



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONOMIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

ADOLFO OROSO OUBIÑA NETO

**ANÁLISE DOS DETERMINANTES SOCIOECONÔMICOS DA COVID-19 NA
BAHIA**

SALVADOR

2023

ADOLFO OROSO OUBIÑA NETO

**ANÁLISE DOS DETERMINANTES SOCIOECONÔMICOS DA COVID-19 NA
BAHIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Bahia requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Ferreira Tiryaki.

SALVADOR

2023

Ficha catalográfica elaborada por Vânia Cristina Magalhães CRB 5- 960

Oubina Neto, Adolfo Oroso
O93 Análise dos determinantes socioeconômicos da COVID-19 na Bahia./
Adolfo Oroso Oubina Neto. – Salvador, 2023.
54f. Il.; fig.; tab.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de
Economia, Universidade Federal da Bahia, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Ferreira Tiryaki.

1. Desenvolvimento social – Municípios - Pandemia. 2. Pandemia –
Questões sociais – Bahia. 3. Covid 19 – Pandemia, 2020- Aspectos
econômicos. I. Tiryaki, Gisele Ferreira. II. Título. III. Universidade
Federal da Bahia.

CDD – 338.598142

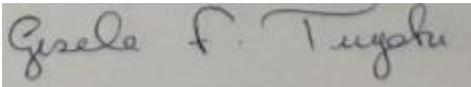
ADOLFO OROSO OUBIÑA NETO

ANÁLISE DOS DETERMINANTES SOCIOECONÔMICOS DA COVID-19 NA BAHIA

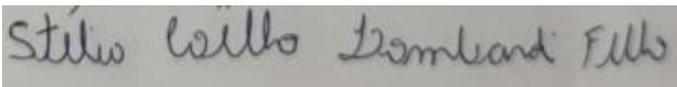
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Economia, Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia (FCE/UFBA) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Economia.

Salvador, 12 de dezembro de 2023

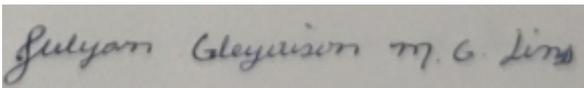
Banca Examinadora



Orientadora: Profa. Dra. Gisele Ferreira Tiryaki
Universidade Federal da Bahia – UFBA



Prof. Dr. Stélio Coelho Lombardi Filho
Universidade Federal da Bahia – UFBA



Prof. Dr. Julyan Gleyvison Machado Gouveia Lins
Universidade Federal da Bahia - UFBA

RESUMO

De acordo com a OMS (2023), o vírus COVID-19 levou à morte mais de 6 milhões de pessoas desde 2020. Um questionamento importante feito durante as tentativas de contenção da doença e na distribuição de vacinas foi de quais grupos de indivíduos eram mais suscetíveis ao contágio e óbito pelo vírus. Num país de marcantes disparidades regionais como o Brasil, o entendimento dessa questão se revela crucial para o contínuo manejo da COVID-19 e de possíveis epidemias futuras. Este estudo busca determinar se a presença de grupos socialmente vulneráveis propiciou maior contágio e mortalidade pelo vírus nos municípios baianos. Para sua avaliação, utilizou-se dados em corte transversal dos municípios baianos, levando em consideração informações socioeconômicas, dados de casos confirmados e óbitos por COVID-19, de desenvolvimento municipal e das políticas de combate implementadas pelo governo estadual e municipais. Usou-se como base um modelo de MQO a fim de verificar a presença de *outliers*. Confirmada sua presença, modelos de regressão quantílica e regressão robusta foram estimados. Os resultados sugerem que fatores regionais e de desenvolvimento econômico foram altamente relevantes para a propagação do vírus. A maior participação de mulheres na população, políticas duras de restrição à mobilidade e maior densidade populacional aparentam elevar as taxas de infecção, enquanto a predominância de idosos e de residentes negros e a qualidade da oferta de saúde não se mostraram relevantes.

Palavras-chave: COVID-19; Bahia; vulnerabilidade.

