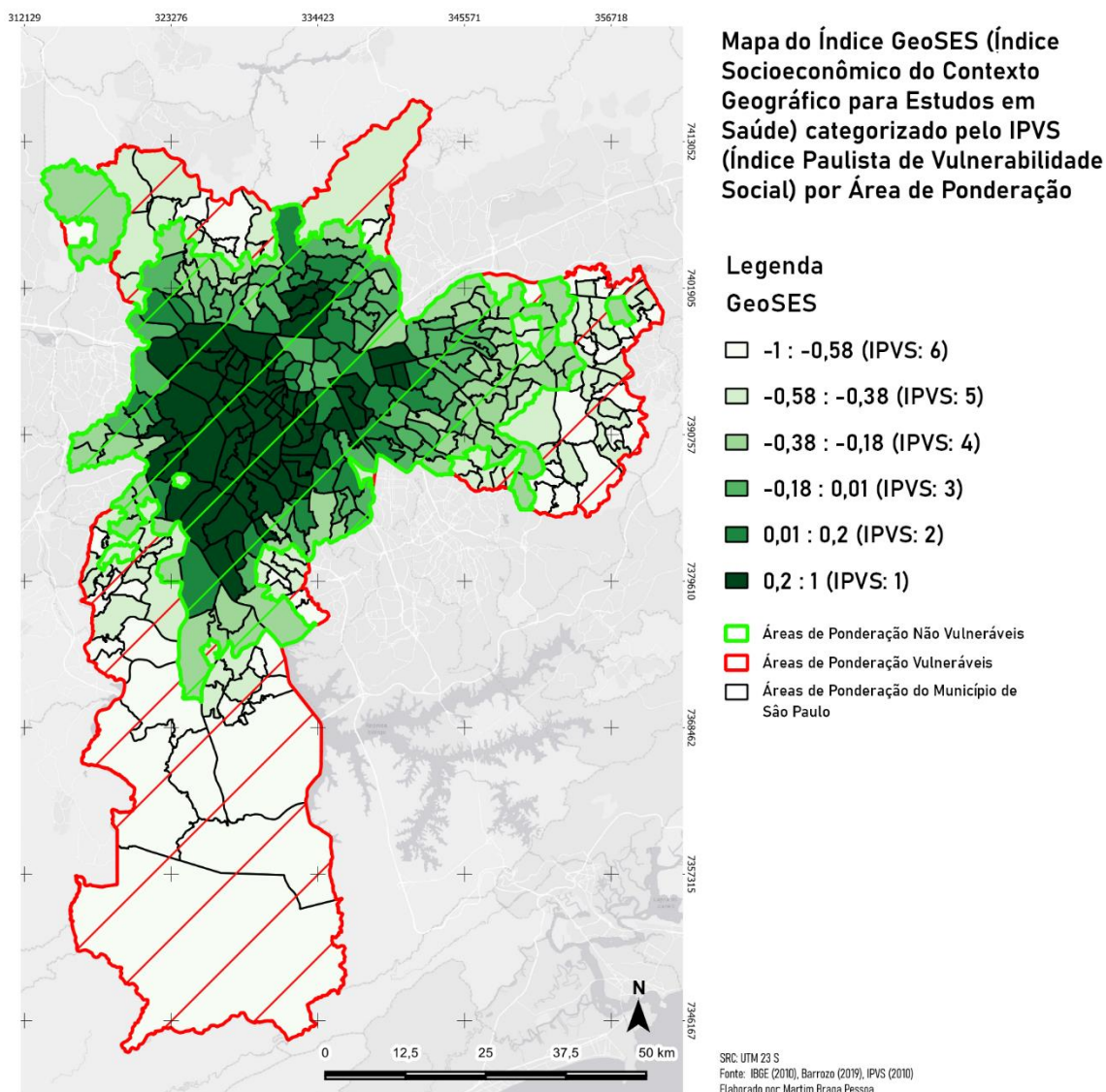


Fig 3: Gráfico de regressão linear entre o GeoSES e IPVS.

A partir da equação da reta de regressão é possível estabelecer o valor de GeoSES agora com escalas de vulnerabilidade definidas a partir da categorização do IPVS. O grau de IPVS a partir do qual podemos qualificar a presença de vulnerabilidade é o grau 3. Nessa correlação com o GeoSES, podemos então categorizar todas as áreas de ponderação com um valor de GeoSES menor que -0,18 como áreas de ponderação vulneráveis. A espacialização dessa desigualdade no município de São Paulo segundo GeoSES ficou da seguinte maneira:



Mapa 01: Mapa do Índice GeoSES categorizado pelo IPVS por área de ponderação

É perceptível a concentração dos valores maiores de GeoSES nas regiões mais centrais da cidade e, à medida que se aproxima das regiões periféricas da cidade, o valor diminui. Uma consideração importante é que a escala na qual o IPVS foi construído foi para o estado inteiro de São Paulo, então é possível que a avaliação da vulnerabilidade social específica para o município de São Paulo através desse valor seja menos sensível. Isso pode ser observado especialmente pela delimitação da presença ou ausência de vulnerabilidade, que os limites especialmente nas Zonas Oeste, Leste e Norte, em que, pelo limite do IPVS, as vulnerabilidades baixas, muito baixas e baixíssimas (IPVS menor ou igual à 3 e GeoSES maior que -0,18) se estendem até o limite dos municípios. Para fins desse trabalho, essa aparente distorção, no pior dos casos, acabou por delimitar como

presença de vulnerabilidade somente as áreas de ponderação mais vulneráveis do município.

A partir dos instrutivos de saúde, pôde-se estabelecer os 5 períodos propostos: T0 iniciando em 1 de janeiro e indo até 4 de fevereiro; T1 indo de 05 de fevereiro até 06 de maio; T2 indo de 7 de maio à 15 de agosto; T3 iniciando em 16 de agosto e finalizando em 30 de agosto e T4 indo de 01 de setembro até 31 de dezembro. A análise revelou também que diversos grupos tiveram acesso à vacinação antes do seu grupo de idade, especialmente por fazerem parte de determinado grupo profissional (profissionais da saúde, cemitérios, educação, funcionários de serviços essenciais públicos etc.), por condições sociais específicas (pessoas em situação de rua) e condições de saúde pessoais (presença de comorbidades; pessoas grávidas, puérperas e/ou lactantes; pessoas portadoras de deficiência). No entanto, somente as datas iniciais para a população em geral foram consideradas.

