

Enrico de Lorenzi Cancellier Katz

**ANÁLISE DE VARIÁVEIS RELACIONADAS À VELOCIDADE DE
APLICAÇÃO DA VACINA DA COVID-19 NOS MUNICÍPIOS
BRASILEIROS**

São Paulo

2021

Enrico de Lorenzi Cancellier Katz

**ANÁLISE DE VARIÁVEIS RELACIONADAS À VELOCIDADE DE
APLICAÇÃO DA VACINA DA COVID-19 NOS MUNICÍPIOS
BRASILEIROS**

Monografia apresentada como trabalho de
conclusão de curso de Ciências Econômicas
na Faculdade de Economia, Administração e
Contabilidade da Universidade de São Paulo

Orientadora: Profa. Dra. Maria Dolores
Montoya Diaz

Universidade de São Paulo – USP
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Bacharelado em Ciências Econômicas

São Paulo

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Katz, Enrico

Análise de variáveis relacionadas à velocidade de aplicação da vacina da COVID-19 nos municípios brasileiros – São Paulo, 2021.

67 páginas

Área de concentração: Economia da Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Maria Dolores Montoya Diaz

Monografia de Bacharelado – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo

1. COVID-19; 2. Cadeia de suprimentos; 3. Vacinação

Dedico este trabalho ao querido amigo, *Schumacher*,
que deixou nossa família em 2021

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que desde cedo me ensinaram os valores da disciplina, do esforço, da ética e do estudo. Devo todas as conquistas acadêmicas e profissionais ao suporte que tive dentro de casa. Ao meu irmão Gustavo pela amizade e pelo exemplo de autenticidade, que sonho um dia em ter.

Aos amigos do Rodalega, do Santa Cruz, da FEA e da Bocconi por colorirem a minha vida com carinho, alegria e descontração, mesmo nos momentos mais difíceis.

À FEA junior que deu razão e direção à minha vontade de transformar. E ao time do Boston Consulting Group que redefiniu meus padrões de valores de trabalho e me desafia todo dia a expandir a arte possível.

A todos os meus professores da graduação que, com paixão e compaixão, transmitiram a paixão por economia que carrego comigo hoje. Em especial, agradeço à Professora Dra. Dolores que com paciência me orientou nas iniciativas do presente projeto, incentivando minha curiosidade intelectual e investigativa no seu desenvolvimento.

“Você nem sempre terá uma vida confortável. E você nem sempre vai conseguir resolver todos os problemas do mundo de uma só vez. Mas jamais subestime o impacto que você pode ter, porque a história demonstrou que a coragem pode ser contagiosa e a esperança pode ter vida própria.”¹

Michelle Obama

¹ No original: “You may not always have a comfortable life. And you will not always be able to solve all the world’s problems all at once. But don’t ever underestimate the impact you can have, because history has shown us that courage can be contagious, and hope can take on a life of its own.”

RESUMO

ANÁLISE DE VARIÁVEIS RELACIONADAS À VELOCIDADE DE APLICAÇÃO DA VACINA DA COVID-19 NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

O presente trabalho buscou identificar os fatores correlacionados à velocidade da vacinação da COVID-19 na cadeia de suprimentos em diferentes municípios brasileiros, considerando o período do início da vacinação em 17 de janeiro até maio de 2021. Por meio da identificação de tais fatores, foi possível inferir a maneira como o gênero impacta na velocidade de vacinação da COVID-19 no Brasil. A principal base de dados utilizada foi disponibilizada pelo DataSUS, contendo os registros de cada indivíduo vacinado no Brasil. Outras 3 bases complementares foram utilizadas. Além disso, três indicadores foram elaborados com o objetivo de mensurar a qualidade da gestão de cada município frente à COVID-19, no período considerado. Para a análise empírica, foi adotado um modelo econométrico de efeitos fixos, no qual foram consideradas variáveis temporalmente dependentes relacionadas à cada região e municipalidade. Os resultados indicam que as políticas públicas adotadas pelo governo em resposta à COVID-19 estão correlacionadas ao comparecimento e à velocidade de vacinação. Adicionalmente, os resultados do modelo mostram que as mulheres comparecem em média aproximadamente 1 dia antes dos homens para se vacinar, considerando o universo de indivíduos que se vacinaram.

Palavras-chave: COVID-19; Cadeia de suprimentos; Vacinação.

Classificação JEL: C23; I28; H79.

ABSTRACT

ANALYSIS OF VARIABLES CORRELATED TO COVID-19 VACCINATION VELOCITY IN THE BRAZILIAN MUNICIPALITIES

This paper aimed to verify the factors that are correlated to the COVID-19 vaccination velocity in the supply chain within different Brazilian municipalities, considering the period of the beginning of the vaccination in the 17th of January until May of 2021. By identifying those factors, it was possible to infer the way in which gender impacts the velocity of COVID-19 vaccination in Brazil. The main database that was used was made available by DataSUS, containing the register of each individual that was vaccinated in Brazil. Other 3 complementary databases were used. Furthermore, three indexes were developed with the objective of measuring the quality of the management of each municipality regarding the COVID-19 pandemic. In the empirical analysis, it was adopted a Fixed Effects model, in which were considered the temporal dependent variables related to each region and municipality. The results indicate that the adopted governmental public policies in response to COVID-19 are correlated to the attendance and the vaccination velocity. Moreover, the results show that women attended vaccination approximately 1 day before men, on average, when considering the population that got vaccinated.

Keywords: COVID-19; Supply Chain; Vaccination.

JEL Codes: C23; I28; H79.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Cadeia de Suprimento da Vacinação no Brasil.....	25
Figura 2	Período e temperatura de armazenamento dos imunobiológicos nas instâncias da Rede de Frio	27
Figura 3	Tempo médio de aplicação da vacina nos municípios brasileiros.....	38
Figura 4	Média mensal do índice de contenção por UF.....	63
Figura 5	Média mensal do índice de suporte econômico por UF	64
Figura 6	Média mensal do índice de investimento em saúde pública por UF	65
Figura 7	Percentual de vacinados por gênero por tipo de vacina.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição das vacinas de COVID-19 aplicadas no Brasil.....	29
Tabela 2	Amostra da base de dados do SAGE	34
Tabela 3	Estatísticas descritivas dos índices de resposta	36
Tabela 4	Estatísticas descritivas de casos e mortes por COVID-19.....	37
Tabela 5	Resultados da estimação do modelo por município	43
Tabela 6	Índice de investimento em saúde pública	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRRF	Central Regional de Rede de Frio
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
NVC	Nova Variante do Coronavírus
OxCGRT	<i>Oxford COVID-19 Government Response Tracker</i>
PPP	Parceria Público-Privada
SAGE	Sala de Apoio à Gestão Estratégica
SUS	Sistema Único de Saúde
UF	Unidade Federativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO AOS AVANÇOS DA COVID-19	14
1.2 ESTUDO DE CASO: OPERAÇÃO <i>WARP SPEED</i>	15
1.3 PROPOSTA DE ESTUDO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 POLÍTICAS DE DISTANCIAMENTO SOCIAL	19
2.2 EFICÁCIA DA DISTRIBUIÇÃO DA VACINA	20
2.3 O PAPEL DO GÊNERO DURANTE A PANDEMIA.....	22
3 CADEIA DA VACINA.....	25
3.1 LOGÍSTICA DA VACINA NO BRASIL.....	25
3.2 PLANO NACIONAL DE VACINAÇÃO CONTRA A COVID-19	27
3.2.1 Vacinas em utilização.....	28
4 METODOLOGIA.....	31
4.1 AQUISIÇÃO E PREPARAÇÃO DOS DADOS	31
4.1.1 Campanha Nacional de Vacinação Contra COVID-19	32
4.1.2 Sala de Apoio à Gestão Estratégica.....	33
4.1.3 Resposta do Governo Brasileiro à COVID-19	34
4.1.4 Casos e mortes por COVID-19 nos municípios brasileiros.....	36
4.2 MODELO ECONOMETRICO	37
5 RESULTADOS	43
5.1 MODELO DE REGRESSÃO PARA MUNICÍPIOS	43
5.2 MODELO DE REGRESSÃO PARA UNIDADE FEDERATIVA	44
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47
6.1 DIFERENÇA DE GÊNERO	47
6.2 DOSES DA VACINA.....	47
6.3 PRODUTIVIDADE DA VACINA AO LONGO DO TEMPO	48
6.4 VACINAÇÃO EM INDÍGENAS	49
6.5 ÍNDICES DE RESPOSTA DO GOVERNO BRASILEIRO À COVID-19	49
7 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

APÊNDICE A – Índice de contenção.....	60
APÊNDICE B – Índice de suporte econômico	61
APÊNDICE C – Índice de investimento em saúde pública	62
APÊNDICE D –Índice de contenção.....	63
APÊNDICE E – Média mensal do índice de suporte econômico por UF	64
APÊNDICE F – Média mensal do índice de investimento em saúde pública por UF	65
APÊNDICE G – Percentual de vacinados por gênero por tipo de vacinas	66

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A pandemia da COVID-19 despertou na sociedade uma nova visão sobre o papel da ciência no mundo contemporâneo. Em 2020, 4% das pesquisas mundiais foram direcionadas ao novo coronavírus (ELSE, 2020), permitindo maior compreensão de um cenário de grande incerteza. Apesar disso, ainda existem mais perguntas do que respostas referentes aos resultados da pandemia, com uma vastidão de temas ainda a serem explorados.

Em se tratando da efervescente pandemia no Brasil, a problemática causada pela COVID-19 vai além da dinâmica da saúde e da economia, e aflora igualmente em conflitos políticos e sociais. Nesse contexto, o país foi também um dos que mais contribuiu em avanços na comunidade científica, sendo o 11º colocado entre países no número de publicações científicas relacionadas à COVID-19 (BERNARDES, 2020).

Na academia brasileira, são diversos os temas que chamam atenção como: as projeções de infecção no país (STEIN et al., 2021), as subnotificações (RIBEIRO; BERNARDES, 2020) e avaliação de estratégias de isolamento social (MORATO et al., 2020).

Esta monografia tem por objetivo avaliar um tema ainda pouco analisado na literatura: a produtividade da vacinação da COVID-19 nos municípios do Brasil. A produtividade da vacinação aqui estudada corresponde ao tempo decorrido entre a chegada da vacina à Central Estadual de armazenamento até sua aplicação na população². O tema foi relativamente pouco abordado na literatura acadêmica, dada a novidade dos dados disponibilizados pelo DataSUS e a dificuldade de acesso aos dados complementares para realização desta análise.

Ademais, sendo a vacinação considerada a principal solução para os males da COVID-19, verificar os fatores que estão correlacionados à velocidade de sua aplicação corresponde a algo fundamental para compreensão das dificuldades adicionais em se combater a pandemia no contexto brasileiro. Afinal, trata-se de uma variável fundamental para projeções de infecção no país, redução do desperdício da vacina (DAI; SONG, 2021) e, conseqüentemente, elaboração de políticas públicas mais assertivas por parte dos estados e municípios.

A velocidade da distribuição da vacina precisa ser observada sob duas óticas distintas: oferta e demanda. A oferta corresponde à velocidade com que é feita a distribuição aos postos de vacinação dos municípios. A demanda corresponde a velocidade no comparecimento da população aos postos de vacinação da COVID-19.

Em relação à demanda, buscou-se verificar diferenças na velocidade de comparecimento

² Este conceito é abordado com maior profundidade nos itens 2 e 3. Na Figura 1, é possível distinguir de maneira mais clara o caminho da vacina até sua aplicação na população.

aos postos de vacinação da COVID-19 entre homens e mulheres. Tal objetivo é decorrente de diversos estudos acadêmicos que vislumbraram diferença no comportamento de gênero frente a crise sanitária da COVID-19 (BRUCE et al., 2020; COSCIEME et al., 2020; BWIRE, 2020).

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO AOS AVANÇOS DA COVID-19

No momento em que este projeto é escrito, o Brasil alcançou algumas marcas importantes: 596 mil mortes pela COVID-19; e 71% da população vacinada com pelo menos uma dose³ (OUR WORLD IN DATA, 2021).

Assim, ao mesmo tempo em que o país se destaca negativamente pelo alto índice de mortalidade advindo da pandemia – 8º colocado em número de mortes por 100 mil habitantes (JOHNS HOPKINS RESOURCE CENTER, 2021) –, destaca-se positivamente pelos avanços recentes na vacinação, sendo 41º colocado no percentual da população vacinada com pelo menos a primeira dose.

Se 2020 foi um ano de incertezas em relação à pandemia, 2021 foi um ano de inflexão em relação ao número de mortes, muito em decorrência da vacina: o pico de mortes diárias foi em 12 de abril, com 3.124 vítimas da COVID-19 e 3% da população vacinada. Porém, alcançou 6 meses depois 541 mortes diárias – menor valor desde maio de 2020 – com 42% da população com imunização completa (JOHNS HOPKINS RESOURCE CENTER, 2021). Ainda que não tenha sido contabilizado o impacto em vidas exato da vacinação no Brasil, o seu efeito trouxe consigo evidentes e reconhecidos resultados no número de infecções, mortes e internações (BARTSCH et al., 2021), sendo um dos pilares no combate à pandemia no Brasil.

Todavia, ainda persiste o risco no Brasil e no mundo da emergência de novas variantes da COVID-19, contra as quais as vacinas atualmente disponíveis são menos efetivas (BIAN et al., 2021) e que poderiam levar a novas ondas de contágio pelo vírus. São quatro NVCs em estágio mais avançado: (i) Alpha – variante descoberta no Reino Unido; (ii) Beta – variante descoberta na África do Sul; (iii) Gamma – variante descoberta no Brasil; (iv) Delta – variante descoberta na Índia (HEALTH WORLD ORGANIZATION, 2021).

A última delas, a variante Delta, é aquela que gera o maior nível de preocupação mundial. Trata-se de uma variante com alta taxa de contágio e contra a qual as vacinas disponíveis têm menor eficácia (POUWELS et al., 2021). No Reino Unido, uma das primeiras localidades da Europa a ser severamente atingida pela variante, a Delta representou 90% dos novos casos da COVID-19 em Junho de 2021 (MAHASE, 2021); ainda segundo a Organização

³ Dados extraídos em 30/09/2021

Mundial da Saúde é esperado que a Delta torne-se a variante dominante no mundo (WOOLVERTON, 2021).

Nesse contexto, Fontanet et al. (2021) traz 4 pontos fundamentais para o combate à pandemia, destacando a importância de maior colaboração internacional em torno desse objetivo: (i) aumento da velocidade de imunização e medidas sanitárias de redução de contágio; (ii) avaliação constante de NVCs com monitoramento de sequenciamento genético do SARS-CoV-2; (iii) adequação das vacinas às NVCs; (iv) disponibilização de vacinas em escala global.