ABSTRACT

According to the WHO (2023), the COVID-19 virus has killed more than 6 million people since 2020. An important question asked during attempts to contain the disease and distribute vaccines was which groups of individuals were most susceptible to infection and death from the virus. In a country with marked regional disparities such as Brazil, understanding this issue is crucial for the ongoing management of COVID-19 and possible future epidemics. This study seeks to determine whether the presence of socially vulnerable groups has led to greater contagion and mortality from the virus in municipalities in Bahia. For its evaluation, we used cross-sectional data from the municipalities of Bahia, taking into account socioeconomic information, data on confirmed cases and deaths from COVID-19, municipal development and combat policies implemented by the state and municipal governments. An OLS model was used as a base to check for outliers. Once confirmed, quantile regression and robust regression models were estimated. The results suggest that regional and economic development factors were highly relevant to the spread of the virus. The greater participation of women in the population, harsh policies restricting mobility and greater population density appear to increase infection rates, while the predominance of elderly and black residents and the quality of healthcare provision were not relevant.

Key-words: COVID-19; Bahia; vulnerability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Box Map do IDHM dos Municípios Baianos, 2022.....	12
Figura 2 - Distribuição de Municípios no IFDM em Educação e Saúde Brasil e Bahia, 2018	14
Figura 3 - Acumulado dos casos confirmados por semana epidemiológica. Bahia, 2020-2021	15
Figura 4 - Acumulado dos óbitos confirmados por semana epidemiológica. Bahia, 2020-2021	16
Figura 5 - Mapa da distribuição espacial da Taxa de Mortalidade, 2020-2021.	17
Figura 6 - Situação dos Leitos COVID-19. Bahia, 2021.	17
Figura 7 - Porcentagem dos Casos Confirmados Por Faixa Etária. Bahia, 2020-2021.	18
Figura 8 - Distribuição dos Óbitos Confirmados de COVID-19, Segundo Faixa Etária. Bahia, 2020-2021.	18
Figura 9 - Índice de Rigor. Bahia, 2020-2021.....	20
Figura 10 - Índice de Suporte Econômico. Bahia, 2020-2021.	21
Figura 11 - Mudança Percentual em Comércio e Recreação Desde o Período Base. Bahia, 2020-2021.	22
Figura 12 - Histograma Pshare Lpib.....	33
Figura 13 - Histograma Pshare Idosos.	34
Figura 14 - Histograma Pshare Lrestrição.....	35
Figura 15 - Cook's Distance no Modelo com Taxa de Infecção	42
Figura 16 - Cook's Distance no Modelo com Taxa de Mortalidade	42
Figura 17 - DFFITS no Modelo com Taxa de Infecção.....	43
Figura 18 - DFFITS no Modelo com Taxa de Mortalidade	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas	32
Tabela 2 - Correlação Entre as Variáveis.....	36
Tabela 3 - Resíduos Studentizados no Modelo com Taxa de Infecção	40
Tabela 4 - Resíduos Studentizados no Modelo com Taxa de Mortalidade.....	41
Tabela 5 - Regressão Quantílica Taxa de Infecção	45
Tabela 6 - Regressão Quantílica Taxa de Mortalidade.....	47
Tabela 7 - Regressão Robusta MM.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2.1	CONTEXTO SOCIAL BAIANO PRÉ-PANDÊMICO	11
2.2	A BAHIA DURANTE A PANDEMIA	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	23
3.1	VULNERABILIDADE AO CONTÁGIO	23
3.2	INTERVENÇÕES NÃO FARMACOLÓGICAS	25
3.3	COVID-19 NO BRASIL	26
4	DADOS E VARIÁVEIS	30
5	METODOLOGIA ECONOMETRICA	37
5.1	IDENTIFICAÇÃO DE OUTLIERS	37
5.2	MÉTODOS DE REGRESSÃO ROBUSTA	38
6	RESULTADOS	40
7	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O ano de 2020 se iniciou com um dos eventos mais dramáticos do século XXI, a pandemia de COVID-19. A OMS (2023) informa que até 5 de julho de 2023, mais de 760 milhões de casos foram confirmados e quase 7 milhões faleceram no mundo todo. Intervenções não farmacêuticas foram empregadas de forma generalizada afim de conter o vírus. O comércio internacional foi fortemente reduzido e bilhões de pessoas se viram tendo de se isolar em algum grau.