Agrupadas para cada período avaliado, as taxas de internação ficaram da seguinte maneira:

Faixa etária	Classificação	Taxa de pessoas internadas por COVID 19/100.000 hab*Mês				
		T0	T1	T2	T3	T4
Total	Não Vulnerável	18,24	44,64	31,27	13,12	6,23
	Vulnerável	22,59	62,81	41,57	13,77	7,45
Idosos	Não Vulnerável	10,92	21,17	9,94	6,87	3,98
	Vulnerável	11,72	27,17	11,77	7,11	4,64
Adultes	Não Vulnerável	6,88	22,82	21,01	5,88	2,16
	Vulnerável	9,79	34,16	29,21	6,07	2,64
Jovens	Não Vulnerável	0,41	0,59	0,26	0,32	0,08
	Vulnerável	1,05	1,41	0,52	0,57	0,17

Fig 4: Tabela de taxas de internação por COVID-19 por faixas etárias.

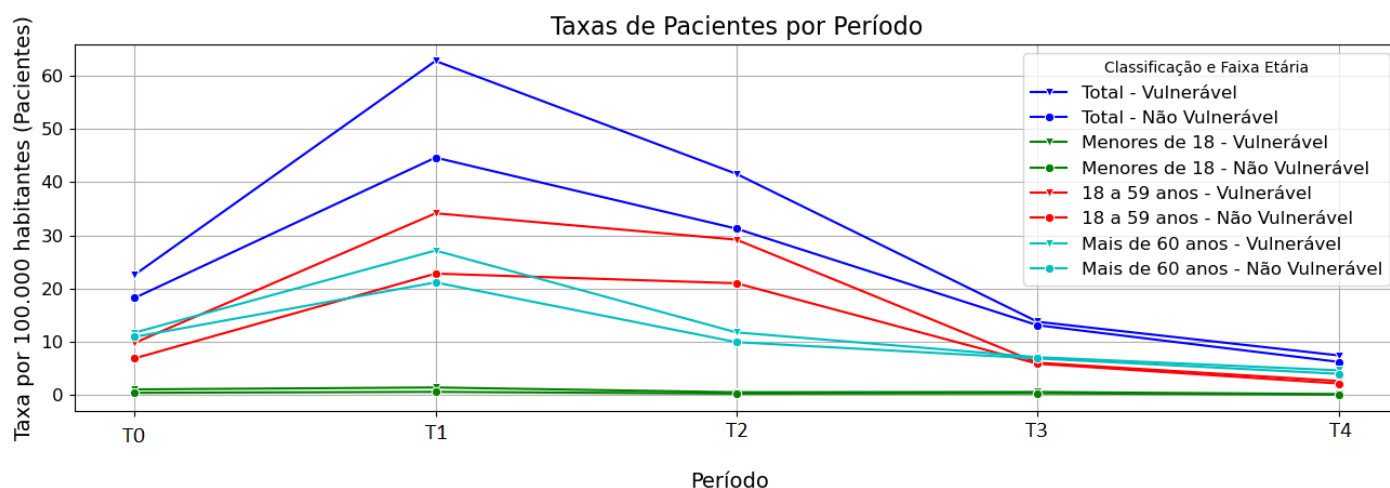
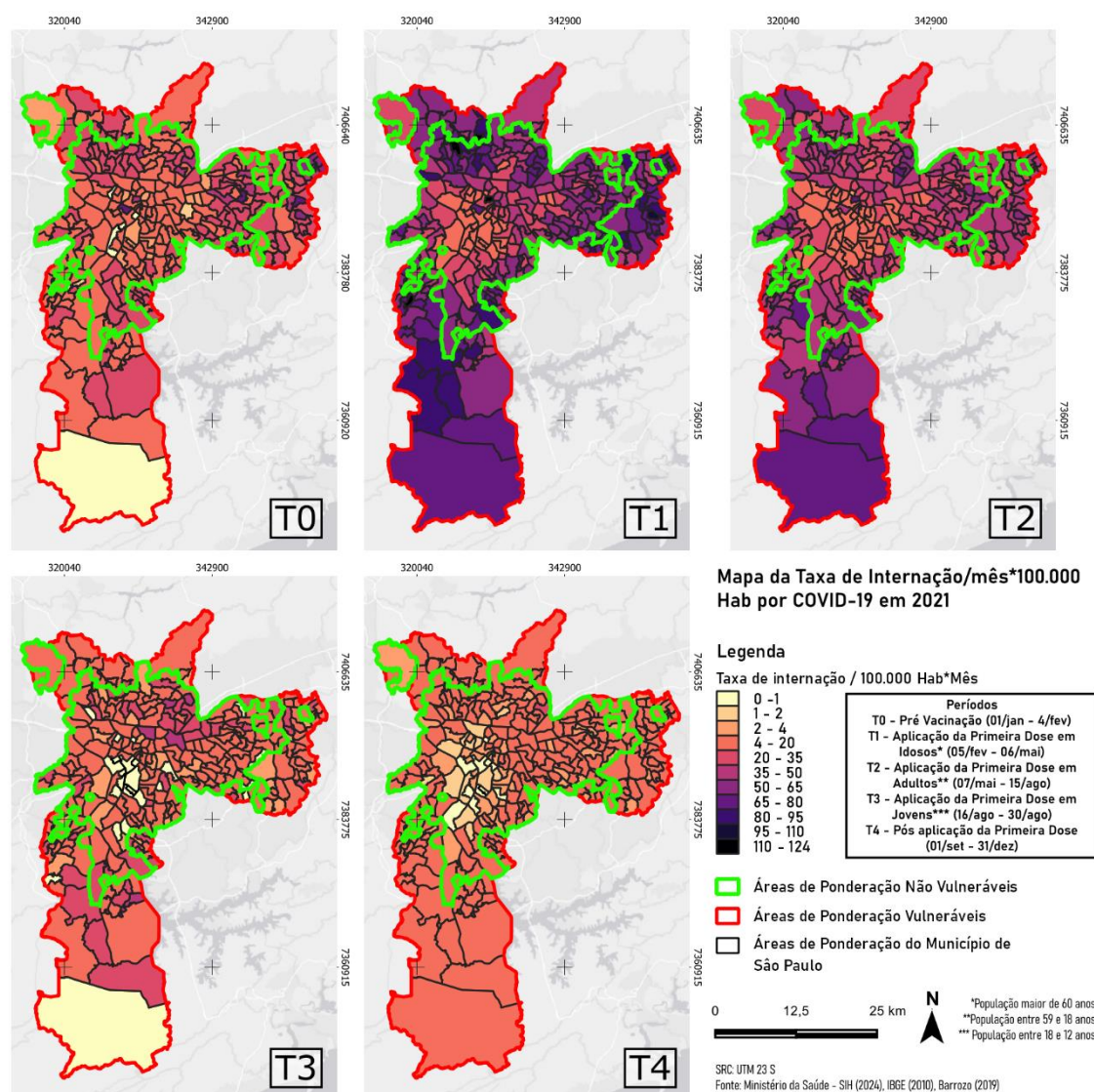


Fig 5: Gráfico das taxas de Internação por COVID-19 por faixa etárias através dos 5 períodos de análise.