Dessa forma, fica claro que a distribuição da vacina corresponde a um tema transversal, envolvendo diretamente ao menos dois dos quatro pontos mencionados por Fontanet. A distribuição é necessária tanto para garantir a velocidade de vacinação, como a disponibilização de vacinas em escala global. E o surgimento de NVCs, com necessidade de constante adequação das vacinas, demonstra a longevidade do tópico no combate futuro à COVID-19.

1.2 ESTUDO DE CASO: OPERAÇÃO *WARP SPEED*

Existe, fundamentalmente, um esforço mundial para aceleração da vacinação. E, tal processo perpassa toda a cadeia: desenvolvimento, manufatura, distribuição e aplicação. A falha em alguma das etapas descritas tem consequências diretas no tempo de vacinação e consequentemente no crescimento do número de infectados e mortos pela COVID-19. Nos Estados Unidos, a operação *Warp Speed* exemplificou a importância da agilidade da vacinação e as consequências drásticas de um processo falho de distribuição da vacina, que resultaram, em parte, na frustração de metas do programa (DIAMOND, 2021).

A operação *Warp Speed* foi iniciada nos EUA, no início de 2020, com o objetivo de desenvolver, aprovar, manufaturar e distribuir 300 milhões de vacinas até junho de 2021. À época, tratava-se de um objetivo bastante ousado a ponto de a operação ser denominada Projeto Manhattan 2, como referência a um projeto do governo estadunidense realizado na Segunda Guerra Mundial: o desenvolvimento da bomba atômica.

O principal desafio correspondia ao desenvolvimento da vacina em apenas 6 meses, em comparação aos 45 meses tipicamente necessários. Tratava-se de algo nunca realizado anteriormente: reduzir o tempo de desenvolvimento da vacina em 87%, mantendo níveis adequados de segurança e eficácia (DIAMOND, 2021).

Shulkin (2021) destaca três fatores determinantes para o sucesso do desenvolvimento da vacina na Operação. O primeiro deles corresponde à utilização de uma metodologia Ágil, que permite a repartição de problemas complexos em pequenos problemas menores e

gerenciáveis. O segundo ponto corresponde à utilização da Parceria Público-Privada (PPP), a partir das quais foi possível envolver 8 empresas farmacêuticas e múltiplas agências do governo em torno de um mesmo objetivo. E o terceiro ponto, relacionado aos dois anteriores, é a diversificação de candidatos ao desenvolvimento da vacina; essa condição permitiu que diversas abordagens de desenvolvimento fossem testadas ao mesmo tempo.

Assim, o desenvolvimento da vacina durante a COVID-19 foi um sucesso. Porém, o processo de distribuição, que era tido como um desafio menor enfrentou diversas dificuldades. O principal obstáculo estava na capacidade de ganhar escala na distribuição da vacina rapidamente, algo que não foi cumprido durante o programa devido ao próprio planejamento logístico (TERRY, 2020). O monitoramento das vacinas ao longo da distribuição correspondeu também a um processo falho da cadeia, decorrente principalmente da incapacidade de administrar sob um mesmo sistema a distribuição da vacina para todos os estados (BAJAK, 2021).

Essa operação ilustra parcialmente a complexidade da distribuição da vacina da COVID-19 e o porquê de se tratar de um problema relevante no contexto mundial.

1.3 PROPOSTA DE ESTUDO

Apesar de o Brasil ter tido avanços significativos na velocidade de vacinados com ao menos a 1ª dose da vacinação, o desafio de imunizar a população contra a COVID-19 ainda persiste. Enquanto o Brasil é o 41º colocado no ranking mundial de vacinação da 1ª dose por habitante, está apenas na 79ª posição ao considerar a imunização completa, com 56% da população completamente vacinada (JOHNS HOPKINS RESOURCE CENTER, 2021). Dessa forma, ainda existem desafios relevantes, como a aplicação de imunização completa em toda a população.

Além dos pontos citados, outra complicação que demonstra a urgência da vacinação corresponde ao aparecimento de novas variantes do coronavírus, que é maior conforme aumenta o nível de proliferação da doença. A demora em imunizar a população completamente poderia gerar novas ondas de contágio ou o perigo do surgimento de novas variantes. Ademais, é possível que novas variantes tragam consigo a necessidade de continuidade da vacinação, mesmo após a população estar inteiramente imunizada.

Nesse contexto, tanto as ações das lideranças políticas, como a atitude da população frente à COVID-19 são fatores relevantes para a contenção da pandemia. E nesse tópico, foi verificado em diversas pesquisas acadêmicas, diferenças na atitude frente à pandemia entre

homens e mulheres. Conforme abordado na Revisão de Literatura (Capítulo 2), as mulheres apresentariam maior nível de preocupação e conscientização em relação à crise sanitária (BWIRE, 2020).

Assim, este projeto trouxe como objetivo verificar os principais fatores correlacionados à produtividade da vacinação da COVID-19 no Brasil. E, a partir do desenvolvimento deste tópico, busca-se: (i) compreender os principais fatores correlacionados ao comparecimento aos postos de vacinação; (ii) identificar diferenças de comportamento entre os gêneros no atraso à vacinação. Espera-se que a identificação desses fatores possa servir de apoio à elaboração de políticas públicas mais assertivas por parte dos municípios e estados na aceleração do processo de imunização.

Um dos fatores que suporta a validade deste estudo é a própria variabilidade no nível de utilização das doses de vacinas por parte das unidades federativas: o estado que utilizou mais suas vacinas teve 92% de utilização, enquanto aquele que menos utilizou teve apenas 60% (BRASIL, 2021b)⁴. Isso decorre de uma série de fatores como: comunicação com a população, qualidade da infraestrutura local, auxílios recebidos pelo governo, distribuição de insumos pelo SUS, entre outros. Dessa forma, buscou-se verificar como a produtividade da vacinação é afetada por tais fatores juntamente àqueles mencionados na Revisão de Literatura (Capítulo 2).

A abordagem proposta é inédita, na medida em que não existe ou não foi encontrado pelo autor nenhum outro trabalho que se propusesse a realizar uma análise similar. A principal vantagem do modelo aqui proposto é a verificação simultânea dos dois fatores que compõem a produtividade da vacinação: a velocidade de comparecimento e a velocidade da distribuição por parte dos municípios.

Conjectura-se que a principal razão pela qual não foi realizada nenhuma abordagem similar seja pela dificuldade da extração dos dados⁵ e pela atualidade do tema, com diversos estudos sendo desenvolvidos no presente momento.

⁴ Última atualização dos dados em 21/06/2021

⁵ Parte dos dados utilizados teve de ser extraído manualmente de 528 documentos não padronizados no formato de PDF

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

Foram dois os principais remédios para a redução da disseminação da COVID-19: políticas de restrição social e vacinação. O presente projeto tem foco no segundo tópico, porém entende-se necessária uma visão mais abrangente sobre o tema na revisão de literatura, de forma a possibilitar uma melhor interpretação dos resultados empíricos e igualmente do próprio contexto da pandemia.

Dessa forma, ambos os tópicos foram abordados na revisão de literatura, porém, com diferentes níveis de profundidade. Em adição a esses pontos, também foi realizada uma breve abordagem da literatura que analisa as diferentes formas de atuação de homens e mulheres durante a pandemia, dando contexto a um dos pontos da proposta de estudo.

2.1 POLÍTICAS DE DISTANCIAMENTO SOCIAL

As políticas de restrição social correspondem ao principal mecanismo não farmacológico de combate à transmissão do vírus. A COVID-19 foi declarado pela Organização Mundial da Saúde como sendo uma pandemia global no dia 11 de março de 2020. Nesse período, a população não tinha acesso a vacinas e o único mecanismo de combate à transmissão do vírus era o isolamento social.

Apesar dos diversos questionamentos quanto ao custo-benefício das políticas de confinamento mais rígidas, o isolamento social foi e ainda é responsável pela redução da quantidade de infectados pela COVID-19. Hsiang et al. (2020) utiliza um modelo compartimental de epidemiologia, suscetível-infectado-recuperado (SIR⁶), para estimar o impacto de políticas de restrição social entre janeiro e março em 4 países já bastante afetados pela COVID-19 à época: China, Coreia do Sul, Itália, França e Estados Unidos. No modelo elaborado, estima-se que as políticas de restrição nesses países foram responsáveis pela redução de 495 milhões de casos nos três primeiros meses da pandemia.

Os efeitos das políticas de restrição social trouxeram, igualmente, impactos na redução de casos no Brasil. Crokidakis (2020) faz uso de um modelo similar àquele utilizado por Hsiang et al. (2020) para estimar os efeitos das políticas de restrição social no Rio de Janeiro. A principal diferença do modelo corresponde à inclusão de uma variável adicional ao modelo SIR: indivíduos isolados. Isso decorreu do fato de o governo do Rio de Janeiro demandar à época o isolamento de indivíduos que testaram positivo para a COVID-19.

⁶ Em tradução livre para o português de *Susceptible-infectious-recovered*

Por meio do modelo estatístico elaborado, verificou-se que, com a adoção de políticas de isolamento social, a distribuição do número de infectados no Rio de Janeiro mudou de uma exponencial para uma distribuição sub exponencial, indicando uma redução significativa no número de casos.

Ainda no contexto brasileiro, um ponto fundamental na elaboração de políticas de isolamento social corresponde à análise das particularidades de cada uma das regiões afetadas pela COVID-19. Visando captar essas heterogeneidades, R. Rocha et al. (2021) desenvolveu o índice de vulnerabilidade à COVID-19 de cada região do Brasil com base em 4 fontes de dados principais: índice de desenvolvimento humano; proporção da população com doenças crônicas ou com mais de 60 anos; capacidade do sistema de saúde; e proporção da população sem trabalho formal (vulnerabilidade econômica).

Conclui-se que regiões brasileiras com a maior vulnerabilidade econômica foram aquelas mais afetadas em mortes pela COVID-19. No entanto, a manutenção de medidas de isolamento social juntamente a medidas de suporte econômico conteve um número de infecções ainda maior nessas regiões vulneráveis.

2.2 EFICÁCIA DA DISTRIBUIÇÃO DA VACINA

Existem três óticas possíveis para verificação da eficácia da distribuição da vacina a nível local: produtividade da vacinação; estratégia de aplicação; e priorização de grupos demográficos. Este trabalho tem como foco o primeiro tópico, mas se propõe a abordar os outros dois com menor nível de profundidade.

Em Mittelstadt et al. (2021), a produtividade da vacinação é analisada com base na diferença entre o tempo de chegada do lote ao estado da federação e a data de sua aplicação no indivíduo. A curva observada no estudo demonstra que em média, nos primeiros 10 dias aproximadamente 33% das doses são aplicadas; 60% em 20 dias; 74% em 30 dias e atinge-se um patamar de 90% utilização do lote apenas em 50 dias.

Há uma série de razões que justificam essa baixa velocidade na aplicação da vacina, que envolvem o lado da oferta e o lado da demanda. No lado da oferta, a armazenagem estratégica e fluxo de bens auxiliares para aplicação da vacina são os principais desafios da distribuição. Em relação à armazenagem, especificamente, mais de 70% das instalações de saúde de países em desenvolvimento não possui capacidade de estocagem de volumes grandes de vacina abaixo

dos 8°C (DHL WHITE PAPER, 2021), um possível impeditivo para agilidade da vacinação⁷.

No lado da demanda, Mittelstadt et al. (2021) apresenta a velocidade no comparecimento ao local de vacinação no Brasil: em 10 dias contados a partir do início da vacinação de determinado grupo, apenas 31% do total de vacinados se apresentou; 61% em 20 dias; e apenas ultrapassa os 90% de comparecimento após 30 dias.

Existem diversos fatores que explicariam tal atraso no comparecimento ou mesmo no não comparecimento à vacinação da COVID-19. Dubé et al. (2013) aponta o contexto político, científico, cultural, legal e de comunicação como variáveis que impactam na hesitação a tomar vacina. Adicionalmente, o problema das *Fake News*⁸, corresponde a outro fator contemporâneo que leva muitos indivíduos a optarem por não tomarem a vacina (CARRIERI et al., 2019).

Chevallier et al. (2021) aponta como fundamental para aceleração do processo de vacinação a conscientização da população sobre os avanços de pesquisas nas vacinas, a realização de um processo amigável para o cidadão registrar-se no centro de aplicação, e incentivos para convencer parte da população mais resistente à vacinação.

Outra ótica para eficácia, corresponde à estratégia utilizada durante o processo de vacinação. Um dos dilemas corresponde à seguinte escolha: é preferível vacinar o maior número de indivíduos com apenas a primeira dose ou com a imunização completa? Evidências apontam para o primeiro: em meio à escassez de recursos, retardar a aplicação da segunda dose da vacina para aplicar a primeira dose mais rapidamente poderia reduzir o número de infecções, internações e mortes causadas pela COVID-19 (HARIZI et al., 2021; MOGHADAS et al., 2021).

É importante destacar que essa ótica de atraso da vacina, abordada em diversos estudos científicos e adotada por diversos governos ao redor do globo, passou a ser questionada com o surgimento de NVCs, em especial da variante Delta. Isso decorre de a primeira dose da vacina ter baixa eficácia contra a variante Delta. Enquanto a eficácia para o contágio da primeira dose das vacinas Pfizer e AstraZeneca contra a Delta é de 30,7% em média, a eficácia da segunda dose contra a variante delta é de 88% para Pfizer e de 67% para a AstraZeneca⁹ (BERNAL et al., 2021).

A estratégia de distribuição da vacina a nível internacional corresponde a outro tópico do debate acadêmico. Dados de Gastwirth (2021) indicam que até abril, 20% da população

⁷ É possível verificar na Tabela 1 as temperaturas de armazenamento das vacinas aplicadas no Brasil da COVID-19.

⁸ Termo popularizado em inglês, corresponde a “notícias falsas” (tradução livre).

⁹ A eficácia foi obtida a partir de um modelo logístico, verificando a probabilidade de haver um caso sintomático para o COVID-19 no grupo de vacinados em comparação ao grupo controle de não vacinados.

mundial concentrava 95% das doses de vacinas contra a COVID-19.

Abu-Raddad et al., 2021 levanta algumas problemáticas da desigualdade na distribuição da vacina: na medida em que um grupo pequeno de Estados concentra a maior parte das doses, há vulnerabilidade dos demais no enfrentamento à COVID-19. Essa condição de desigualdade segundo o autor, seria ainda mais exacerbada com a aplicação da terceira dose e propagaria o potencial de NVCs em países mais vulneráveis, podendo prejudicar o combate à pandemia em escala global.