Com o desenrolar da pandemia e a crescente adição de dados, buscou-se melhor gerir a situação. Uma questão que desafiou os órgãos governamentais no período foi a de que alguns fatores agravariam o contágio do vírus. Conhecimentos sobre as características do SARS-CoV-2 que foram descobertos em laboratórios de pesquisa mostraram-se importantes, assim como conhecimento histórico sobre epidemias e pandemias passadas (Eichenbaum; Rebelo; Trabandt, 2021). Contudo, a dimensão social também foi e é crucial para a compreensão de sua propagação.

Grupos sociais envolvidos em atividades que requerem maior interação direta entre pessoas se encontram mais vulneráveis. Mas esse não é um fator isolado. A questão da precariedade claramente também se conecta. Indivíduos nessa condição possuem menor acesso a infraestrutura de saúde e já possuem piores condições de educação e saúde (Andersen *et al.*, 2021). Ainda mais, quem esses indivíduos infectam também é relevante. Idosos apresentam sistemas imunológicos mais frágeis e o contato entre gerações exacerba as consequências (Bayer; Kuhn, 2020b).

Medidas de intervenção para controle da pandemia também não são isentas. Diferentes grupos são apenas afetados de maneira desigual pelo contágio (Brotherhood *et al.*, 2022). Suas diferenças determinam a eficiência das políticas de combate adotadas. Por sua vez, elas podem afetá-los em maneiras além da questão de saúde. Suas implicações na esfera econômica foram amplamente debatidas (Bianchi, F; Bianchi, G; Song, 2023).

O presente trabalho de conclusão de curso busca contribuir para a literatura sobre a pandemia de COVID-19, particularmente no que se refere aos determinantes socioeconômicos do seu contágio e mortalidade no estado da Bahia no período de 2020-2021. A hipótese levantada neste estudo é a de que a presença de grupos socialmente vulneráveis propicia uma maior

propagação do vírus e, conseqüentemente, ao agravamento da emergência sanitária. Mais especificamente, se buscará: i) determinar a influência de grupos vulneráveis como mulheres e negros; ii) verificar se o nível de desenvolvimento social dos municípios afeta as taxas de contágio e mortalidade; iii) checar se as políticas de redução à mobilidade realmente ajudaram a conter o vírus; iv) inferir se fatores regionais tiveram algum papel na dinâmica pandêmica.

A fim de procurar testar a sua hipótese, o trabalho adota uma abordagem quantitativa. Foi construída uma base de dados em corte transversal composta pelas variáveis relevantes à nível de município. Por meio dela, estimou-se modelos de regressão com o objetivo de avaliar o impacto de características socioeconômicas e de políticas públicas implementadas sobre as taxas de contágio e mortalidade por Covid-19. Será avaliada a influência de *outliers* num modelo base de MQO e a partir dos seus resultados serão empregados métodos de regressão quantílica e robusta por estimador MM.

Esse trabalho teve por foco avaliar o quadro pandêmico na Bahia em razão às dificuldades enfrentadas pelo estado, que possui um índice de desenvolvimento humano abaixo da média nacional (Atlas Brasil, 2022). Este atraso é preocupante frente os seus possíveis efeitos num dos estados mais populosos da federação. Ainda mais, os estudos dos determinantes da COVID-19 no país tem priorizado avaliações a nível nacional (Figueiredo *et al.*, 2020), em outros estados na federação (Mascarello *et al.*, 2021), ou a apenas a nível municipal (Brotherhood *et al.*, 2022; Natividade *et al.*, 2020).