Para internação, em todos os períodos e faixas etárias analisadas, as taxas foram maiores nos grupos vulneráveis. Existe um aumento significativo entre todas as faixas etárias no T1, especialmente entre os adultos mais vulneráveis em que a taxa de internação foi de 9,79 para 34,16/100.000 hab.*mês. Na passagem do T1 para T2 houve uma redução geral nas taxas de internação com quedas mais abruptas entre os idosos. No T2 as internações entre as pessoas idosas ficaram abaixo das internações entre os adultos para ambos os grupos de vulnerabilidade. É possível ainda verificar uma homogeneização das taxas entre os idosos vulneráveis e não vulneráveis (11,7 e 9,94/100.000 hab.*mês). Essa queda abrupta pode ser observada no grupo de adultos entre T2 e T3, homogeneizando-se nesse último (de 29,21 para 6,07/100.000 hab.*mês entre aqueles moradores em áreas vulneráveis e de 21,01 para 5,88/100.000 hab.*mês entre os não vulneráveis). No T4 é o momento em que as taxas – independente das faixas etárias – se aproximam nos menores valores para toda a série temporal.

É interessante ainda apontar que nos momentos de maior crescimento de internações em geral (passagem do T0 para o T1) é também o momento em que a diferença entre o grupo daqueles residentes de áreas com presença de vulnerabilidade social e aqueles residentes de áreas sem vulnerabilidade são de maior grandeza. Entre a faixa etária dos idosos, a taxa de internação entre os vulneráveis foi 28,37% maior do que os não vulneráveis. Entre os adultos foi 49,69% maior e entre os jovens a relação ficou em 138,98%. Ou seja, no período de maiores taxas de internação geral, foi observado também o maior descolamento das taxas em função da vulnerabilidade social.

As menores taxas observadas para todas as faixas etárias foram no período pré-vacinação (T0) e no momento pós aplicação da primeira dose na população geral (T4). É interessante que esses períodos são também os períodos em que existe um agrupamento das taxas para cada faixa etária, mesmo em função da vulnerabilidade social. Apenas os adultos apresentam um maior descolamento em relação a vulnerabilidade no T0 com uma diferença de 3 internações por 100.000 mil habitantes por mês a mais entre os residentes de áreas vulneráveis. No T4, após a aplicação da primeira dose na população em geral (com exceção às crianças menores de 12 anos), é possível observar uma uniformização entre todas as taxas de internação, com uma diferença marginal entre a maior taxa (4,64 /100.000 hab.*mês entre idosos vulneráveis) e a menor taxa (0,08/100.000 hab.*mês entre jovens não vulneráveis).



Mapa 02: Mapa da Taxa de Internação/mês*100.000 Hab por COVID-19 em 2021.

A partir da observação do mapa é possível verificar que as menores taxas de internação se concentram no miolo das regiões menos vulneráveis. As áreas de ponderação vulneráveis nas regiões leste e sul apresentam os casos mais graves de internação, ocorridos no período T1. A homogeneização observada na tabela e gráfico no T4 pode ser observada de maneira mais precisa no mapa, e que as únicas regiões que se destacam pelas menores taxas estão concentradas na região central e sudeste do município.

Faixa etária	Classificação	Taxa de óbitos seguidos por internação por COVID 19/100.000 hab*Mês				
		T0	T1	T2	T3	T4
Total	Não Vulnerável	4,31	12,55	6,90	2,78	1,34
	Vulnerável	5,19	17,05	8,87	2,20	1,32
Idosos	Não Vulnerável	3,46	8,06	3,25	2,12	1,08
	Vulnerável	3,67	9,98	3,71	1,72	0,97
Adultes	Não Vulnerável	0,84	4,44	3,64	0,64	0,26
	Vulnerável	1,50	6,99	5,15	0,44	0,32
Jovens	Não Vulnerável	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00
	Vulnerável	0,00	0,06	0,01	0,04	0,02

Fig 6: Tabela de taxas de óbitos seguidos de internação por COVID-19 por faixas etárias através dos 5 períodos.