Por fim, o terceiro ponto a ser considerado é da adequação dos grupos de priorização da vacinação. São três, não exclusivos, os grupos de maior risco à COVID-19: idosos, trabalhadores da saúde e indivíduos com comorbidades. Em um estudo recente de Moore et al. (2020), foram considerados três modelos, cada qual com um tipo de vacina reduzindo a (i) suscetibilidade ao contágio, (ii) a probabilidade de um indivíduo tornar-se sintomático e (iii) a probabilidade de ter sintomas graves. O cenário ótimo para os três casos envolve a vacinação dos idosos (acima de 80 anos) seguida pelos trabalhadores da saúde e, por fim, a inclusão dos indivíduos com comorbidades.

A estratégia obtida por Moore et al. (2020) assemelha-se àquela utilizada na maior parte dos países. E no Brasil, especificamente, incluiu-se igualmente a priorização de grupos específicos de vulnerabilidade social (BRASIL, 2021).

2.3 O PAPEL DO GÊNERO DURANTE A PANDEMIA

A diferença de comportamento entre os gêneros durante a pandemia corresponde a um fator destacado na literatura acadêmica. A preocupação com medidas de combate à COVID-19 mostrou-se distinta quando comparados o gênero masculino e feminino. Trata-se de um fenômeno observado tanto no nível das lideranças políticas, quanto no nível da população.

No nível das lideranças políticas, países liderados por mulheres obtiveram melhores resultados de contenção dos efeitos da pandemia do que países liderados por homens (COSCIEME et al., 2020). Os resultados apresentados por Coscieme et al. (2020), no entanto, correspondem a uma constatação de correlação, mas não de causalidade. Isso ocorre uma vez que países mais desenvolvidos e progressistas apresentariam propensão maior a ter uma mulher em cargo de liderança política.

Sergent & Stajkovic (2020) realizaram uma abordagem mais abrangente – quantitativa e qualitativa – para avaliar o impacto de lideranças femininas sobre o número de mortes pela COVID-19. Foi utilizada uma amostra de 38 UFs dos Estados Unidos, reduzindo a necessidade

de variáveis controle em comparação a Coscieme et al (2020), que lidava com um nível de heterogeneidade maior entre as amostras.

A abordagem quantitativa indicou correlação negativa entre o número de mortes por habitante e a presença de liderança política feminina. Além disso, observou-se maior velocidade por parte das lideranças femininas na tomada de medidas de isolamento social. A abordagem qualitativa, um dos diferenciais do projeto mencionado, foi realizada por meio de análise linguística. Assim, identificou-se maior empatia e consciência dos sentimentos da população por parte das lideranças femininas em comparação às masculinas.

Em se tratando do Brasil, municípios nos quais havia uma prefeita eleita obtiveram 25,52 menos mortes por 100 mil habitantes (BRUCE et al., 2020). Ademais a presença de uma prefeita mulher indicou igualmente menor número de hospitalizações pela COVID-19 e por Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG). Tais resultados foram evidenciados por meio de uma regressão descontínua, minimizando potenciais problemas de endogeneidade na comparação entre municípios.

No nível da população, Galasso et al. (2020) realizou uma pesquisa conjunta na Austrália, Áustria, Nova Zelândia, França e Alemanha com o intuito de verificar a diferença de comportamento entre gêneros durante a COVID-19. Verificou-se que as mulheres tendem a identificar a COVID-19 como uma questão de saúde grave e que, adicionalmente, teriam maior propensão a seguir as medidas de isolamento social. Os fatores psicológicos apontados que justificariam tal diferença correspondem a maior aversão ao risco por parte das mulheres; maior inclinação à esquerda política; e maior adesão a intervenções governamentais.

Outros estudos acadêmicos apontam para o fato de que as mulheres trouxeram maior nível de preocupação e responsabilização durante a pandemia (BWIRE, 2020). Sendo que, no tópico da vacinação, há igualmente vantagem para o sexo feminino: no Brasil, 54% das vacinas da primeira dose foram para mulheres enquanto apenas 46% para homens (THE SEX, GENDER AND COVID-19 PROJECT (2021))¹⁰.

¹⁰ Dados extraídos em 03/11.

3 CADEIA DA VACINA

3 CADEIA DA VACINA

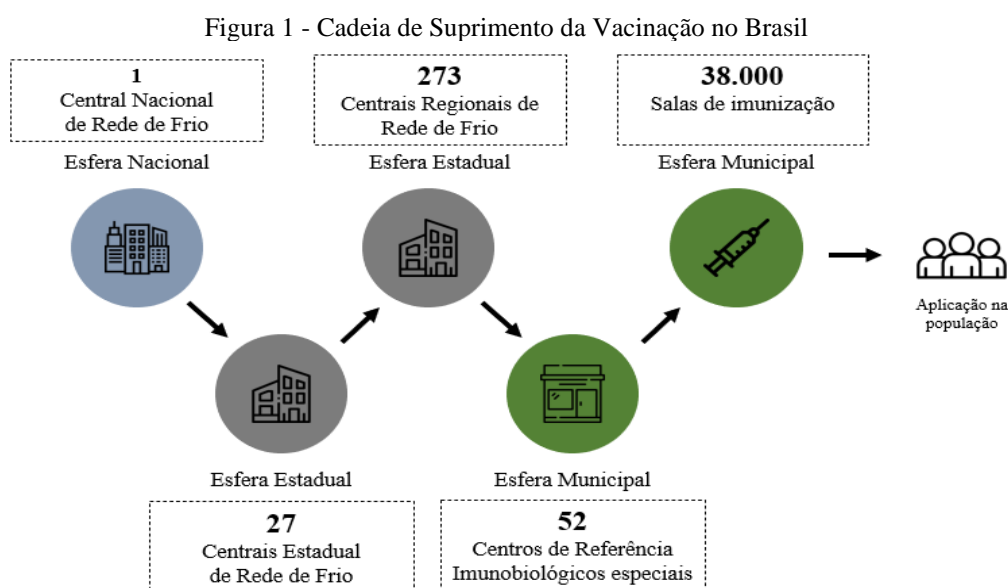
A cadeia de distribuição da vacina corresponde a um processo logístico de alta complexidade. No contexto emergencial de vacinação durante a pandemia, com necessidade de conservação de alguns imunobiológicos a temperaturas abaixo de -60°C , a logística tornou-se um processo de ainda mais difícil realização.

Dessa forma, busca-se introduzir o funcionamento geral da chamada Cadeia do Frio no Brasil (ou cadeia da vacina) e as especificidades da distribuição de imunobiológicos no cenário da COVID-19.

3.1 LOGÍSTICA DA VACINA NO BRASIL

Existem três esferas para gestão logística das vacinas no Brasil: federal, estadual e municipal. Conforme representado na Figura 1, a Rede de Frio no Brasil conta com a seguinte estrutura:

- 1 Centro Nacional
- 27 Centrais Estaduais
- 273 Centrais Regionais
- 3.000 Centrais Municipais, aproximadamente
- 38.000 salas de imunização, aproximadamente



Notas: Elaboração própria com base no *Plano Nacional de Operacionalização Da Vacinação Contra a COVID-19* (BRASIL, 2021b).

A esfera nacional, tem como responsabilidade as atividades de planejamento, aquisição de insumos, acompanhamento do transporte e interlocução com as demais esferas administrativas.

A esfera estadual, por sua vez, tem como função garantir o atendimento da unidade federativa ao Calendário Nacional de Vacinação, por meio de um planejamento da necessidade de imunobiológicos enviado à esfera nacional. E as Centrais Regionais de Rede Frio (CRRFs), também geridas pela unidade federativa, atuam de forma estratégica para garantir a distribuição dos insumos para os municípios.

Por fim, a esfera municipal tem a incumbência de garantir o armazenamento de imunobiológicos advindos da esfera estadual e efetivamente aplicá-los na população (ROCHA, 2001).

É importante também destacar o funcionamento do processo de distribuição entre a Central Nacional de Rede de Frio e as Centrais Regionais de Rede de Frio, que ocorre em cinco etapas distintas: (i) chegada das doses; (ii) auferimento da temperatura; (iii) definição da pauta de distribuição; (iv) entrega da vacina aos estados (ROSTELLI, 2021).

As duas primeiras etapas ocorrem praticamente em conjunto, conforme as vacinas chegam ao Brasil. As vacinas fabricadas por laboratórios internacionais (Pfizer e Jahnsen) e pelo Instituto Butantan (Coronovac) são encaminhadas ao Centro de Distribuição de Insumos Estratégico (Centro Nacional de Rede de Frio) em Guarulhos. As doses da vacina da AstraZeneca são entregues na central do Rio de Janeiro, na medida em que são fabricadas pela FioCruz situada nesta própria cidade. Logo em seguida, há a conferência da temperatura dos insumos ao longo do trajeto até sua chegada no Brasil.

A terceira etapa, referente à pauta de distribuição, corresponde àquela de maior complexidade e importância estratégica. Para definição da pauta, há uma reunião voltada para o alinhamento dos municípios, das unidades federativas e da União. Durante esta reunião é definido o quantitativo que cada estado deve receber.

Por fim, a partir da pauta de exportação, é realizada a operação logística que distribui a vacina por via aérea, terrestre ou fluvial até as unidades federativas. As unidades federativas, por sua vez, se encarregam de distribuir as doses para os municípios.

A complexidade desse processo não se restringe apenas à integração entre os entes federativos, mas envolve também a conservação e disponibilização adequada dos imunobiológicos. O planejamento de cada uma das etapas levantadas acima deve levar em consideração diversos fatores, como: demanda; perdas técnica e física; capacidade de armazenamento; temperatura de armazenamento; e periodicidade de reposição do estoque

(HSIANG et al., 2020).

Durante o transporte, a principal variável monitorada é a temperatura. Trata-se uma variável diretamente relacionada à conservação das vacinas, porquanto quando submetidas a temperaturas mais altas passam ou a ter menor validade ou a ser descartadas.

Resumidamente, pode-se considerar o seguinte racional: conforme a vacina chega no município, as estruturas de armazenamento tornam-se menores e menos sofisticadas para conservação a baixas temperaturas, o que exige sua rápida aplicação na população. A Figura 2 traz alguns exemplos do período de armazenamento de imunobiológicos na rede frio ao longo da cadeia de vacinação.

Figura 2 - Período e temperatura de armazenamento dos imunobiológicos nas instâncias da Rede de Frio

Temperatura	Central Estadual 6-12 meses	Central Regional 3-6 meses	Local de aplicação 1 mês
+8°C	Vacinas diluentes ¹ Soros Imunoglo-bulinas ²	Vacinas diluentes ¹ Soros Imunoglo-bulinas ²	Vacinas diluentes ¹ Soros Imunoglo-bulinas ²
+2°C			Vacina Febre Amarela Vacina Poliomelite Oral
-15°C	Vacina Febre Amarela Vacina Poliomelite Oral	Vacina Febre Amarela Vacina Poliomelite Oral	
-25°C			

Notas: 1. Vacinas: BCG, dT, DT, HB, DTP, VRH, SCR, VRC,FTp, HiB, VIP, DTPa, HA, Meningo conj C, penta, Pnc 23V, Pnc10V, raiva embrião galinha, raiva vero, Varc, VRC, cólera, tetra viral, FLU3V.

2. Soros: SARC, SBOTR, SBOCR, SBOLAQ, SBOTULBI, SCROT, SAD, SELAP, SESCOR, SLONO, SLOXO, SARH, SAT

Fonte: Elaboração própria com base no *Manual de Rede de Frio do Programa Nacional de Imunizações* (BRASIL, 2017).

3.2 PLANO NACIONAL DE VACINAÇÃO CONTRA A COVID-19

O Plano Nacional de Operacionalização da vacinação contra a COVID-19 teve sua primeira versão lançada no dia 16 de dezembro de 2020. O Plano tem como objetivo dar apoio às unidades federativas e municípios, no processo no planejamento da distribuição da vacinação contra a COVID-19.

Entre a data de lançamento da primeira edição até este momento¹¹, já foram realizadas 9 novas edições, com pequenas alterações e inclusão de informativos sobre as novas vacinas

¹¹ Data referente a 20/07/2021

utilizadas no Brasil. Assim, a 9ª edição, lançada em 15/07/2021 é aquela que utilizaremos como referência no projeto (BRASIL, 2021b).

Destaca-se a importância dada no Plano de Operacionalização da vacinação aos diversos grupos de risco da COVID-19. Além dos grupos tradicionalmente mencionados como profissionais da saúde, idosos e indivíduos com comorbidades, leva-se em consideração as populações tradicionais (indígenas, ribeirinhos e quilombolas), a população carcerária, refugiados, pessoas em situação de rua e indivíduos com deficiência permanente.

Os indígenas brasileiros, principalmente de comunidades rurais, correspondem a um grupo de risco em relação à COVID-19. Queiroz (2020) aponta as baixas condições sanitárias das aldeias e a prevalência alta de problemas de obesidade e desnutrição com indicativos da vulnerabilidade dessa população à pandemia. E nesse contexto, os indígenas são igualmente apontados no Plano Nacional de Vacinação contra a COVID-19 como grupo de risco, que deve ser priorizado.

Assim, as populações tradicionais (indígena, ribeirinha e quilombola) foram consideradas o terceiro grupo na ordem de priorização, por meio da Nota Técnica Nº 155/2021 (BRASIL, 2021a). No Plano, identifica-se o desafio logístico de atender tais populações e a importância de não fazer a vacinação em fases escalonadas, que seria algo pouco custo-efetivo.

3.2.1 Vacinas em utilização

As vacinas utilizadas no Brasil e seus fabricantes até o presente momento¹² são:

- (i) Instituto Butantan: Vacina Sinovac/Butantan
- (ii) Fundação Oswaldo Cruz e consórcio Covax Facility: Vacina AstraZeneca/Fiocruz
- (iii) Pfizer/Wyeth: Vacina Pfizer/Wyeth
- (iv) Consórcio Covax Facility: Vacina Janssen

Cada vacina traz consigo condições de armazenamento distintas, algo que eleva a complexidade logística e de transporte dos lotes. Na Tabela 1 é possível verificar um resumo dessas condições para cada uma das vacinas aplicadas no Brasil.

¹² Data referente a 20/07/2021

Tabela 1 - Descrição das vacinas de COVID-19 aplicadas no Brasil

Vacina	Eficácia ¹³	Prazo de validade e conservação	Validade após abertura do frasco
Sinovac/ Butantan	77,96%	12 meses, conservado entre 2° a 8°C	8 horas, em temperatura de 2° a 8°C
AstraZeneca/ Fiocruz	74,34%	24 meses, conservado entre 2° a 8°C	6 horas, em temperatura de 2° a 8°C
Pfizer/ Wyeth	97%	6 meses: -80° a -60°C 14 dias: -25° a -15°C 5 dias: 2° a 8°C	6 horas, em temperatura de 2° a 8°C
Janssen	93,1%	24 meses: -25° a -15°C 4,5 meses: 2° a 8°C	6 horas, em temperatura de 2° a 8°C

Notas: Elaboração própria com base no Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra a COVID-19 (BRASIL., 2021).