A metodologia do trabalho se diferencia do resto da literatura em alguns pontos. Seu uso do método de regressão quantílica não é usual na literatura e suas características permitem a contribuição única de estudar o efeito de diversas variáveis ao longo da distribuição do contágio do vírus. Também pouco usual é o uso do estimador MM, cuja vantagem advinda do seu alto ponto de *breakdown* e eficiência o permite estimar de maneira mais robusta resultados do que outros métodos mais usuais.

O trabalho está dividido nas seguintes seções. A seção 2 trará a contextualização do trabalho. São apresentadas informações sobre o perfil social da Bahia antes da pandemia, e como se deu a evolução do vírus no período de 2020-2021. Na seção 3, será discutido o referencial teórico, considerando as implicações sociais da pandemia e como o seu contágio foi potencializado, além dos tipos de políticas implementadas e os seus impactos. A partir das

informações levantadas na revisão da literatura, selecionou-se as variáveis mais adequadas para a realização de uma análise empírica, que são apresentadas na seção 4.

Na seção 5, a metodologia utilizada no presente trabalho é apresentada, descrevendo-se os modelos econométricos utilizados. Primeiro, estimou-se MQO a fim de testar pela influência de *outliers*. A confirmação de sua presença indicou a necessidade de uso de métodos mais robustos, quais sejam de regressão quantílica e regressão robusta. A seção 6 apresenta os resultados obtidos e a seção 7 faz as considerações finais.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Ao propor à análise dos determinantes de um local, se faz relevante a compreensão dos fatores que precedem a pandemia de COVID-19 e a sua dinâmica. Na seção 2.1 serão expostos aspectos significativos do contexto social baiano. Questões de desigualdade e desenvolvimento social receberão especial atenção. A seção 2.2 discutirá a evolução da incidência e óbitos de COVID-19 no período de 2020-2021. Aspectos referentes a ocupação de leitos e composição social dos infectados também serão exibidos.

2.1 CONTEXTO SOCIAL BAIANO PRÉ-PANDÊMICO

Com quase 15 milhões de residentes, a Bahia destaca-se como o quarto estado mais populoso da federação. Sua capital, Salvador, é a quarta maior cidade do país. Sendo um estado de considerável tamanho populacional e territorial, uma série de características se fazem relevantes como base para entender a dinâmica desenvolvida durante a pandemia de COVID-19.

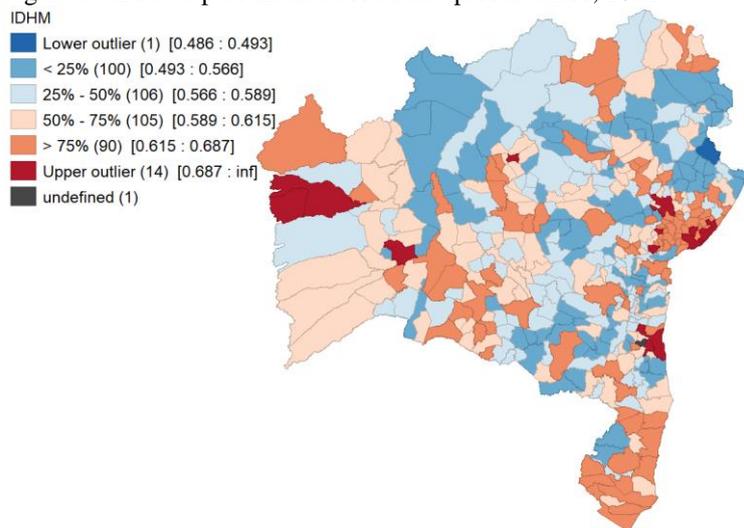
De acordo com a Bahia (2020), o PIB real da Bahia em 2019 era de aproximadamente R\$293 milhões. Tal valor a coloca como a sétima maior economia da federação e a maior do nordeste. Contudo, o seu PIB per capita é apenas o vigésimo do país. Pernambuco e Rio Grande do Norte se destacam a frente da Bahia na região nordeste. A mesma publicação revela que os seus setores de maior valor adicionado correspondem à Administração, Defesa, Educação e Saúde públicas e Seguridade social com 21,7%; Comércio (12,7%); Indústrias de Transformação (11,6%); e Atividades Imobiliárias (9,1%).