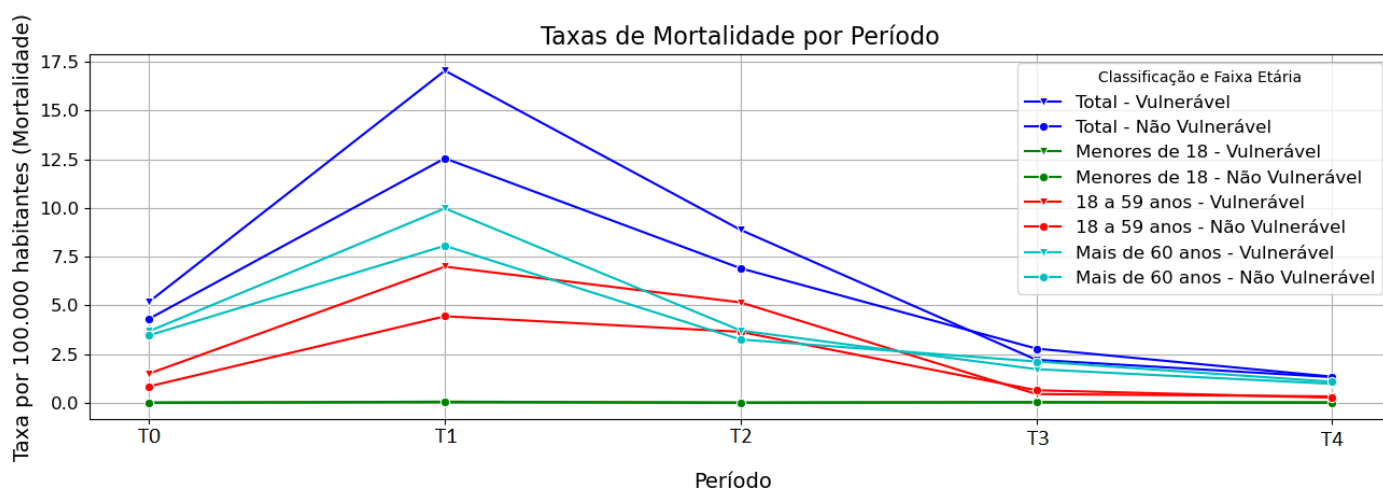


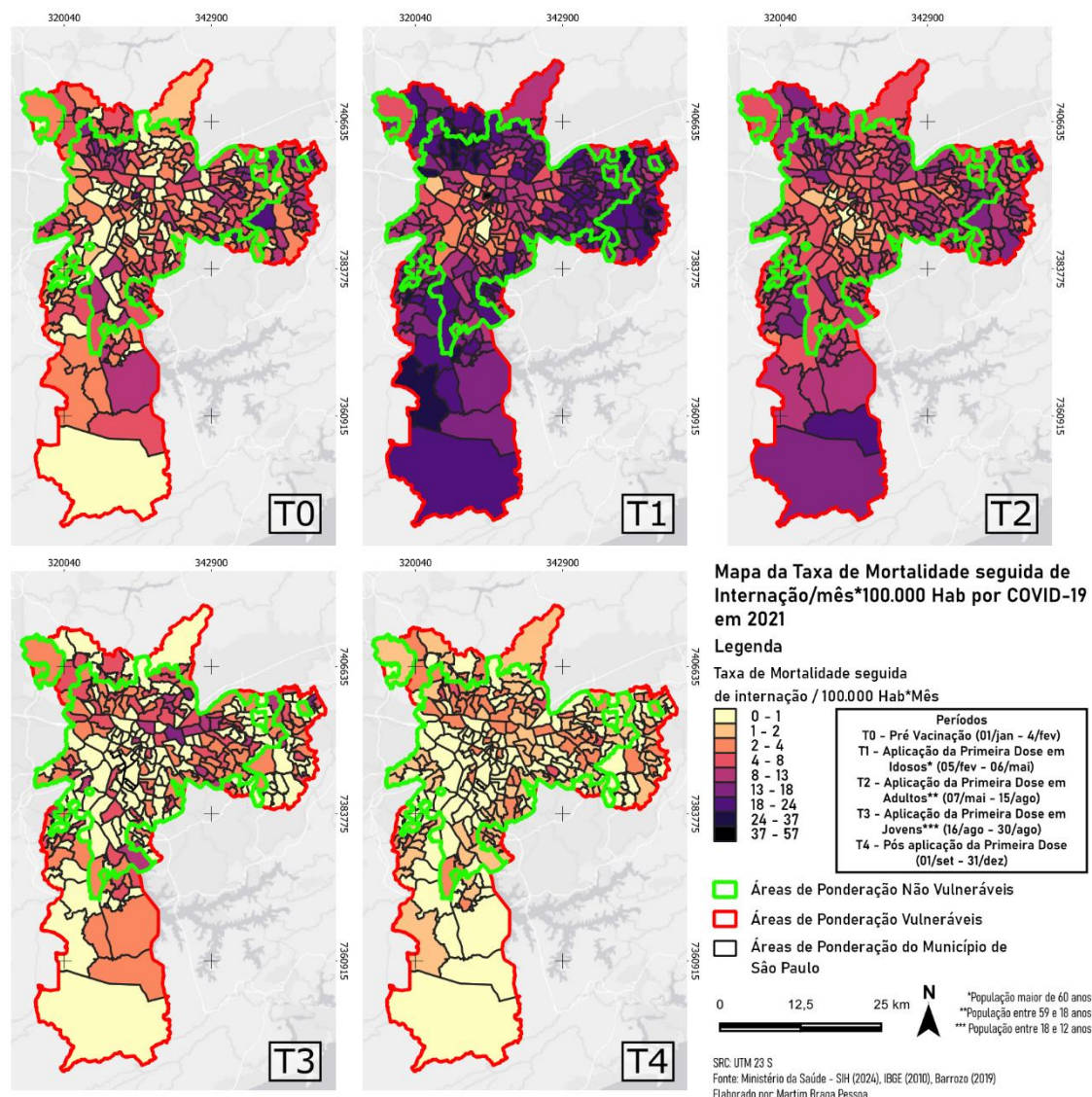
Fig 7: Gráfico de taxas de óbitos seguidos de internação por COVID-19 por faixas etárias através dos 5 períodos.

As taxas de mortalidade tiveram um comportamento que acompanhou de maneira geral o comportamento das internações, tendo uma incidência significativamente menor que a de internação entre todas as categorias avaliadas. De acordo com a taxa geral (identificada como total no gráfico), o aumento observado entre o T0 e T1 pode ser verificado da mesma maneira, com uma intensidade maior entre os vulneráveis em relação aos não vulneráveis. Esse momento é então seguido por uma queda acelerada

entre o T1 e o T3. A queda é mais drástica entre aqueles vulneráveis (T1: 17,05/100.000 hab.*mês e T3: 2,2/100.000 hab.*mês), de modo que a taxa fica menor, pela primeira vez, entre esse grupo em relação aos não vulneráveis (T3: 2,78/100.000 hab.*mês).

Es idosos tiveram uma sequência similar à internação, com exceção ao T3. Assim como a linha geral, os vulneráveis nesse período ficaram com uma taxa menor (1,72/100.000 hab.*mês) do que os residentes de áreas não vulneráveis (2,12/100.000 hab.*mês), fato que persistiu até o T4. É notável a redução brusca entre o T1 e T2, de modo que a taxa entre os vulneráveis se aproximasse e seguisse essa tendência até o T4, em que a diferença entre ambos ficou em 0,11/100.000 hab.*mês, sendo o valor maior referente aos não vulneráveis.

Es adultos seguiram o comportamento das internações, com uma diferença notável também no T1 e no T2. A diferença em relação ao T1 está no fato de que a taxa de mortalidade após internação por COVID-19 se manteve abaixo de ambas (vulneráveis e não vulneráveis) referentes à população idosa. Em relação T2 a diferença está na proximidade das taxas de mortalidade dos idosos. Diferente das taxas de internação em que a diferença da taxa entre os idosos vulneráveis e os adultos não vulneráveis era de 10/100.000 hab.*mês, a mesma diferença para mortalidade ficou em 0,07/100.000 hab.*mês, com a taxa dos idosos vulneráveis (3,71/100.000 hab.*mês) maior que a de adultos não vulneráveis (3,64/100.000 hab.*mês)



Mapa 03: Mapa da Taxa de Mortalidade seguida de Internação/mês*100.000 Hab por COVID-19 em 2021

Ao se avaliar a espacialização geral da mortalidade seguida de internação, percebe-se que a tendência que é verificada nas taxas de internações ao longo dos 5 períodos se repete para as taxas de mortalidade seguida de internação. Fica mais evidente ainda a resiliência ao aumento das taxas das áreas não vulneráveis em relação às vulneráveis. O aumento mais significativo observado na passagem do T0 para o T1 fica ressaltado nas áreas mais periféricas do município, enquanto o aumento no miolo das áreas não vulneráveis, especialmente na região central e sudoeste. É interessante notar que no T4 a homogeneização das médias das taxas entre vulneráveis se traduz numa homogeneização geral ao longo do território por inteiro, com nenhuma área de ponderação com um valor superior à 4,0/100.000 hab.*mês.