¹³ É considerada eficácia apenas para os casos de COVID-19 que precisaram ou de assistência ambulatorial ou de assistência hospitalar.

4 METODOLOGIA

4 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho empírico consistiu em duas etapas principais: (6.1.) aquisição e preparação dos dados; e (6.2.) elaboração do modelo econométrico de efeitos fixos.

A aquisição e preparação de dados envolveu a reunião de 4 bases distintas: (i) Campanha Nacional de Vacinação Contra a Covid; (ii) Sala de Apoio à Gestão Estratégica; (iii) Resposta do governo brasileiro à COVID-19¹⁴; e (iv) Casos e mortes por COVID-19 nos municípios brasileiros.

A etapa anterior resultou em duas bases de dados distintas: uma agregada a nível de município e outra agregada a nível de unidade federativa. Os modelos foram estimados por mínimos quadrados ordinários (MQO) com utilização do estimador robusto de White a nível municipal e estadual, resultando em 4 modelos econométricos distintos.

O procedimento realizado teve como objetivo distinguir fatores correlacionados ao comportamento da variável analisada: a produtividade da vacinação. Foi considerado o período entre janeiro de 2021 e maio de 2021. Na Figura 1, é possível verificar esquematicamente o funcionamento da cadeia de suprimentos da vacina no Brasil. A produtividade da vacinação corresponde ao tempo necessário entre a chegada da vacina na Central Estadual da Rede de Frio até a sua aplicação na população.

4.1 AQUISIÇÃO E PREPARAÇÃO DOS DADOS

A base de dados disponibilizada pelo DATASUS – Campanha Nacional de Vacinação Contra a COVID-19 – apresenta as datas de cada aplicação da vacina no Brasil. Corresponde, assim, à principal fonte para o modelo econométrico.

A variável dependente – produtividade da vacinação – é obtida subtraindo a data de aplicação da vacina da data em que cada um dos lotes da vacina chegou ao estado. A primeira data é obtida pela base do DATASUS, já a segunda data é obtida pela “Sala de Apoio à Gestão Estratégica” (SAGE). Os dados do SAGE foram extraídos manualmente, na medida em que foram disponibilizados em documentos em PDF, com pouca padronização.

A base de dados da Resposta do governo brasileiro à COVID-19 foi disponibilizada pela Escola de estudos governamentais da Universidade de Oxford. Trata-se de uma contingência muito positiva para o presente projeto, na medida que o Brasil foi um dos poucos países escolhidos para terem seus dados disponibilizados por zona administrativa (unidade federativa).

¹⁴ Tradução livre de *Brazil COVID-19 Policy Response*

Os dados disponibilizados trazem uma série de categorias sobre a resposta dos governos à COVID-19 em relação a 3 principais índices: (i) contenção e saúde – *Containment Health Index*; (ii) rigor de políticas e campanhas de conscientização realizadas – *Stringency Index*; e (iii) suporte econômico à população – *Economic Support Index*.

O número de casos e mortes por município brasileiro foi extraído de uma base de dados secundária: *Coronavírus Brasil*¹⁵. Os dados são extraídos do Ministério da Saúde e disponibilizados em página da internet para uso público.

As bases do DATASUS, SAGE e de Oxford correspondem a um banco de dados recentemente disponibilizado e em constante atualização. É, assim, natural que alguns dados apresentem inconsistências e imprecisões, que poderiam refletir nos resultados obtidos pelo modelo econométrico. Nesse cenário, a preparação dos dados desempenhou um papel fundamental para mitigar os problemas mencionados.

Em especial, a base do DATASUS apresentou algumas alterações desde a data em que foi efetivamente extraída para realização do modelo econométrico. Algumas datas de aplicação da vacina estavam equivocadas e foram alteradas depois que a base já tinha sido extraída para o projeto. Porém, na medida em que diversas inconsistências foram eliminadas já no processamento dos dados, inclusive a de datas inconsistentes, conjectura-se que tais alterações realizadas na base já estejam refletidas na base utilizada e não tenham impactado os resultados do modelo econométrico.

4.1.1 Campanha Nacional de Vacinação Contra COVID-19

O Ministério da Saúde tornou pública a disponibilização dos registros de vacinação da COVID-19 em 20 de janeiro de 2021 e a base foi extraída para o presente projeto em 22 de agosto de 2021. Estes dados correspondem à principal fonte para execução deste projeto. Inclui-se o registro de todas as doses de vacina contra a COVID-19 aplicadas no Brasil e, além disso, são disponibilizados dados sociodemográficos de cada um dos indivíduos que recebeu a dose (ex. idade, sexo, raça) e o município em que a dose foi aplicada.

Em relação às variáveis sociodemográficas apresentadas, buscou-se identificar grupos com maior facilidade ou propensão a tomar a vacina. Conforme maior a propensão de determinado grupo a tomar a vacina, menor seria o tempo de aplicação da vacina.

¹⁵ A página *Coronavírus Brasil* corresponde a um dos principais agregadores de dados sobre a COVID-19 no Brasil. Dados da *Coronavírus Brasil* são utilizados por instituições como *Our World in Data* e *John Hopkins Coronavirus Resource Center*, atestando a credibilidade dos dados apresentados.

Um fenômeno bastante interessante e notado por diversas plataformas de notícia é maior disposição das mulheres a se vacinarem (BARBON, 2021; UNGAR, 2021). Assim, a hipótese inicial é de que a variável de gênero apresente coeficiente positivo para os homens, que demorariam mais a tomar a vacina.

Além disso, a intui-se que a idade impacte, igualmente, na propensão à vacinação. Pessoas de maior idade, com maior risco de mortalidade possivelmente teriam maior propensão a ir o mais rápido possível aos centros de vacinação para se imunizar.

Por fim, outra variável importante a ser considerada corresponde ao próprio mês em que a vacina foi aplicada. Seria razoável conjecturar que, com o passar do tempo, o governo apresente maior eficiência na distribuição da vacina, reduzindo o tempo necessário para distribuição até os centros de vacinação. Assim, espera-se que as variáveis de mês apresentem coeficiente negativo.

Uma análise inicial dos dados disponibilizados pelo DATASUS trouxe consigo valores incoerentes como: vacinados com zero ou com 120 anos de idade e indivíduos que receberam mais de quatro doses da vacina. Dessa forma, antes da elaboração do modelo econométrico foi necessário garantir que os dados limpos estivessem consistentes com dados disponibilizados por outras instituições que estivesse utilizando as mesmas bases de dados. O portal utilizado para esta conferência foi o OndeTemVacina.com¹⁶. O projeto OndeTemVacina.com corresponde a uma plataforma colaborativa para disponibilização de dados referente a vacinação contra a COVID-19.

Vale destacar que todas as linhas sem registro de data de aplicação da vacina foram excluídas da base de dados. Vacinados com zero ou com mais de 116 anos de idade, também foram excluídos.

Como a base original extraída era muito grande, não foi possível a disponibilização de uma tabela contendo as principais estatísticas descritivas do conjunto de dados original.

4.1.2 Sala de Apoio à Gestão Estratégica

O Governo Federal, por meio do SAGE, disponibilizou os comprovantes de entrega das vacinas para cada uma das unidades federativas do Brasil. Ao total, considerou-se no trabalho a distribuição entre o 1º e o 22º lote da vacina, o equivalente ao período entre janeiro e maio da campanha de vacinação.

Foram excluídos da regressão os estados do Rio de Janeiro, Piauí e São Paulo. Para os

¹⁶ <https://ondetemvacina.com/>. Acesso em 25/08/2021

dois primeiros, não foi possível realizar a extração dos dados, devido a problemas no próprio site do SAGE. No caso de São Paulo, não foram disponibilizadas todas as fases de entrega da vacina. Especula-se que isso tenha ocorrido devido à negociação direta do governo do estado de São Paulo com a China, sem intermédio do governo federal (Portal do Governo de SP, 2020). Porém, nenhuma informação foi disponibilizada sobre este tópico na página do SAGE.

Houve dificuldade significativa para extração dos dados, que foi feita de modo manual. Foram extraídos 1.200 linhas de dados de entrega de vacina a partir de 528 arquivos em PDF distintos. Ao mesmo tempo em que a extração corresponde a um desafio, confere um diferencial ao presente projeto. As bases utilizadas foram disponibilizadas para outros pesquisadores que desejarem replicar o estudo¹⁷.

A Tabela 2 demonstra o formato como foi construída a base de dados do SAGE. Para o cálculo da data de chegada da vacina à UF foi utilizada a média entre a data de emissão e a data limite de entrega da vacina.

Tabela 2 - Amostra da base de dados do SAGE

Estado	Lote	Código Lote	Qt. Enviada	Data de emissão	Data limite de entrega
Pernambuco	5.0	210039	4800.0	24/02/2021	26/02/2021
Bahia	19.0	210210	6020.0	08/05/2021	10/05/2021
Distrito Federal	9.0	212VCD001Z VB	50.0	20/03/2021	22/03/2021
São Paulo	15.0	214VCD050W	39012.0	29/04/2021	01/05/2021
Mato Grosso Sul	3.0	200279	1020.0	24/01/2021	26/01/2021

Fonte: Elaboração própria.

4.1.3 Resposta do Governo Brasileiro à COVID-19

A Escola de estudos governamentais da Universidade de Oxford¹⁸ monitorou a resposta à COVID-19 de 185 países distintos na plataforma Oxford de monitoramento da resposta dos governos à COVID-19 (OxCGRT). Esse monitoramento contém dados a partir de 1º de janeiro de 2020 e mediu 23 indicadores distintos (HALE et al., 2021). Tais indicadores incluem o fechamento de escolas, restrições a viagens, política de vacinação, entre outros. De modo geral, política de contenção, política de suporte econômico, política de investimento em saúde e políticas de vacinação correspondem aos quatro tópicos abordados pelos 23 indicadores.

Uma contingência muito positiva para o presente projeto corresponde à seleção do

¹⁷ Link de acesso aos dados: <https://www.kaggle.com/enricokatz/data-de-envio-de-lotes-da-vacina-da-covid19>

¹⁸ Nome original: *Blavatnik School of Government*

Brasil entre outros 3 países (Canadá, China e Estados Unidos) a ter uma análise mais granular da resposta à COVID-19, com dados analisados a nível da UF, encaixando-se adequadamente ao projeto.

Destaca-se a importância da abrangência de diversas dimensões na avaliação do rigor das políticas adotadas por cada unidade federativa durante a COVID-19. Barberia et al. (2021) a partir da mesma base de dados, aponta a que o impacto sobre o isolamento social de políticas subnacionais é maior quando há um conjunto mais completo de políticas introduzido. Assim, torna-se evidente que um conjunto de políticas mais coeso, traz consigo maior impacto sobre o comportamento da população.

Em se tratando das variáveis de resposta das unidades federativas à COVID-19, a hipótese principal é de que maior rigor das políticas adotadas indique menor tempo para aplicação da vacina. Afinal, um maior rigor das políticas adotadas indicaria fundamentalmente maior preocupação do estado e da população com a COVID-19 e, conseqüentemente, com a vacinação.

4.1.3.1 Elaboração de índices de resposta

Para fins de visualização dos indicadores da OxCGRT, foram elaborados 3 índices compostos: (i) índice de contenção; (ii) índice de suporte econômico; e (iii) índice de investimento em saúde pública¹⁹. Cada qual varia entre 0 e 1, sendo que, quanto mais for próximo de 1, maior é o rigor das políticas adotadas. Por meio da elaboração de tais índices, torna-se evidente que há grande heterogeneidade nas políticas subnacionais adotadas.

É importante ressaltar que a transformação dessas variáveis em índices corresponde a um processo consistente, realizado igualmente pelo próprio time de pesquisadores idealizadores dos indicadores. Os índices compostos desenvolvidos a partir das variáveis categóricas não são os mesmos daqueles desenvolvidos pelo time de pesquisadores da universidade de Oxford, porém, apresentam o mesmo racional de cálculo e por isso podem ser apresentados sem recair em incoerência.

O índice de contenção é composto pelos 8 indicadores da base de dados original que envolvem as políticas de contenção adotadas a nível estadual. Isso inclui o fechamento de escolas, locais de trabalho e do transporte público; o cancelamento de eventos públicos; a restrição de locomoção interna e de encontros; e o controle de viagens internacionais.

¹⁹ O racional para construção desses índices bem como sua descrição detalhada pode ser visto no Apêndice A, B, C, D, E e F

O índice de suporte econômico é composto por 2 indicadores da base de dados: suporte de renda e flexibilização do endividamento da população. O suporte de renda consiste no apoio do governo ao pagamento de salários das firmas ou no suporte à população que perdeu o emprego durante a pandemia. Já a flexibilização de crédito corresponde ao congelamento de obrigações financeiras por determinado período.

Por fim, o índice de investimento em saúde pública corresponde à média de 6 índices relacionados à saúde pública: (i) presença de campanhas de conscientização; (ii) política de testagem; (iii) acompanhamento dos casos de COVID-19; (iv) implementação de política de obrigatoriedade do uso de máscara; (v) presença de políticas de vacinação para grupos específicos; e (vi) políticas de proteção aos idosos.

A Tabela 3 corresponde a um sumário com as estatísticas descritivas das principais categorias avaliadas a nível estadual²⁰. Os Apêndices D, E e F indicam a distribuição dos índices médios para cada uma das unidades federativas.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas dos índices de resposta

	Índice de contenção	Índice de suporte econômico	Índice de investimento em saúde pública
Número de linhas	25,667	25,667	25,667
Média	0.54	0.24	0.73
Desvio Padrão	0.12	0.20	0.10
min	0.25	0.00	0.46
25%	0.47	0.08	0.65
50%	0.55	0.17	0.72
75%	0.65	0.33	0.80
max	0.80	1.00	0.94

Fonte: Elaboração própria

4.1.4 Casos e mortes por COVID-19 nos municípios brasileiros

O número de casos e mortes por município brasileiro por mês foi extraído de uma base de dados secundária: *Coronavírus Brasil*²¹. Os dados são extraídos do Ministério da Saúde e disponibilizados em página da web para uso público.

A principal expectativa é de que um maior número de mortes e casos por COVID-19 gere maior conscientização na população e maior preocupação do governo subnacional em

²⁰ Foram apresentados na tabela apenas índices compostos, que agregam outros subíndices calculados na mesma base de dados.

²¹ A página *Coronavírus Brasil* corresponde a um dos principais agregadores de dados sobre a COVID-19 no Brasil. Dados da *Coronavírus Brasil* são utilizados por instituições como *Our World in Data* e *John Hopkins Coronavirus Resource Center*, atestando a credibilidade dos dados apresentados.

acelerar o processo de vacinação. Assim, espera-se que ambas as variáveis apresentem um coeficiente negativo em relação ao tempo de aplicação da vacina.