Um fator relevante da organização econômica baiana é a sua concentração. (Guerra; Gonzales, 2018; Teixeira; Sousa, 2016) destacam que a formação econômica do estado se deu de tal maneira que a atividade, particularmente a industrial, se encontra concentrada nos eixos da Região Metropolitana de Salvador e Feira de Santana. Observam-se aglomerações produtivas de maior importância fora da região leste apenas na Bacia do Rio Grande, no Extremo Sul e no Baixo Sul, regiões ligadas a agropecuária e a celulose. A aparente falta histórica de dinamismo fora destes centros conduz ao reduzido número de municípios de médio porte no estado.

Uma estatística útil e mais holística para analisar o progresso comparado da Bahia e seus municípios é o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM). A medida é considerada um resumo do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. Dados divulgados pelo Atlas Brasil (2022) colocam a posição da Bahia abaixo da média nacional de 0.727 e na vigésima primeira posição entre os estados. Outros estados da região nordeste como Sergipe, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte também se encontram mais bem posicionados.

Como mostrado na Figura 1, os municípios da região metropolitana de Salvador e do Portal do Sertão apresentam concentração de altos níveis de IDHM. Os centros urbanos de médio porte, como Ilhéus, no sul do estado, e Barreiras, no extremo oeste, destacam-se como *outliers* em relação ao seu entorno. Os municípios de menor desenvolvimento parecem se concentrar no norte e nordeste baiano.

Figura 1 - Box Map do IDHM dos Municípios Baianos, 2022



Fonte: Elaboração própria (2023)

Por se localizar num país de renda média e de severos contrastes, a alta desigualdade de renda reforça a vulnerabilidade dos mais pobres e de grupos discriminados. Uma maneira de capturá-la é pelo índice de Gini. Este índice mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita.

Sua estimativa mais recente realizada pelo Banco Mundial (2021) coloca o índice de Gini brasileiro com o alto valor de 0.529. De acordo com o Atlas Brasil (2022), a Bahia se encontra com o valor de 0.620, colocando-a com o décimo maior índice de Gini da federação. Curiosamente, parece haver uma concentração de altos níveis de Gini no extremo oeste.

Dados da linha de pobreza baseada em necessidades calóricas do IPEA(2014) fortalecem a visão da fragilidade econômica da população baiana. Eles revelam que 23.95% de seus residentes não são capazes de consumir uma cesta de alimentos com o mínimo de calorias necessárias para suprir adequadamente uma pessoa.

Dados mais recentes do trimestre anterior ao início da pandemia na PNAD(2019) permitem uma análise mais detalhada da desigualdade de renda que afeta o estado da Bahia. As mulheres e os auto identificados como pretos e pardos apresentam rendimentos efetivos médios inferiores àqueles dos homens e não negros. A situação da população de raça negra é particularmente alarmante, por possuir rendimentos equivalentes a 51% dos demais grupos raciais, mesmo sendo maioria no estado. Ressalta-se, ainda, os rendimentos abaixo do salário mínimo presente nos domicílios rurais, evidência da pobreza e falta de recursos dessas localidades para um contexto pandêmico.

A conexão entre longevidade e desigualdade também se mostra relevante para o enfrentamento da questão pandêmica, dado que uma série de estudos destacam a maior vulnerabilidade dos idosos (Oliveira de Araújo *et al.*, 2021; Wyper *et al.*, 2020). Com base no Atlas Brasil (2010), a Bahia possui uma taxa de envelhecimento por volta da média nacional, 7.24%, enquanto sua expectativa de vida é 2 anos inferior.

Importantes fatos são revelados ao diferenciar por grupo social. Brancos possuem uma expectativa de mais de um ano superior aos negros, ao mesmo tempo que mulheres vivem oito anos à mais do que os homens. Os residentes urbanos possuem expectativa de vida quatro anos à mais do que rurais.