Discussão

Os resultados do trabalho demonstram duas dinâmicas prioritariamente. O impacto mais intensificado da COVID-19 na população em função da vulnerabilidade socioeconômica, independente da faixa etária. Segundamente, o fator homogeneizador do risco produzido pelo processo de imunização. Este trabalho tem como objetivo avaliar a estratégia de vacinação em função do impacto perceptível que ela tem sobre as taxas de internação e mortalidade nas diferentes populações. Nesse sentido especificar e classificar o risco diferenciado da população em associação ao impacto da vacinação revela características importantes para a determinação da priorização do acesso às doses.

A taxa de mortalidade e de internações entre os grupos estudados permite identificar que as populações mais vulneráveis do ponto de vista socioeconômico foram submetidos a riscos maiores em relação aos seus pares não vulneráveis. Ao se excluir a variabilidade do risco em relação à idade, fixando a análise entre os grupos etários, isso se faz proeminente.

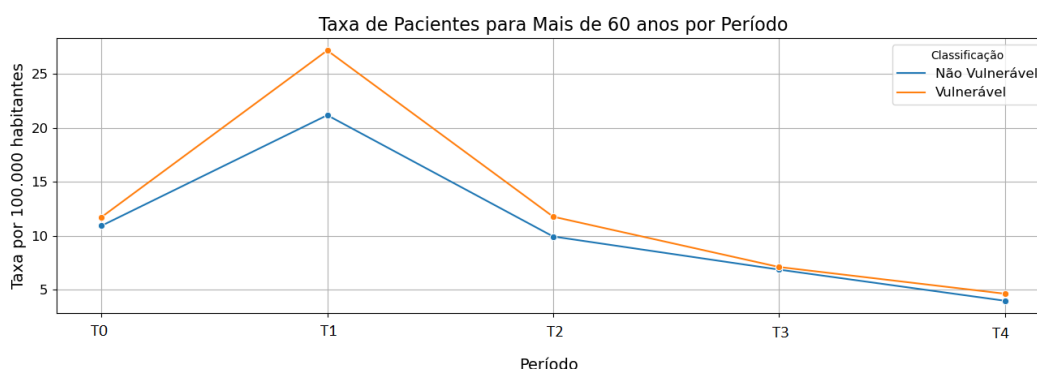


Fig 8: Gráfico de taxas de internação seguidos de internação por COVID-19 entre os idosos nos 5 períodos.

Aqui, ao observar isoladamente o comportamento dos pacientes internados maiores de 60 anos, no momento T0, antes do início da vacinação, a taxa de internação entre os grupos de vulnerabilidade era muito próxima. (10,92/100.000 hab.*mês entre os não vulneráveis e 11,72/100.000 hab.*mês entre os vulneráveis). No entanto, no momento de aumento generalizado de casos, essa diferença que era mínima registra seu momento mais grave no T1, momento em que se inicia a aplicação de primeiras doses na população idosa. É interessante de se observar que a magnitude do aumento das taxas de internação entre os pacientes residentes de áreas de ponderação vulneráveis é significativamente maior do que aquela observada entre os não vulneráveis.

Relembrando, é a partir do T1 que o processo de imunização se inicia no município. Nesse momento temos o início da aplicação de doses na população idosa e de outros grupos prioritários, o que significa uma redução generalizada dos casos, independente da idade. A final, o impacto da imunização é cruzado, a redução do risco individual é indissociável à redução do risco coletivo. A especificidade aqui do grupo com mais de 60 anos se dá pelo fato de eles serem o grupo mais sensível a nível individual aos desenvolvimentos mais graves da doença (internação e óbitos sequentes à internação). Nesse sentido, é interessante que ao observar a média dos casos para o T2, momento que se inicia a aplicação de doses no grupo dos adultos, a queda dos casos entre aqueles moradores de áreas de ponderação mais vulneráveis ocorre numa inclinação mais aguda do que a dos moradores das áreas de ponderação não vulneráveis.

A diferenciação dessa queda fica mais evidente ao se observar o comportamento das taxas de mortalidade de casos de internação. Nele ocorre o único momento que os pacientes não vulneráveis tiveram uma taxa maior que aqueles vulneráveis.