A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas da base de dados utilizada. A coluna “Novas mortes” e “Novos casos” correspondem, respectivamente, ao número de mortos e casos diagnosticados de COVID-19 em determinado município em determinado mês. As colunas “Mortes por 100k habitantes” e “Casos por 100k habitantes” correspondem aos valores acumulados de mortes e casos por 100 mil habitantes por município até o mês considerado.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas de casos e mortes por COVID-19

	Novas mortes	Novos casos	Mortes por 100k habitantes	Casos por 100k habitantes
Número de linhas	2,858,456	2,858,456	2,858,456	2,858,456
Média	0.21	7.51	90.52	4,386.29
Desvio Padrão	3.24	105.26	98.51	4,390.02
min	0.00	0.00	0.00	0.00
25%	0.00	0.00	16.09	938.77
50%	0.00	0.00	58.82	3,001.68
75%	0.00	3.00	132.99	6,646.55
max	881.00	40,170.00	1,739.13	62,106.84

Fonte: Elaboração própria

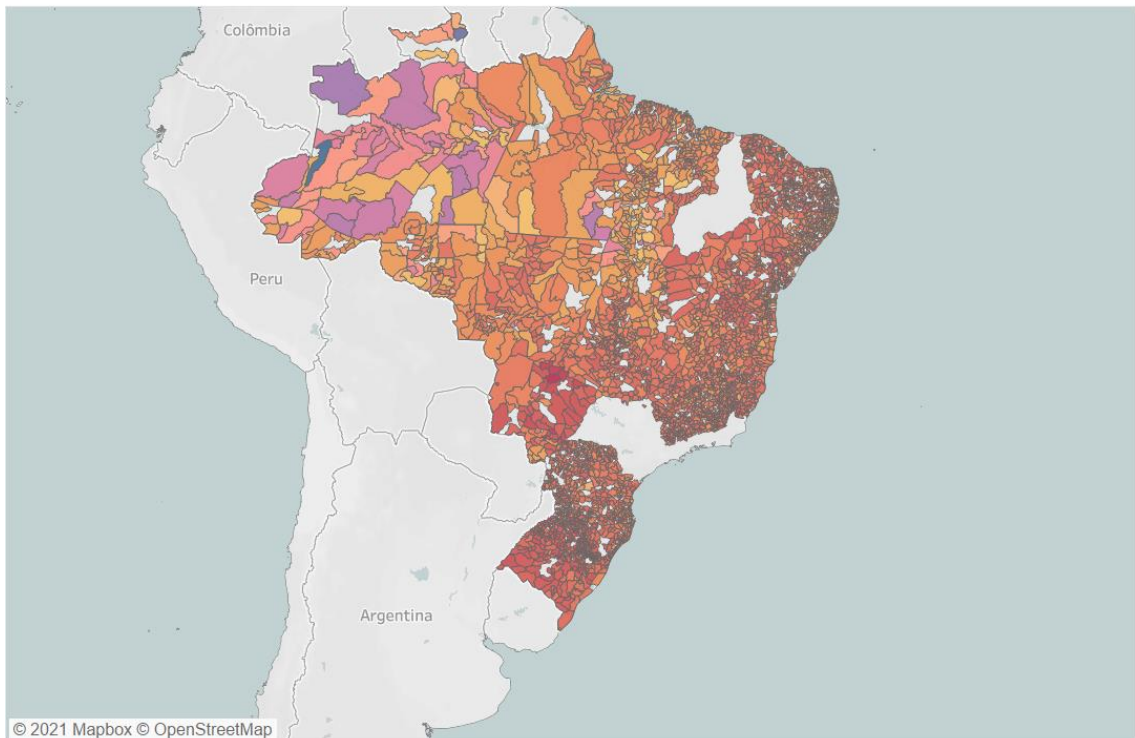
4.2 MODELO ECONOMETRICO

A identificação de fatores correlacionados à produtividade da vacinação corresponde a um grande desafio. E mais especificamente, isolar o efeito do gênero na vacinação exige um cuidado adicional para não haver endogeneidade no modelo, gerando viés na regressão.


A Figura 3 demonstra a heterogeneidade existente na produtividade da vacinação entre os diversos municípios brasileiros, e que não poderia ser facilmente captada com as variáveis explicativas que temos disponíveis. Afinal, seria necessário considerar diversas particularidades incluindo qualidade da infraestrutura local, distância do município a UF, entre outros fatores que sairiam do escopo proposto neste projeto.

Figura 3 - Tempo médio de aplicação da vacina nos municípios brasileiros

Tempo Médio de Aplicação da Vacina nos Municípios Brasileiros



Mapa baseado em Longitude (gerada) e Latitude (gerada). A cor mostra soma de Tempo para aplicação da vacina [Dias]. Detalhes são mostrados para Município.

Tempo para ap..

 5,34 46,68

Fonte: Elaboração própria.

Assim, para estimação do modelo foi realizada uma regressão por efeitos fixos. Esse método permite controlar as diversas variáveis não observadas invariantes no tempo e que impactam na produtividade da vacinação. Além disso, na medida em que os governantes estaduais e municipais dispõem de autonomia para a reforçar medidas de combate à pandemia, é possível fazer a comparação entre entes federativos sujeitos a mesma regulação.

A variável dependente do modelo, corresponde a produtividade da vacinação e pode ser representada pela seguinte equação:

$$Y_{m,t} = \frac{1}{N} * \sum_{i=0}^N (d_{m,t,i}^a - d_{m,t,i}^l) \quad (I)$$

Em que m corresponde à variável indicativa do município; $d_{m,t,i}^a$ corresponde à data de aplicação da vacina no intervalo de tempo t no município m no indivíduo i ; $d_{m,t,i}^l$ corresponde à data em que a vacina aplicada no mesmo indivíduo efetivamente chegou à Central Estadual

de Rede de Frio.

Parte das variáveis explicativas do modelo foi obtida igualmente por meio do cálculo de médias mensais. Inclui-se neste grupo: idade do paciente; variável categórica para o sexo (1 caso homem e 0 se mulher); variável categórica para o tipo de vacina; percentual da população de determinada cor que foi vacinada.

Dessa forma, a partir de (I), podemos representar os dados em painel por município no seguinte formato:

$$Y_{m,t} = \beta_1 + \beta_2 masc_{m,t} + \boldsymbol{\beta} \mathbf{X}_{m,t} + \boldsymbol{\gamma} \mathbf{D}_{m,t} + \boldsymbol{\alpha}_m + \delta_t + u_{m,t} \quad (\text{II})$$

Em que, $masc_{m,t}$ corresponde ao percentual de homens que se vacinou em determinado mês; $\mathbf{X}_{m,t}$ é o vetor de variáveis utilizadas para controle; $\mathbf{D}_{m,t}$ é o vetor de variáveis com o percentual de aplicação de cada vacina no mês (Coronavac, Pfizer e AstraZeneca); $\boldsymbol{\alpha}_m$ corresponde ao vetor de efeitos fixos em determinado município m^{22} ; δ_t corresponde à variável fixa para o período t observado; e $u_{m,t}$ é o erro do modelo.

Inclui-se o vetor de variáveis *dummy* $\mathbf{D}_{m,t}$ com o objetivo de captar a hesitação da população para com determinadas marcas da vacina. Afinal, a hesitação em tomar vacina não representa necessariamente a recusa à vacina, mas igualmente a aceitar algumas vacinas e recusar outras (DUBÉ et al., 2013).

A partir de (II) é possível obter-se o seguinte modelo de regressão, contendo as médias para cada um dos municípios:

$$\bar{Y}_m = \beta_1 + \beta_2 \overline{masc_m} + \boldsymbol{\beta} \overline{\mathbf{X}_m} + \boldsymbol{\gamma} \overline{\mathbf{D}_m} + \boldsymbol{\alpha}_m + \bar{\delta}_t + \bar{u}_t \quad (\text{III})$$

A partir de (II) e (III), é possível realizar a transformação interna obtendo-se:

$$(\bar{Y}_{m,t} - \bar{Y}_m) = \beta_2 (masc_{m,t} - \overline{masc_m}) + \boldsymbol{\beta} (\mathbf{X}_{m,t} - \overline{\mathbf{X}_m}) + \boldsymbol{\gamma} (\mathbf{D}_{m,t} - \overline{\mathbf{D}_m}) + (\delta_t - \bar{\delta}_t) + (u_t - \bar{u}_t)$$

ou,

$$\dot{Y}_{m,t} = \beta_2 \dot{m}asc + \boldsymbol{\beta} \dot{\mathbf{X}}_{m,t} + \boldsymbol{\gamma} \dot{\mathbf{D}} + \dot{\delta}_t + \dot{u}_t \quad (\text{IV})$$

²² Importante destacar que, dentre outras variáveis, estão incluídas no vetor de efeitos fixos do município a variável *dummy* referente ao estado do qual esse município faz parte, bem como a distância entre os centros de imunização do município e a Central Estadual da Rede de Frio.

O modelo (IV) será estimado por Mínimos Quadrados Ordinários com utilização do estimador robusto para variância para corrigir eventual problema de heterocedasticidade.

O método de efeitos fixos permite atenuar o problema de endogeneidade na regressão ao excluir a necessidade de variáveis de controle que não se alteram com o tempo. Todavia, continua sendo necessário que o modelo se adeque a algumas hipóteses para garantir que a variável estudada não seja viesada. É fundamental que todos os parâmetros que afetem a variável independente estejam refletidos no modelo, caso contrário, viola-se a hipótese de média condicional zero. Em se tratando de verificar o impacto específico do sexo na produtividade da vacinação, é essencial que as variáveis correlacionadas com o sexo e a produtividade da vacinação simultaneamente estejam refletidas no modelo econométrico.

Adicionalmente, aos pontos apresentados, é necessário cuidado em meio a presença de heterocedasticidade do modelo. Na medida em que a variância dos erros não é constante, torna-se imprescindível a utilização do estimador robusto da variância para adequar o grau de confiança dos erros das variáveis explicativas do modelo. No presente projeto foi utilizado o estimador robusto de White, que é consistente para realização de inferências sob heterocedasticidade.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 MODELO DE REGRESSÃO PARA MUNICÍPIOS

A partir do modelo descrito no item anterior, os principais resultados obtidos podem ser verificados na tabela abaixo:

Tabela 5 - Resultados da estimação do modelo por município

	Modelo de Efeitos Fixos	
	Dependent variable:	
	Produtividade da Vacina	
	<i>panel</i> <i>linear</i> Padrão (1)	<i>coefficient</i> <i>test</i> Robusto (2)
% de Homens	1.032*** (0.369)	1.032* (0.596)
Média de idade	-0.009 (0.006)	-0.009 (0.009)
% de 1ª Dose	-3.673*** (0.208)	-3.673*** (0.302)
Mês 2	-3.062*** (0.191)	-3.062*** (0.299)
Mês 3	-8.058*** (0.201)	-8.058*** (0.276)
Mês 4	-9.257*** (0.204)	-9.257*** (0.243)
Mês 5	-10.091*** (0.219)	-10.091*** (0.248)
Etnia = Indígena	13.167*** (0.861)	13.167*** (1.384)
Etnia = Preta	4.664*** (0.965)	4.664*** (1.470)
Índice - Contenção	-3.787*** (0.675)	-3.787*** (0.779)
Índice - Suporte Econômico	2.798*** (0.363)	2.798*** (0.372)
Índice - Políticas de Saúde Pública	-5.856*** (1.434)	-5.856*** (1.875)
Observations	25,667	
R ²	0.349	
Adjusted R ²	0.173	
F Statistic	637.551*** (df = 17; 20201)	
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

Fonte: Elaboração própria.

No total foram utilizadas 25.667 observações para a construção do modelo econométrico de municípios ao longo dos 5 meses considerados. Obteve-se um R² de 34,9%, indicando que a variação temporal na produtividade da vacinação é explicada em 34,9% pela variação temporal nas variáveis explicativas. O teste F indicou que as variáveis explicativas são

conjuntamente relevantes para explicar variações ao longo do tempo na produtividade da vacinação. Conforme mencionado no Capítulo 4, o modelo de referência do presente projeto corresponde àquele com utilização do estimador robusto para a variância.

5.2 MODELO DE REGRESSÃO PARA UNIDADE FEDERATIVA

Foi realizada, de modo complementar, uma estimativa no nível da Unidade Federativa. A principal diferença corresponde ao número de variáveis explicativas utilizadas no modelo, que foi menor do que aquele utilizado na regressão por município na medida em que a amostra era evidentemente menor. Os principais resultados do modelo por município podem ser verificados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados da estimação do modelo por Unidade Federativa

Modelo de Efeitos Fixos para UFs		
	<i>Dependent variable:</i>	
	Produtividade da Vacina	
	<i>panel</i>	<i>coefficient</i>
	<i>linear</i>	<i>test</i>
	Padrão	Robusto
	(1)	(2)
% de Homens	74.785*** (17.791)	74.785*** (19.051)
Média de idade	-0.236*** (0.080)	-0.236 (0.143)
% de 1ª Dose	-14.913*** (3.926)	-14.913*** (4.172)
Mês 2	-4.695*** (1.702)	-4.695* (2.792)
Mês 3	-14.278*** (2.134)	-14.278*** (2.612)
Mês 4	-21.458*** (2.501)	-21.458*** (3.090)
Mês 5	-20.147*** (2.300)	-20.147*** (2.719)
Etnia = Indígena	30.218*** (10.661)	30.218*** (8.208)
Etnia = Preta	30.511 (75.402)	30.511 (81.231)
Observations	120	
R ²	0.847	
Adjusted R ²	0.784	
F Statistic	38.821*** (df = 12; 84)	

Note: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

Fonte: Elaboração própria.

Foi utilizado um total de 120 observações, valor correspondente às 24 unidades federativas consideradas multiplicado pelos 5 meses considerados no modelo. O valor obtido para o R^2 foi de 84,7%, indicando o quanto a variação temporal na produtividade da vacinação é explicada pela mudança no tempo das variáveis explicativas. Assim como no modelo de municípios, o teste F indicou que as variáveis explicativas são conjuntamente relevantes para explicar alterações no tempo da produtividade da vacinação.

Na medida em que foi utilizado um menor número de variáveis para o modelo por UF, espera-se que o modelo por município seja aquele mais adequado para a realização de inferências estatísticas. Os valores para os coeficientes apresentados nesta regressão poderiam estar viesados, na medida em que não são considerados no modelo todos os coeficientes que impactariam a produtividade da vacinação. Porém, optou-se por apresentar ambos os modelos estudados, com o intuito de abranger o espectro da produtividade da vacinação em diferentes granularidades.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 DIFERENÇA DE GÊNERO

Os valores positivos, em ambos os modelos, para o coeficiente *% de Homens* indicam que, na média, as mulheres se vacinam mais rapidamente e mais em dia do que os homens, confirmando hipótese inicial estabelecida. Isso ocorreria uma vez que o comparecimento das mulheres é mais rápido do que o comparecimento dos homens aos postos de vacinação. Desse modo, um aumento no percentual de mulheres vacinadas em relação ao percentual de homens corresponde a uma maior produtividade da vacina.

Valeria resgatar aqui a constatação de Mittelstadt et al. (2021) segundo a qual há heterogeneidade na velocidade de comparecimento aos postos de vacinação. Assim, os resultados dos modelos apresentados indicam que, em parte, esta heterogeneidade poderia ser explicada por uma diferença no gênero: enquanto as mulheres costumam comparecer mais em dia, os homens demorariam mais para comparecer nos postos de vacinação.

Ademais, diversos veículos de notícia indicaram o maior comparecimento das mulheres à vacinação contra a COVID-19 no Brasil (BALAGADO, 2021; VIANA, 2021). Adicionalmente, as evidências discutidas na revisão de literatura apontam para o maior nível de conscientização das mulheres em relação à pandemia.

Assim, os resultados obtidos no modelo de regressão são consoantes à literatura e aos fatos observados pelos dados e pelas notícias. O principal ponto adicional da análise apresentada, que ainda não tinha sido identificado em estudos anteriores, corresponde à maior pontualidade e disciplina das mulheres na vacinação. Trata-se de algo fundamental para garantir a imunização adequada da população reduzindo o desperdício da vacina.

Na média, espera-se que as mulheres compareçam aos postos de vacinação em aproximadamente 1 dia antes dos homens. Isso sem levar em consideração o não comparecimento dos homens, já evidenciado pela bibliografia apresentada.²³

6.2 DOSES DA VACINA

A variável categórica para a 1ª dose da vacinação apresentou coeficiente negativo ao nível de confiança de 1% para ambos os modelos abordados na análise. Esse resultado indica

²³ Um dos pontos que poderia invalidar tais conclusões corresponde a possível diferença no tipo de vacina que foi aplicada para homens e mulheres. O Apêndice G demonstra que a composição do tipo de vacina por gênero varia pouco, ou seja, não há diferença significativa entre o tipo de vacina que foi aplicada em homens e mulheres.

que haveria maior velocidade de comparecimento aos postos de vacinação na 1ª dose e menor velocidade de comparecimento na 2ª dose. Ou seja, o tempo para aplicação da vacina é menor na primeira dose do que na segunda.

Seria possível traçar um paralelo entre o atraso e a taxa de abandono tradicionalmente identificada em esquemas de vacinas multidoses (BRASIL, 2015). Da mesma forma que há maior taxa de abandono na 2ª dose, haveria também maior taxa de atraso no comparecimento aos postos. No caso das vacinas da COVID-19, o boletim *VigiVac* (2021), da Fundação Oswaldo Cruz, indicou que até 11 de setembro a taxa nacional de atraso na vacinação da segunda dose estava em 11%. Outros dados de outubro do Ministério da Saúde indicam que 20 milhões de brasileiros ainda estavam com a 2ª dose atrasada.

Assim, os resultados obtidos pelo modelo econométrico são consistentes à realidade apresentada e confirmam a intuição inicial esperada. De modo complementar, verifica-se pelo modelo de municípios que a produtividade média para a 2ª dose varia entre 3 a 4 dias adicionais em relação à produtividade da 1ª dose. E essa condição deve-se intuitivamente ao maior atraso no tempo comparecimento aos postos para tomar a vacina na 2ª dose.

6.3 PRODUTIVIDADE DA VACINA AO LONGO DO TEMPO

As variáveis categóricas indicativas do mês de aplicação da vacina apresentaram coeficiente de valor negativo, com valor crescente em módulo. Os resultados foram obtidos ao nível de 1% de confiança no modelo de municípios com o estimador robusto para a variância. Os coeficientes indicam que, conforme o passar do tempo, a gestão da distribuição das vacinas por parte das unidades federativas e dos municípios melhorou de modo a reduzir o tempo médio de distribuição da vacina.

Conforme mencionado no item 1.2., a operação *Warp Speed* nos EUA apresentou grande dificuldade para distribuir e rastrear a vacina no início da sua operação. Isso decorreu principalmente da grande complexidade existente nesse processo, levando certo tempo para que fosse possível realizar a distribuição a um nível de velocidade adequado. É possível intuir que algo semelhante tenha acontecido no Brasil: a gestão do processo de distribuição melhorou com o passar do tempo, bem como a chamadas para o comparecimento da população e as campanhas de conscientização.

Desse modo, essa melhoria na gestão como um todo foi responsável por reduzir o tempo de aplicação considerado entre o janeiro e maio em aproximadamente 10 dias, em média. Trata-se de um valor bastante significativo, indicando o ganho de experiência dos governos e

municípios nas etapas da vacinação.

6.4 VACINAÇÃO EM INDÍGENAS

A variável controle para o percentual de indígenas vacinados no período obteve coeficiente com valor positivo ao nível de 1% de confiança tanto para o modelo de municípios quanto para o modelo por unidade federativa com estimador robusto. Em média, após a vacina chegar a uma determinada unidade federativa, há demora de 13 dias adicionais para alcançar um indivíduo que se identifica como indígena.

A principal hipótese que justificaria um valor positivo para o coeficiente corresponde à distância e a dificuldade de acesso a determinadas comunidades indígenas. Assim, haveria maior dificuldade para o transporte da vacina até essas localidades. É necessário ressaltar que nem todos os indivíduos autodeclarados indígenas vivem em comunidades ou zonas rurais, porém trata-se de uma parcela significativa do total²⁴.

No contexto apresentado pelo Plano Nacional de Combate à COVID-19, menciona-se a vulnerabilidade dessas comunidades ao contágio do vírus. Sob a ótica apresentada pelo modelo econométrico, haveria um risco adicional da pandemia às populações indígenas não considerado, que corresponde ao maior tempo necessário para que a vacina chegue até às comunidades depois de entregue às unidades federativas.

É importante destacar, que o coeficiente para esta variável foi o maior em valor absoluto em comparação às demais variáveis, indicando a relevância do desafio de alcançar determinadas comunidades indígenas. Estima-se ainda que o coeficiente deva ser ainda maior para as comunidades indígenas rurais ou comunidades isoladas, que são igualmente aquelas que vivenciam o maior risco advindo da pandemia.

6.5 ÍNDICES DE RESPOSTA DO GOVERNO BRASILEIRO À COVID-19

Os índices de políticas de resposta à COVID-19 elaborados foram utilizados apenas no modelo de regressão por municípios. Estes índices tinham como objetivo principal monitorar o impacto da gestão estadual e municipal sobre a produtividade da vacina, sendo igualmente utilizados como controle para a qualidade institucional de cada município e unidade federativa. Para cada um dos três índices foi obtido um coeficiente significativo ao nível de 1%.

²⁴ Segundo dados do Censo de 2010 do IBGE, 55% dos indígenas vivem em terras indígenas rurais oficialmente reconhecidas (BRASIL, 2010)

Conforme esperado, o índice de contenção teve um coeficiente com valor negativo. A intuição é clara, conforme o governo traz consigo maior nível de preocupação com políticas de isolamento e políticas de restrição de movimentação, maior é a produtividade da vacina no local.

Uma hipótese, que justificaria o coeficiente negativo, é o clima alarmante gerado por tais políticas de isolamento, que poderia gerar maior nível de preocupação da população e maior disciplina no comparecimento aos postos. Outro ponto, está relacionado ao próprio nível de preocupação do governo em garantir a agilidade da distribuição da vacina, que seria positivamente correlacionada com a preocupação de estabelecer políticas de distanciamento social.

O índice de suporte econômico apresentou coeficiente positivo, indicando que maior apoio econômico representaria menor velocidade na vacinação. Em artigo publicado no IPEA, de Moraes (2020), aponta a insegurança financeira e redução da renda como sendo fatores adicionais de estresse para a população durante a pandemia. Uma hipótese que justificaria esse coeficiente, em linha com de Moraes (2020), é o maior conforto gerado à população por meio das políticas de suporte econômico, reduzindo a preocupação da população com as consequências econômicas da COVID-19. Isso poderia gerar menor comparecimento aos postos de vacinação e conseqüentemente menor produtividade da vacina.

Por fim, o índice de investimento em saúde pública apresentou, conforme esperado, coeficiente de valor negativo. Intuitivamente, foi o coeficiente que apresentou o maior valor absoluto em comparação aos demais índices. Isso indica que, maior investimento em saúde pública e campanhas de conscientização, geram maior produtividade da vacina.

Uma possibilidade é de que exista efetivamente uma melhor gestão da distribuição da vacina nos governos que investem mais em saúde pública. Outra possibilidade complementar é de que as campanhas de conscientização – igualmente incluídas neste índice – gerem maior disposição da população a se vacinar, fazendo com que compareçam mais cedo aos postos de vacinação, com menor nível de atraso.

7 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Neste projeto atingiu-se o objetivo principal de verificação de fatores correlacionados à produtividade da vacina no Brasil. A partir do levantamento de literatura, adoção de um modelo econométrico e análise dos principais resultados destacam-se algumas conclusões.

Conforme mencionado na proposta, foi possível identificar correlação entre o gênero e a produtividade da vacina. Os resultados apontaram ao nível de 10% de confiança que a velocidade da vacina é maior quando aplicada em mulheres – há, em média, 1 dia a menos no tempo de aplicação da vacina para mulheres. Isso indica possivelmente maior preocupação das mulheres em relação ao comparecimento aos postos de vacinação, com maior adequação ao calendário proposto pelo governo.

Além disso, foi possível identificar melhoria na produtividade da vacina com o decorrer do tempo. Houve redução contínua do número de dias necessários para a aplicação da vacina ao longo dos meses, demonstrando potencialmente uma melhoria na gestão da distribuição por parte dos municípios.

Na avaliação dos resultados do modelo econométrico, foi possível o levantamento de hipóteses de fatores que estariam gerando as correlações entre as variáveis estudadas e a produtividade da vacina, com base na literatura acadêmica levantada. Todavia, dada a proposta e as limitações do estudo, não foi possível a identificação de relações de causalidade, possibilitando o desenvolvimento de outras pesquisas futuras.

Destacam-se duas oportunidades principais de estudos futuros. Primeiramente, o estudo de motivações para diferenças no comportamento de gênero em relação a medidas sanitárias durante crises de saúde. Aqui, destacar-se-iam os fatores que levam a maior predisposição das mulheres a atenderem as medidas sanitárias em comparação aos homens.

Adicionalmente, é possível aprofundamento no estudo das condições que permitiram a maior velocidade na distribuição da vacina aos municípios, com identificação dos fatores que efetivamente causaram essa melhoria logística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAJAK, Aleszu; HEATH, David. A national system to prioritize COVID-19 vaccines has largely failed as states rely on their own systems. *USA Today*, 3 mar. 2021. Disponível em: <<https://www.usatoday.com/story/news/investigations/2021/03/03/covid-19-vaccine-distribution-system-fails-live-up-promise/6878303002/>> Acesso em: 11 nov. 2021.

BALAGADO, Rafael. Nos EUA e no Brasil mulheres tomaram mais vacinas do que homens. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 2 jul. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2021/07/nos-eua-e-no-brasil-mulheres-tomaram-mais-vacinas-contracovid-do-que-homens.shtml>>. Acesso em: 10 out. 2021.

BARBERIA, Lorena G.; CANTARELLI, Luiz G. R.; OLIVEIRA, Maria Leticia Claro de Faria; MOREIRA, Natália de Paula; ROSA, Isabel Seelaender Costa. The effect of state-level social distancing policy stringency on mobility in the states of Brazil. *Revista de Administração Pública*, [S. l.], v. 55, n. 1, p. 27-49, fev. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0034-761220200549>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

BARBON, Júlia. Mulheres são o dobro dos homens entre vacinados contra Covid no país. *Folha de S. Paulo*, Rio de Janeiro, 8 mar. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2021/03/mulheres-sao-o-dobro-dos-homens-entre-vacinados-contracovid-no-pais.shtml>>. Acesso em: 20 out. 2021.

BARTSCH, Sarah M; WEDLOCK, Patrick T; O'SHEA, Kelly J; COX, Sarah N; STRYCH, Ulrich; NUZZO, Jennifer B; FERGUSON, Marie C; BOTTAZZI, Maria Elena; SIEGMUND, Sheryl s; HOTEZ, Peter J; LEE, Bruce Y. Lives and Costs Saved by Expanding and Expediting Coronavirus Disease 2019 Vaccination. *The Journal Of Infectious Diseases*, [S. l.], v. 224, n. 6, p. 938-948, 6 maio 2021. Oxford University Press (OUP). <<https://doi.org/10.1093/infdis/jiab233>>. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/infdis/jiab233>>. Acesso em: 25 set. 2021.

BERNAL, Jamie Lopez; ANDREWS, Nick; GOWER, Charlotte; GALLAGHER, Eileen; SIMMONS, Ruth; THELWALL, Simon; STOWE, Julia; TESSIER, Elise; GROVES, Natalie; DABRERA, Gavin. Effectiveness of Covid-19 Vaccines against the B.1.617.2 (Delta) Variant, *New England Journal Of Medicine*, [S. l.], v. 385, n. 7, p. 585-594, 21 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2108891>>. Acesso em: 12 set. 2021.

BERNARDES, Júlio. USP está entre as 20 instituições que mais publicam sobre covid no mundo. *Jornal da USP*, [S. l.], 29 out. 2020. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/usp-esta-entre-as-20-instituicoes-que-mais-publicam-sobre-covid-no-mundo/>>. Acesso em: 03 jul. 2021.

BIAN, Lianlian; GAO, Qiushuang; GAO, Fan; WANG, Qian; HE, Qian; WU, Xing; MAO, Qunying; XU, Miao; LIANG, Zhenglun. Impact of the Delta variant on vaccine efficacy and response strategies. *Expert Review Of Vaccines*, [S. l.], v. 20, n. 10, p. 1201-1209, 9 set. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/14760584.2021.1976153>>. Acesso em: 17 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das doenças transmissíveis. *MANUAL DE REDE DE FRIO DO PROGRAMA NACIONAL DE IMUNIZAÇÕES*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. 5 v.