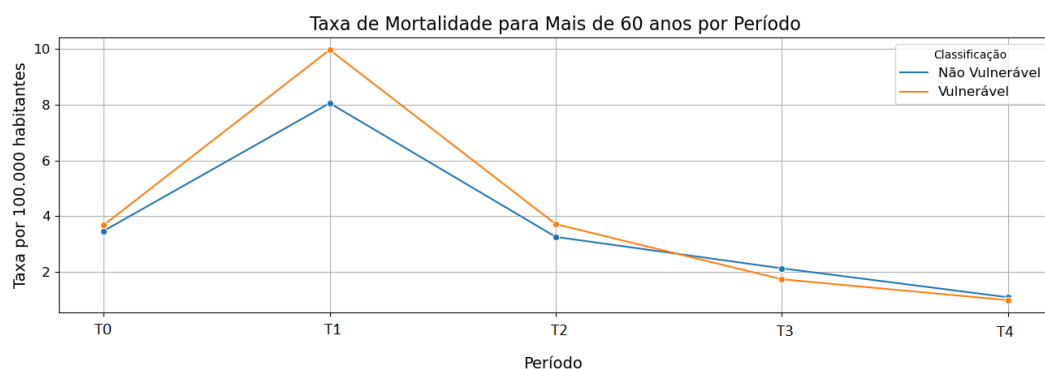


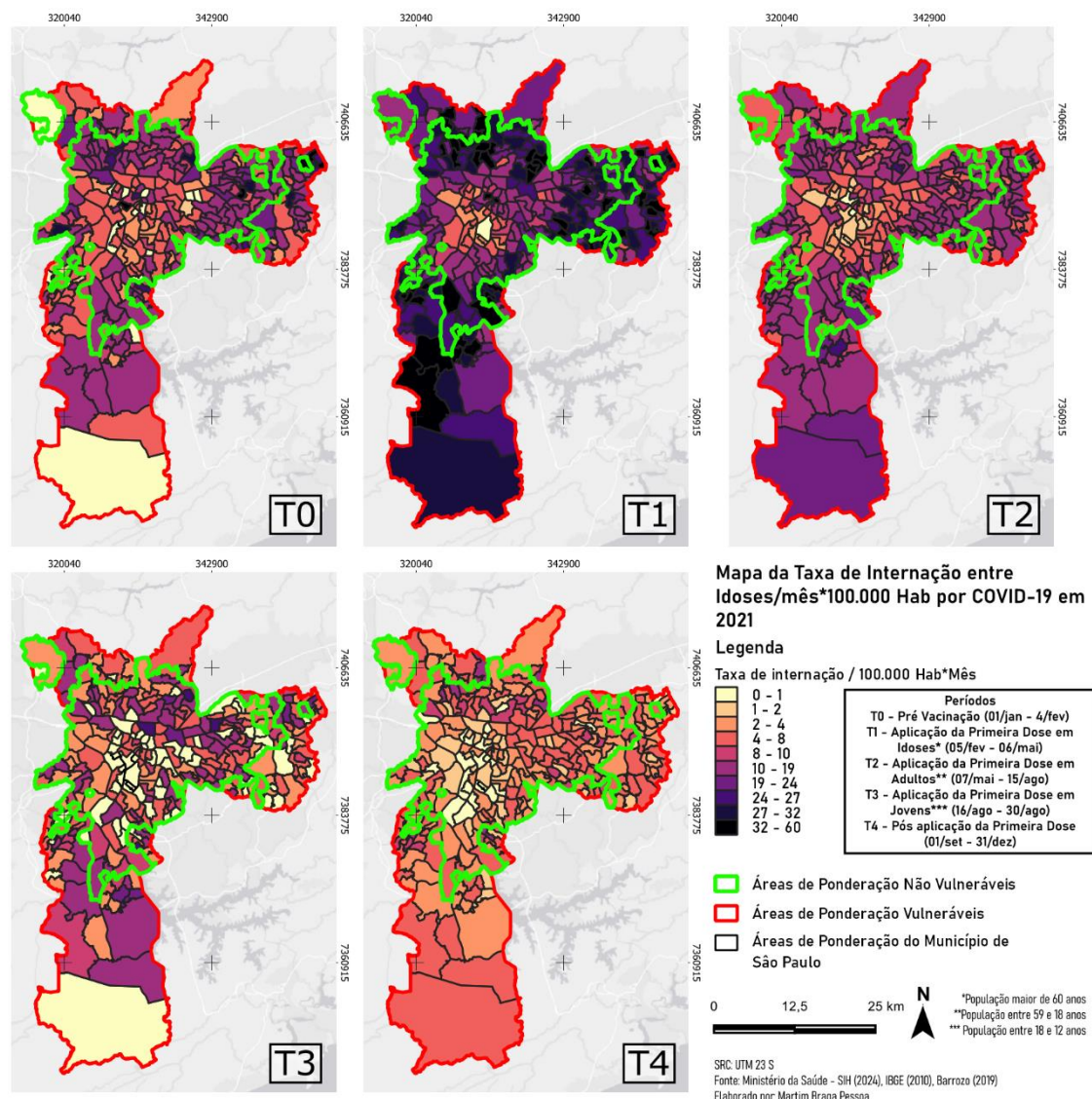
Fig 9: Gráfico de taxas de óbitos seguidos de internação por COVID-19 entre os idosos através dos 5 períodos.

Os dois movimentos que existem concomitantemente são o status social agindo como um fator de proteção para todas as situações com exceção à taxa de mortalidade no T2. O segundo é o impacto mais intensificado da redução da mortalidade e de internações que ocorre a partir do momento que se inicia o processo de imunização dentro a população mais vulnerável socialmente. A escolha de partir da unidade espacial para examinar o impacto da pandemia e, especialmente, da vacinação, na população de São Paulo parte do princípio de sua característica de ser uma categoria que é fundamentalmente atravessada pelo contexto do presente, como resultado dos processos anteriores e como produtor nas relações sociais que ali se realizam. Nesse sentido:

Se a doença é uma manifestação do indivíduo, a situação de saúde é uma manifestação do lugar. Os lugares, dentro de uma cidade ou região, são resultado de uma acumulação de situações históricas, ambientais e sociais que promovem condições particulares para a produção de doenças. (BARCELLOS, 2002).

A expressão espacial da vulnerabilidade social como um fator de forte correlação com a gravidade do desenvolvimento da doença na população exige que a resposta à doença parta também dessa realidade.

Essa característica observada por esse estudo vai de encontro com a evidenciada também no estudo realizado no final de 2020 a respeito da transição espaço-temporal da mortalidade por COVID-19 na cidade de São Paulo. Como citado anteriormente no capítulo de Fundamentação Teórica, a conclusão do estudo foi de que a desigualdade social expressa pelo índice GeoSES foi se tornando cada vez mais fundamental na explicação espacial do comportamento do risco. De acordo com BERMUDI et al. (2020), o aumento de uma unidade no sentido da diminuição da vulnerabilidade social representava entre 25% e 35% de diminuição no risco de morte. Na distribuição gráfica das mortes e de internações essa proteção representada pelo maior status social é evidenciada pela diferença no crescimento das taxas entre aqueles vulneráveis socialmente e os não vulneráveis..



Mapa 04: Mapa da Taxa de Internação/mês*100.000 Hab por COVID-19 em 2021

Ao se observar especialmente a região central, a proteção que garantida pela ausência da vulnerabilidade social aparece entre essa população. Existe uma resiliência que é escalonar em função da vulnerabilidade social. Ou seja, mesmo com o aumento generalizado dos casos, a observação do contexto específico de cada uma das áreas de ponderação permite a visualização de que o aumento mais grave de casos acompanha a dinâmica de centro-periferia produzida pela desigualdade social. A importância de se isolar a variável da idade aqui é no esforço de tentar reafirmar que a desigualdade social se apresenta com um fator relevante na expressão do risco em relação à COVID-19 independente da idade.