Disponível em:

<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/dezembro/15/rede_frio_2017_web_V F.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. Coordenação-Geral do Programa Nacional de Imunizações. *Nota Técnica nº 155/2021 - CGPNI/DEIDT/SVS/MS*

Brasília, DF: Diário Oficial da União, 16 mar. 2021. 2021a. Disponível em:

<https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/16/nt_155-2021-cgpni_priorizacao_grupos.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Extraordinário de Enfrentamento à COVID-19. *Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra a COVID-19*. 2021b. 11. ed. Brasília, DF: SECOVID, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/publicacoes-tecnicas/guias-e-planos/plano-nacional-de-vacinacao-covid-19/view>>. Acesso em: 07 jul. 2021

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Imunizações. *Cobertura vaciniais no Brasil*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, outubro, 2015. Disponível em:

<<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/agosto/17/AACOBERTURAS-VACINAIS-NO-BRASIL---2010-2014.pdf>>. Acesso em 30 nov. 2021

BRASIL. Ministério da Justiça. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Funai. *O Brasil indígena*. 2010. Disponível em:

<https://indigenas.ibge.gov.br/images/pdf/indigenas/folder_indigenas_web.pdf>. Acesso em 30 nov. 2021

BRUCE, Raphael; CAVGIAS, Alexsandros; MELONI, Luis; REMÍGIO, Mário. Under pressure: women's leadership during the covid-19 crisis. *Journal Of Development Economics*, [S. l.], v. 154, p. 102761, jan. 2022. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2021.102761>>. Acesso em: 22 out. 2021.

BWIRE, George M. Coronavirus: why men are more vulnerable to covid-19 than women?. *Sn Comprehensive Clinical Medicine*, [S. l.], v. 2, n. 7, p. 874-876, 4 jun. 2020. Disponível em:

<<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs42399-020-00341-w>>. Acesso em: 22 out. 2021.

CARRIERI, Vincenzo; MADIO, Leonardo; PRINCIPE, Francesco. Vaccine hesitancy and (fake) news: Quasi-experimental evidence from Italy. *Health Economics*, [S. l.], v. 28, n. 11, p. 1377-1382, 20 ago. 2019. Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/hec.3937>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

CHEVALLIER, Coralie; HACQUIN, Anne-Sophie; MERCIER, Hugo. COVID-19 Vaccine Hesitancy: shortening the last mile. *Trends In Cognitive Sciences*, [S. l.], v. 25, n. 5, p. 331-333, maio 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.02.002>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

- COSCIEME, Luca; FIORAMONTI, Lorenzo; MORTENSEN, Lars F.; PICKETT, Kate E.; KUBISZEWSKI, Ida; LOVINS, Hunter; MCGLADE, Jacqueline; RAGNARSDÓTTIR, Kristín Vala; ROBERTS, Debra; COSTANZA, Robert; VOGLI, Roberto De; WILKINSON, Richard. Women in power: female leadership and public health outcomes during the covid-19 pandemic. *Medrxiv*, [S. l.], 15 jul. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2020.07.13.20152397>>. Acesso em: 03 out. 2021.
- CROKIDAKIS, Nuno. COVID-19 spreading in Rio de Janeiro, Brazil: do the policies of social isolation really work?. *Chaos, Solitons & Fractals*, [S. l.], v. 136, p. 1-6, jul. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109930>>. Acesso em: 27 ago. 2021.
- DAI, Tinglong; SONG, Jing-Sheng. Transforming COVID-19 vaccines into vaccination. *Health Care Management Science*, v. 24, p. 455-459, 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10729-021-09563-3>>. Acesso em: 12 out. 2021.
- DATASUS. Transferência de arquivos. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/transferencia-de-arquivos>>. Acesso em: 11 nov. 2021.
- DHL WHITE PAPER. [S. l.]: DHL, maio 2021. Disponível em: <[https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/csi/documents/pdf/Revisiting-Pandemic-Resilience-White-Paper-\(English\).pdf](https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/csi/documents/pdf/Revisiting-Pandemic-Resilience-White-Paper-(English).pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- DIAMOND, Dan. The crash landing of 'Operation Warp Speed'. *Politico*, [S. l.], 17 jan. 2021. Disponível em: <https://www.politico.com/news/2021/01/17/crash-landing-of-operation-warp-speed-459892>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- DUBÉ, Eve; LABERGE, Caroline; GUAY, Maryse; BRAMADAT, Paul; ROY, Réal; BETTINGER, Julie A.. Vaccine hesitancy. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, [S. l.], v. 9, n. 8, p. 1763-1773, 8 ago. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.4161/hv.24657>>. Acesso em: 15 out. 2021.
- ELSE, Holly. How a torrent of COVID science changed research publishing — in seven charts. *Nature*, [S. l.], v. 588, n. 7839, p. 553, 16 dez. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/d41586-020-03564-y>. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/d41586-020-03564-y>>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- FONTANET, Arnaud; AUTRAN, Brigitte; LINA, Bruno; KIENY, Marie Paule; KARIM, Salim s Abdool; SRIDHAR, Devi. SARS-CoV-2 variants and ending the COVID-19 pandemic. *The Lancet*, [S. l.], v. 397, n. 10278, p. 952-954, mar. 2021. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00370-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00370-6)>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- G1. Mapa da vacinação contra Covid-19 no Brasil. *G1*, São Paulo, 11 nov. 2021. Disponível em: <<https://especiais.g1.globo.com/bemestar/vacina/2021/mapa-brasil-vacina-covid/>>. Acesso em: 11 nov. 2021.
- GALASSO, Vincenzo; PONS, Vincent; PROFETA, Paola; BECHER, Michael; BROUARD, Sylvain; FOUCAULT, Martial. Gender differences in COVID-19 attitudes and behavior: panel evidence from eight countries. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, [S.

l.], v. 117, n. 44, p. 27285-27291, 15 out. 2020. Disponível em:

<<https://www.pnas.org/content/117/44/27285>>. Acesso em: 08 out. 2021.

GASTWIRTH, Joseph L.. The Estimation of the Lorenz Curve and Gini Index. *The Review Of Economics And Statistics*, [S. l.], v. 54, n. 3, p. 306, ago. 1972. Disponível em:

<<https://doi.org/10.2307/1937992>>. Acesso em: 12 set. 2021.

HARIZI, Intissar; BERKANE, Soullaimane; TAYEBI, Abdelhamid; SILVERMAN, Michael S.; STRANGES, Saverio. Should We Delay the Second COVID-19 Vaccine Dose? *Medrxiv*, [S. l.], 25 mar. 2021. Disponível em:

<<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.13.21251652v2.full.pdf+html>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

HEALTH WORLD ORGANIZATION. Tracking SARS-CoV-2 variants. Disponível em:

<<https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/>>. Acesso em: 14 out. 2021.

HSIANG, Solomon; ALLEN, Daniel; ANNAN-PHAN, Sébastien; BELL, Kendon; BOLLIGER, Ian; CHONG, Trinetta; DRUCKENMILLER, Hannah; HUANG, Luna Yue; HULTGREN, Andrew; KRASOVICH, Emma; LAU, Peiley; LEE, Jaecheol; ROLF, Esther; TSENG, Jeanette; WU, Tiffany. The effect of large-scale anti-contagion policies on the COVID-19 pandemic. *Nature*, [S. l.], v. 584, n. 7820, p. 262-267, 8 jun. 2020. Disponível em:

<<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2404-8>>. Acesso em: 20 set. 2021.

JOHNS HOPKINS CORONAVIRUS RESOURCE CENTER. Disponível em: <

<https://coronavirus.jhu.edu>>. Acesso em: 01 out. 2021.

MAHASE, Elisabeth. Delta variant: what is happening with transmission, hospital admissions, and restrictions?. *Bmj*, [S. l.], 15 jun. 2021. Disponível em:

<<https://www.bmj.com/content/373/bmj.n1513>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

MITTELSTADT, D.; CARVALHO, R.; CATALDO, B.; MADEIRA, G.; DIAS, Y. *Projeção da Vacinação e Impactos sobre a Pandemia*. [S. l.]: Stone; Propague, 2021. Disponível em:

<<https://institutopropague.org/wp-content/uploads/2021/05/Projecao-da-Vacinacao-e-Impactos-sobre-a-Pandemia-Economic-Research-2.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

MOGHADAS, Seyed M.; VILCHES, Thomas N.; ZHANG, Kevin; NOURBAKHS, Shokoofeh; SAH, Pratha; FITZPATRICK, Meagan C.; GALVANI, Alison P.. Evaluation of COVID-19 vaccination strategies with a delayed second dose. *Plos Biology*, [S. l.], 21 abr. 2021. Cold Spring Harbor Laboratory. <http://dx.doi.org/10.1101/2021.01.27.21250619>.

Disponível em:

<<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.3001211>>. Acesso em:

21 set. 2021

MOORE, Sam; HILL, Edward M.; DYSON, Louise; TILDESLEY, Michael J.; KEELING, Matt J.. Modelling optimal vaccination strategy for SARS-CoV-2 in the UK. *Plos Computational Biology*, [S. l.], v. 17, n. 5, 6 maio 2021. Disponível em:

<<https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1008849>>. Acesso em: 20 set. 2021.

MORAES, R. F. de Prevenindo conflitos sociais violentos em tempos de pandemia: Garantia de renda, manutenção da saúde mental e comunicação efetiva. *Boletim de Análise Político-Institucional*, v. 22, n. 4, p. 37–50, 2020. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota>>. Acesso em: 20 set. 2021.

MORATO, Marcelo M.; BASTOS, Saulo B.; CAJUEIRO, Daniel O.; NORMEY-RICO, Julio E.. An optimal predictive control strategy for COVID-19 (SARS-CoV-2) social distancing policies in Brazil. *Annual Reviews In Control*, [S. l.], v. 50, p. 417-431, 2020. Elsevier BV. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2020.07.001>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ONDE TEM VACINA. Disponível em: <<https://ondetemvacina.com/>>. Acesso em 21 ago. 2021.

OUR WORLD IN DATA. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

PETHERICK, Anna; KIRA, Beatriz; CAMERON-BLAKE, Emily; TATLOW, Helen; HALLAS, Laura; HALE, Thomas; PHILLIPS, Toby; ZHANG, Yuxi; WEBSTER, Samuel ANANIA, Jessica; ELLEN, Lucy; MAJUMDAR, Saptarshi; GOLDSZMIDT, Rafael; BOBY, Thomas; ANGRIST, Noam; LUCIANO, Maria; NAGESH, Radhika; WOOD, Andrew. Variation in government responses to COVID-19. *BSG Working Paper Series*, [S. l.], jun. 2021. Disponível em: <<https://www.bsg.ox.ac.uk/research/publications/variation-government-responses-covid-19>>. Acesso em: 15 out. 2021.

POUWELS, Koen B.; PRITCHARD, Emma; MATTHEWS, Philippa C.; STOESSER, Nicole; EYRE, David W.; VIHTA, Karina-Doris; HOUSE, Thomas; HAY, Jodie; BELL, John I; NEWTON, John N; FARRAR, Jeremy; CROOK, Derrick; COOK, Duncan; ROURKE, Emma; STUDLEY, Studley; PETO, Tim; DIAMOND, Ian; WALKER, A. Sarah. Impact of Delta on viral burden and vaccine effectiveness against new SARS-CoV-2 infections in the UK. *Medrxiv*, [S. l.], 24 ago. 2021. Disponível em: <<http://medrxiv.org/content/early/2021/08/24/2021.08.18.21262237.abstract>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

QUEIROZ, Christina. Covid-19 e indígenas: os desafios no combate ao novo coronavírus. *Revista Fapesp*, [S.l.], 2 maio 2021. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/05/02/covid-19-e-indigenas-os-desafios-no-combate-ao-novo-coronavirus.htm>>. Acesso em: 10 set. 2021

RIBEIRO, Leonardo Costa; BERNARDES, Américo Tristão. Estimate of underreporting of COVID-19 in Brazil by Acute Respiratory Syndrome hospitalization reports. *Ufmg - Cedeplar*, [S. l.], jan. 2021. Disponível em: <https://saci2.ufop.br/data/solicitacao/18528_nt_estimativa_subnotificacao.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

ROCHA, Rudi; ATUN, Rifat; MASSUDA, Adriano; RACHE, Beatriz; SPINOLA, Paula; NUNES, Letícia; LAGO, Miguel; CASTRO, Marcia C. Effect of socioeconomic inequalities and vulnerabilities on health-system preparedness and response to COVID-19 in Brazil: a comprehensive analysis. *The Lancet Global Health*, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 782-792, 1 jun. 2021. Disponível em: <[https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(21\)00081-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(21)00081-4/fulltext)>. Acesso em: 20 set. 2021.

ROSTELLI, Marília. Do laboratório ao braço: caminho das vacinas Covid-19 tem controle de qualidade rígido e operação logística em tempo recorde. *Ministério da Saúde*, [S. l.], 20 ago. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/do-laboratorio-ao-braco-caminho-das-vacinas-covid-19-tem-controle-de-qualidade-rigido-e-operacao-logistica-em-tempo-recorde>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

SCHAEFER, G. Owen; LELAND, R. J.; EMANUEL, Ezekiel J.. Making Vaccines Available to Other Countries Before Offering Domestic Booster Vaccinations. *Jama*, [S. l.], v. 326, n. 10, p. 903, 12 ago. 2021. Disponível em: <<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2783234>>. Acesso em: 13 ago. 2021

SERGEANT, Kayla; STAJKOVIC, Alexander D.. Women's leadership is associated with fewer deaths during the COVID-19 crisis: quantitative and qualitative analyses of united states governors. *Journal Of Applied Psychology*, [S. l.], v. 105, n. 8, p. 771-783, ago. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/apl0000577>>. Acesso em: 26 out. 2021.

SHULKIN, David. What Health Care Can Learn from Operation Warp Speed. *Nejm Catalyst*. [S. l.], 21 jan. 2021. Disponível em: <<https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.21.0001>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SILVEIRA, Daniel. População que se declara preta cresce 14,9% no Brasil em 4 anos, aponta IBGE. *G1 Rio*, 24 nov. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/populacao-que-se-declara-preta-cresce-149-no-brasil-em-4-anos-aponta-ibge.ghtml>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SP assina acordo por 46 milhões de doses de vacina contra o coronavírus até dezembro. *Portal do Governo*, 30 set. 2021. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/governo-do-estado-apresenta-informacoes-sobre-o-combate-ao-coronavirus-8/>>. Acesso em: 01 out. 2021.

STEIN, Caroline; COUSIN, Ewerton; MACHADO, Ísis Eloah; FELISBINO-MENDES, Mariana Santos; PASSOS, Valéria Maria de Azeredo; SOUSA, Tatiane Moraes de; SCHMIDT, Maria Inês; GALLAGHER, John; NAGHAVI, Mohsen; DUNCAN, Bruce B.. A pandemia da COVID-19 no Brasil: a série de projeções do institute for health metrics and evaluation e a evolução observada, maio a agosto de 2020. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, [S. l.], v. 30, n. 1, 5 fev. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1679-49742021000100017>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

TERRY, Mark. Operation Warp Speed Slow to Ramp Up COVID-19 Vaccine Distribution. *BioSpace*, [S. l.], 30 dec. 2020. Disponível em: <<https://www.biospace.com/article/operation-warp-speed-currently-running-on-impulse-power/>>. Acesso em: 10 jul. 2021

THE SEX, GENDER AND COVID-19 PROJECT. The COVID-19 Sex Disaggregated Data Tracker. Disponível em: <<https://globalhealth5050.org/the-sex-gender-and-covid-19-project/the-data-tracker/?explore=country&country=Brazil#search>>. Acesso em: 28 out. 2021

UNGAR, Laura. The Gender Vaccine Gap: More Women Than Men Are Getting Covid Shots. *KHN*, [S. l.], 12 abr. 2021. Disponível em: <<https://khn.org/news/article/gender-vaccine-gap-more-women-than-men-vaccinated-against-covid/>>. Acesso em: 20 set. 2021.

VIANA, Theyse. Mulheres se vacinam mais contra a Covid-19 do que homens no Ceará; 56% dos óbitos são masculinos. *Diário do Nordeste*, [S. l.], 21 jun. 2021. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/mulheres-se-vacinam-mais-contr-a-covid-19-do-que-homens-no-ceara-56-dos-obitos-sao-masculinos-1.3100266>>. Acesso em: 01 nov. 2021

VIGIVAC. [S. l.]: Fundação Oswaldo Cruz, 28 set. 2021. Disponível em: <https://www.bahia.fiocruz.br/wp-content/uploads/2021/09/VigVac_edicao-N1-1.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

WOOLVERTON, Ian. SARS-CoV-2 Delta variant now dominant in much of European region; efforts must be reinforced to prevent transmission, warns WHO Regional Office for Europe and ECDC. *WHO Regional Office for Europe*, Copenhagen/Stockholm, 23 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-releases/2021/sars-cov-2-delta-variant-now-dominant-in-much-of-european-region-efforts-must-be-reinforced-to-prevent-transmission,-warns-who-regional-office-for-europe-and-ecdc>>. Acesso em: 20 set. 2021

APÊNDICE A – Índice de contenção

Tabela 8 - Índice de contenção

Índice de contenção

ID	Indicadores utilizados	Descrição	Intervalo do indicador
C1	Fechamento de escolas	Registro do fechamento de escolas e universidades	0-3
C2	Fechamento do local de trabalho	Registro do fechamento de locais trabalho	0-3
C3	Cancelamento de evento públicos	Registro do cancelamento de eventos públicos	0-2
C4	Restrições em encontros	Registro de restrição no tamanho dos encontros	0-4
C5	Fechamento do transporte público	Registro do fechamento do transporte público	0-2
C6	Requerimento de ficar em casa	Registro de ordens do governo para população ficar em casa	0-3
C7	Restrição de movimento interno	Registro de restrições em movimentos internos	0-2
C8	Restrição de viagens internacionais	Registro de restrições em viagens internacionais	0-4

Nota: Tradução livre a partir da descrição dos dados de *COVID-19 Government Respose Tracker*

APÊNDICE B – Índice de suporte econômico

Tabela 9 - Índice de suporte econômico

Índice de suporte econômico

ID	Indicadores utilizados	Descrição	Intervalo do indicador
E1	Suporte de renda	Registro para suprimento de salários ou auxílio para população que perdeu o emprego durante a pandemia ou não pode mais trabalhar (inclui-se o pagamento para as firmas, voltado para salário de funcionários)	0-2
E2	Flexibilização do endividamento da população	Registro para o caso de governo estar congelando os pagamentos de obrigações financeiros	0-2

Nota: Tradução livre a partir da descrição dos dados de *COVID-19 Government Respose Tracker*

APÊNDICE C – Índice de investimento em saúde pública

Tabela 6 - Índice de investimento em saúde pública

Índice de investimento em saúde pública

ID	Indicadores utilizados	Descrição	Intervalo do indicador
H1	Campanhas públicas de conscientização	Registro de campanhas públicas de conscientização	0-2
H2	Política de testagem	Registro de parcela da população com acesso à testagem	0-3
H3	Acompanhamento de casos	Registro de se o governo está monitorando os casos de COVID-19	0-2
H6	Proteção facial	Registro de políticas no uso de proteção facial	0-3
H7	Política de vacinação	Registro de existência de políticas de vacinação para grupos distintos	0-5
H8	Proteção aos idosos	Registro de política específicas para proteção dos idosos em asilos ou outras casas de cuidado	0-3

Nota: Tradução livre a partir da descrição dos dados de *COVID-19 Government Respose Tracker*

Todos os índices foram calculados por meio da seguinte média ponderada:

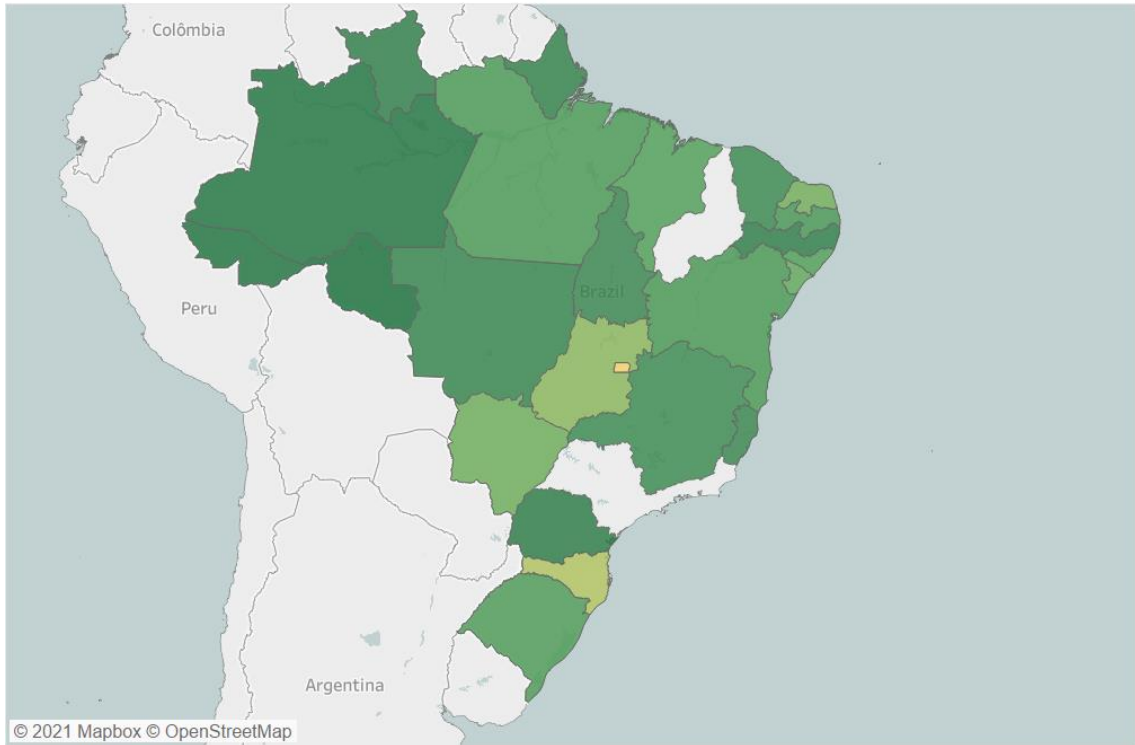
$$índice = \frac{1}{k} \sum I_j$$

Sendo I_j , o valor do índice normalizado para 1.

APÊNDICE D – Índice de contenção

Figura 4 - Média mensal do índice de contenção por U

Índice de contenção



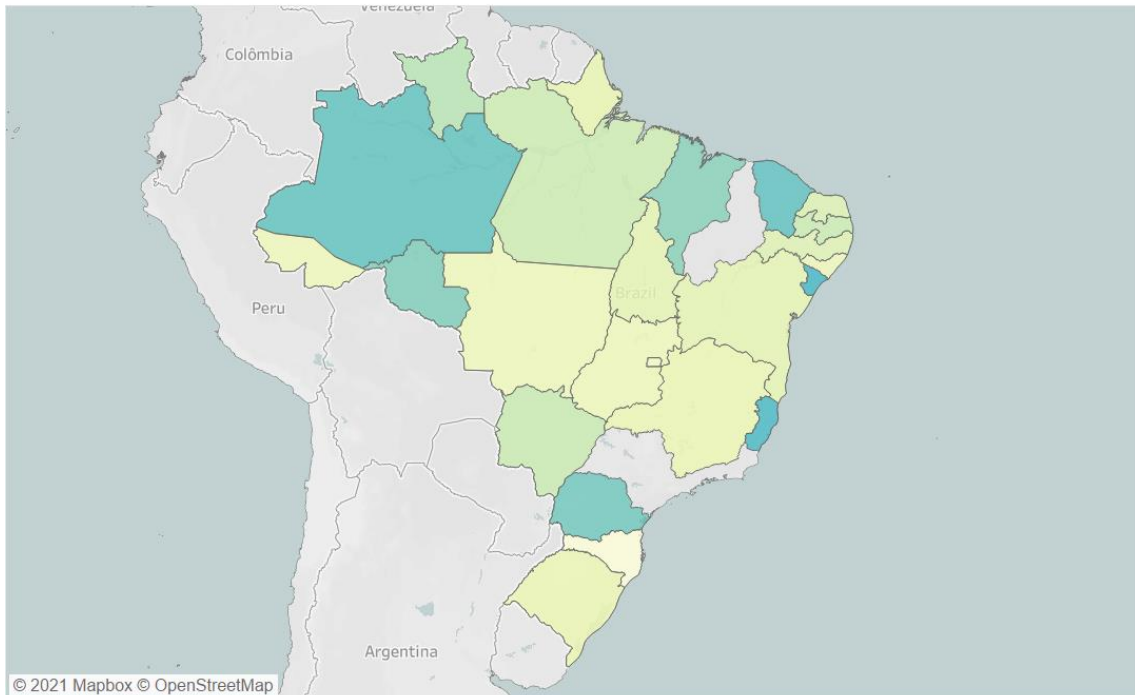
Mapa baseado em Longitude (gerada) e Latitude (gerada). A cor mostra soma de Média. Detalhes são mostrados para UF.

Média
0,2831 0,7004

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados em *COVID-19 Government Respose Tracker*

APÊNDICE E – Média mensal do índice de suporte econômico por UF

Figura 5 - Média mensal do índice de suporte econômico por UF
Índice de suporte econômico



Mapa baseado em Longitude (gerada) e Latitude (gerada). A cor mostra soma de Média. Detalhes são mostrados para UF.

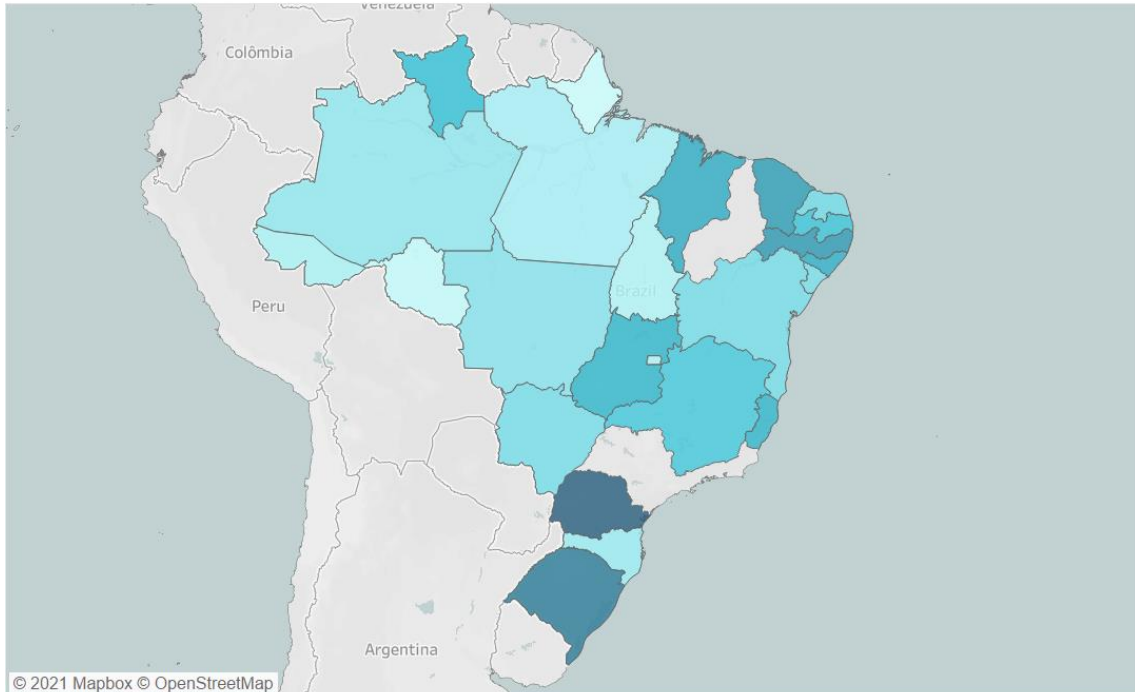
Média
0,0000 0,5948

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados em *COVID-19 Government Respose Tracker*

APÊNDICE F – Média mensal do índice de investimento em saúde pública por UF

Figura 6 - Média mensal do índice de investimento em saúde pública por UF

Índice de investimento em saúde pública

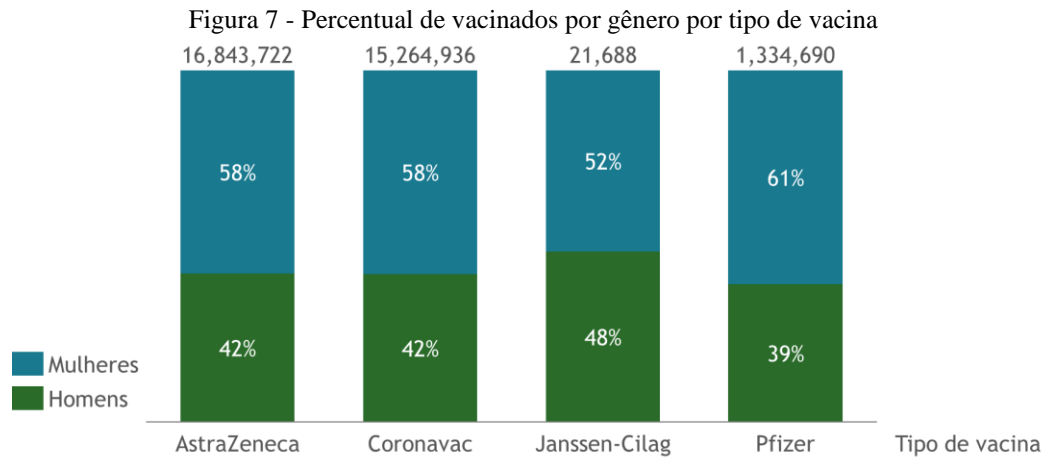


Mapa baseado em Longitude (gerada) e Latitude (gerada). A cor mostra soma de Média. Detalhes são mostrados para UF.

Média
0,5584 0,8985

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados em *COVID-19 Government Response Tracker*.

APÊNDICE G – Percentual de vacinados por gênero por tipo de vacinas



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo DATASUS