A constatação do impacto isolado da desigualdade social como um fator relevante para o risco de mortalidade e de internação por COVID-19 permite então revisitar o

Triângulo do Risco (PLUCHINO et al., 2021). A vulnerabilidade, ou melhor, a propensão de um determinado indivíduo a ser impactado uma vez que esteja exposto ao perigo, é um fator que tem como um de seus controladores a desigualdade social. Desigualdade social essa que, dentro do contexto brasileiro, é associada diretamente à desigualdade racial. A composição racial das áreas de ponderação vulneráveis tem uma participação da população negra de cerca de 52,57% e branca de 46,65%, sendo que entre os não vulneráveis, a composição é de 28,8% de negros e de 68,73% de brancos. Ao se afirmar que o impacto é mais grave entre os vulneráveis é também afirmar que são, não por acaso, as áreas de ponderação com maior participação da população negra que são as mais afetadas.

A evidência de que o status social age como um fator protetivo foi evidenciada também em outros municípios do país. No estudo de PASSOS et al (2021) estudou-se a correlação entre a mortalidade por COVID-19 entre os meses de março e outubro de 2020 com o Índice de Vulnerabilidade da Saúde em Belo Horizonte. O índice é utilizado na Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte desde 1998 a fim de direcionar as políticas públicas para as áreas de maior risco. Ela é composta por 5 variáveis² que tem como objetivo dimensionar a vulnerabilidade social em relação à saúde por setor censitário. No estudo, a razão entre as mortes observadas por COVID-19 e as mortes esperadas foi utilizada como avaliador do SR³ que viviam a população para cada setor censitário (divididos entre vulnerabilidade alta, média e baixa). Ao encontrar a relação positiva entre o aumento da vulnerabilidade e o SR o estudo argumenta então que, sendo uma variável que controla a mortalidade por covid, ele deveria ser considerado como um fator para a alocação de imunizantes.

Num estudo realizado na Califórnia que buscava encontrar as diferenças entre modelos de aplicação de vacinas para evitar o máximo de mortes, índices de contaminação e os Anos de Vida Ajustados por Incapacidade (da sigla DALYs em inglês *Disability-Adjusted Life Years*), o resultado apontou na mesma direção. Com o objetivo de encontrar a melhor estratégia de vacinação sob o contexto de escassez de doses, os

² As variáveis são: percentual de saneamento básico, coleta de lixo, abastecimento de água, nível de alfabetização e cor de pele dos residentes (PASSOS et al, 2020).

³ Sobre Risco (SR).

pesquisadores iteraram modelos estatísticos que previam os índices de contaminação, mortalidade e impactos na saúde da população por COVID-19 para diferentes estratégias de vacinação, comparando-os com um cenário hipotético que não haveria imunizantes.

Dentre os modelos de vacinação que foram avaliados, aquele com maior eficácia foi o que levava em conta uma combinação de fatores para determinar a priorização da vacinação:

“O modelo que usou todos os fatores de risco combinados (demográficos, comorbidades e status de populações especiais) foi o mais eficaz, evitando 120.000 casos, 9.200 mortes e 110.000 DALYs, representando 53% da carga total de DALYs evitada” (CHAPMAN et al, 2022, tradução livre).

Os fatores de risco considerados foram: distrito de moradia, raça/etnia, idade, comorbidades e status de população especial (trabalhadores essenciais, pessoas em situação de rua e pessoas privadas de liberdade). A pesquisa encontrou que, ao considerar a interação entre os múltiplos fatores de risco, esse método conseguiu atingir primeiramente as populações mais vulneráveis: a população idosa, moradora de distritos com alta vulnerabilidade social, latina e não branca. E, tão relevante quanto, vacinar levando em conta a transversalidade dos riscos, reduziu não somente os casos entre aqueles vacinados. O modelo registrou uma redução significativa no conjunto total da população. O risco social associado ao local de moradia, novamente, aparece como um fator inequívoco para a compreensão do risco associado à COVID-19.

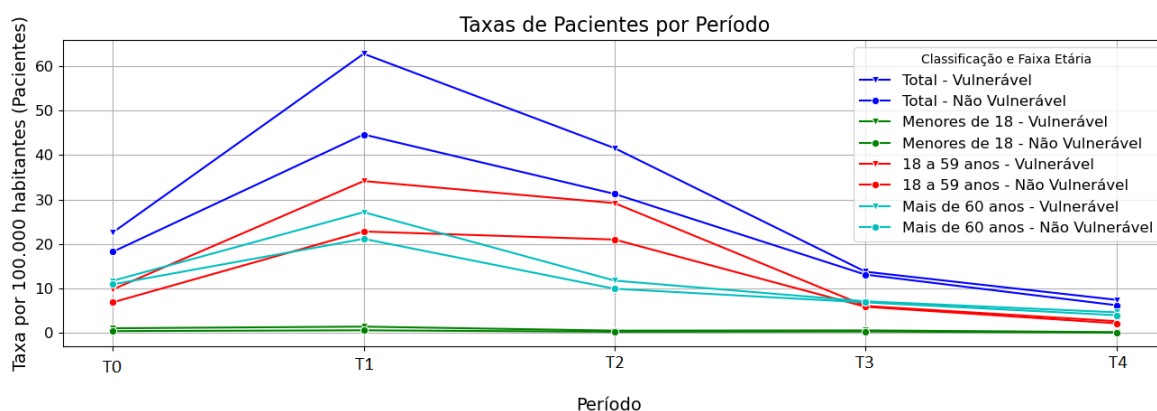


Fig 10: Gráfico das taxas de Internação por COVID-19 por faixa etárias através dos 5 períodos de análise.

O impacto diferenciado da vacinação em São Paulo em relação à vulnerabilidade social fica evidente ao se observar o desenvolvimento das taxas de internação isoladas

pelos grupos etários. Entre os adultos, por exemplo, na passagem do período T1 para T3, representativo do momento de início da vacinação dos idosos até o início da vacinação dos jovens, têm-se uma queda significativa das taxas de internação para ambos os grupos (vulneráveis e não vulneráveis), chegando a reduzir a diferença para 0,19/100.000 hab.*mês. No entanto, a redução observada entre os vulneráveis é de 82,3%, em relação à uma redução de 74,2% entre os não vulneráveis. Essa tendência de uma redução mais significativa entre os moradores vulneráveis em relação aos não vulneráveis se repete através de todos os grupos etários. Essa característica se associa ao fato de que o risco, tanto de internação quanto de mortalidade, se homogeniza entre os grupos por vulnerabilidade, conforme os grupos etários são vacinados. Depreende-se um impacto, portanto, mais significativo da vacinação na população mais vulnerável.

É um dos princípios fundamentais da atuação do SUS a Equidade, que “significa tratar desigualmente os desiguais, investindo mais onde a carência é maior” (BRASIL, 2024). É a partir dele que, nesse contexto de escassez de doses para o combate de uma pandemia mortal, deve ser uma prioridade conseguir identificar aqueles grupos mais vulneráveis, submetidos ao maior risco. Desse modo, partir de uma análise unidimensional para a definição dele significa implicar numa simplificação exagerada do contexto específico brasileiro. É necessário se empenhar em examinar o risco de maneira complexa a fim de permitir uma ação que seja definitivamente direcionada. Para a situação da COVID-19, não levar em conta a desigualdade social em composição de outras variáveis para a definição da prioridade no acesso à vacina, submeteu uma parcela particularmente vulnerável a um risco desproporcional.

Conclusões

Adotar a estratégia mais eficaz em proteger os grupos em ordem de prioridade deveria ser a primeira prioridade para um contexto de tamanha gravidade como o da COVID-19. Diante de uma pandemia capaz de sobrecarregar o sistema de saúde, garantir que os grupos mais propensos aos desenvolvimentos mais graves da doença pudessem ser protegidos de maneira direta seria uma tática importante para assegurar a resiliência do sistema de saúde como um todo. Desse modo, proteger aqueles mais vulneráveis, e portanto, identificar eles da maneira mais acurada possível, é agir conforme o princípio da Equidade, mas também significava viabilizar uma melhor oportunidade para o enfrentamento da pandemia.

O espaço e análise espacial aparece então como uma importante ferramenta para a investigação desse tipo. A final o espaço, não é somente um recorte geométrico, mas é:

“uma população específica, vivendo em tempo e espaço singulares, com problemas e necessidades de saúde determinados, os quais para sua resolução devem ser compreendidos e visualizados espacialmente por profissionais e gestores das distintas unidades prestadoras de serviços de saúde. Esse território apresenta (...) um perfil demográfico, epidemiológico, administrativo, tecnológico, político, social e cultural que o caracteriza e se expressa num território em permanente construção” (GONDIM et al, 2008 apud MENDES, 1993, BARCELOS e ROJAS, 2004)

Partir do espaço obriga o investigador a se deparar com a complexidade dos múltiplos fatores interrelacionais que produzem o espaço. A doença é uma realidade do indivíduo, no entanto, “a situação de saúde é uma manifestação do lugar” (BARCELLOS, 2002). Para o caso da COVID-19, realizar a análise espacial permitiu que se identificasse a desigualdade socioespacial como um fator de risco relevante tanto para a internação como para as taxas de mortalidade seguidas de internação

O tensionamento da proposição do risco realizada pelo Ministério da Saúde e a própria Secretaria Municipal de Saúde, responsável por elaborar os instrutivos de saúde

que definiam a priorização no acesso ao imunizante é necessária uma vez que a idade se revela insuficiente na definição dos grupos mais vulneráveis. Foge do escopo dessa pesquisa, mas é importante entender que uma política pública deve ser pensada desde seu planejamento até a sua execução. É compreensível que uma vez que existia um consenso, verdadeiro, de que a idade era um fator de risco relevante para a doença, estabelecer a prioridade através dela se mostrava mais simples do ponto de vista operacional. Visto que o contexto era também de uma incerteza da população em relação à vacina, facilitar o máximo o processo de adquirir o imunizante era de grande interesse. A idade, nesse ponto, apresentava uma vantagem do ponto de vista prático.

No entanto, essa prática acabou por agir, em parte no sentido inverso da equidade. A final, são as populações mais vulneráveis aquelas que também tiveram seu direito à saúde historicamente negado. É necessário empenhar-se na tarefa de encontrar estratégias que consigam enfrentar integralmente o desenvolvimento da doença. Ao não fazer isso, intencionalmente ou não, acaba-se por reforçar as desigualdades, aprofundando o abismo social.

Referências Bibliográficas

BARCELLOS, Christovam de Castro et al. Organização espacial, saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. 2002.

BERMUDI, Patricia Marques Moralejo et al. Spatiotemporal dynamic of COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil: shifting the high risk from the best to the worst socio-economic conditions. *arXiv preprint* arXiv:2008.02322, 2020.

BERTSIMAS, Dimitris et al. COVID-19 mortality risk assessment: An international multi-center study. *PloS one*, v. 15, n. 12, p. e0243262, 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Plano nacional de operacionalização da vacinação contra a COVID-19. 2020.

CHAPMAN, Lloyd AC et al. Risk factor targeting for vaccine prioritization during the COVID-19 pandemic. *Scientific reports*, v. 12, n. 1, p. 3055, 2022.

CORTEZ, Bruno Freitas; MONTENEGRO, Flávio Marcelo Tavares; BRITO, JA de M. Censo Demográfico 2010-definição das áreas de ponderação para o cálculo das estimativas provenientes do questionário da amostra. XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, Anais, Águas de Lindóia, p. 1-13, 2012.

DARSIE, Camilo; SOUZA, Matheus Santos de. Geografia da saúde e educação: análise interdisciplinar da organização dos territórios sanitários promovidos pelo SUS. *Contrapontos*, v. 22, n. 2, p. 108-125, 2022.

FUNDAÇÃO SEADE. Índice Paulista de Vulnerabilidade Social. Disponível em: <http://ipvs.seade.gov.br/view/index.php>. Acesso em: 19/08/2024.

GONDIM, GM de M. et al. O território da saúde: a organização do sistema de saúde e a territorialização. *Território, ambiente e saúde*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 237-255, 2008.

GRAHAM GN. Why Your ZIP Code Matters More Than Your Genetic Code: Promoting Healthy Outcomes from Mother to Child. *Breastfeeding Medicine*. 1º de outubro de 2016;11(8):396–7.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por Setor Censitário. Rio de Janeiro, RJ: Centro de Documentação e Disseminação de Informações; 2011.

PLUCHINO, A. et al. A novel methodology for epidemic risk assessment of COVID-19 outbreak. *Scientific Reports*, v. 11, n. 1, p. 5304, 2021.

BARROZO, Ligia et al. GeoSES--um Índice Socioeconômico para Estudos de Saúde no Brasil. *arXiv e-prints*, p. arXiv:1910.06155, 2019.

ZONENSCHIN, Tom Raitzik. Políticas públicas em saúde, conjunturas críticas e o pacto de gestão interfederativa brasileiro: uma análise da (des)institucionalização do Programa Nacional de Imunizações frente à pandemia da Covid-19. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito)–Faculdade Nacional de Direito, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.