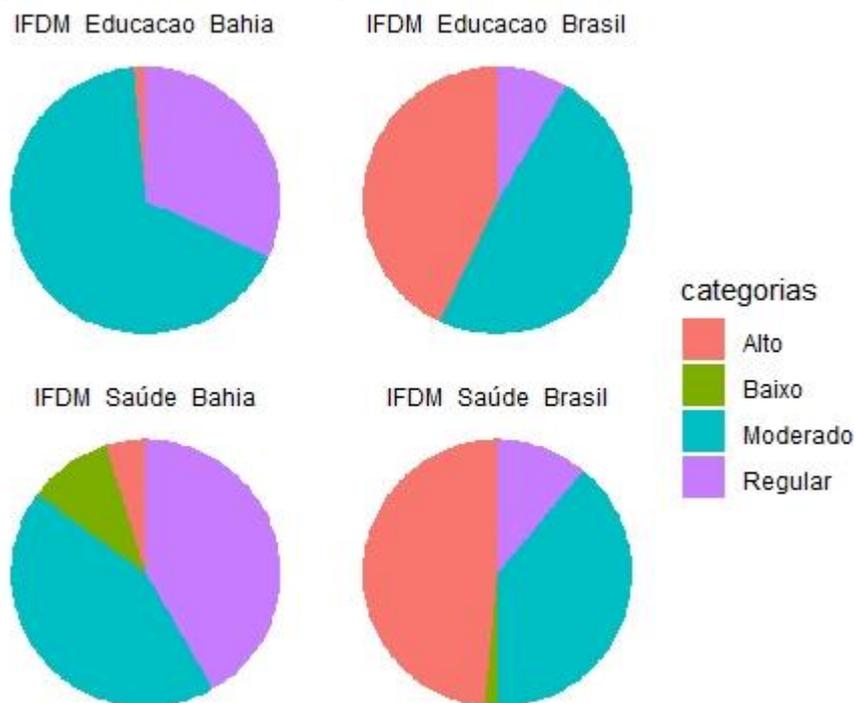
Na década passada, a Bahia não se encontrava em uma boa posição nos quesitos de saúde e educação. Utilizando dados do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal – IFDM (2018) como referência, o estado se encontrava abaixo da média nacional, tanto na saúde, quanto na educação. O IFDM classifica os valores entre Baixo, Regular, Moderado e Alto, com cada categoria representando um nível de desenvolvimento. Realidade semelhante aos demais estados da região Nordeste do país.

Enquanto os municípios dos estados do Centro-Oeste, Sul e Sudeste apresentavam desenvolvimento educacional considerado Alto ou Moderado em mais de 99%, os municípios baianos apresentavam apenas 68.11% no mesmo patamar. Os seis municípios com padrão educacional considerado Alto se encontram espalhados pelo estado. Eles seriam Lafaiete

Coutinho; Licínio de Almeida; Brumado; Mata de São João; Jaborandi e Barro Preto. Não parece haver uma concentração clara de municípios com baixos níveis educacionais também.

A desigualdade é ainda maior na área de saúde, onde apenas 48,21% dos municípios apresentaram desenvolvimento considerado Alto ou Moderado (ver Figura 2). Valores considerados Alto ou Moderado se concentram primariamente na região leste e nos entornos dos maiores municípios. Ainda mais, (Teles; Coelho; Ferreira, 2017) argumentam que além do gasto em saúde no estado ser insuficiente, os investimentos são concentrados nas regiões que já possuem maior capacidade instalada e maior população. Demonstra-se, assim, que a Bahia seria um estado de baixos resultados nas área de educação e saúde e desigualdade na distribuição destes.

Figura 2 - Distribuição de Municípios no IFDM em Educação e Saúde Brasil e Bahia, 2018



Fonte: Elaboração própria (2023) a partir de dados do Sistema Firjan

A população baiana, portanto, encontrava-se com deficiências tanto nos seus recursos educacionais, quanto de saúde antes de 2020. Altas desigualdades entre seus grupos sociais e municípios também eram perceptíveis. Todos esses fatores combinados revelam uma realidade aonde a Bahia apresentava fortes desafios com a emergência da pandemia de COVID-19.

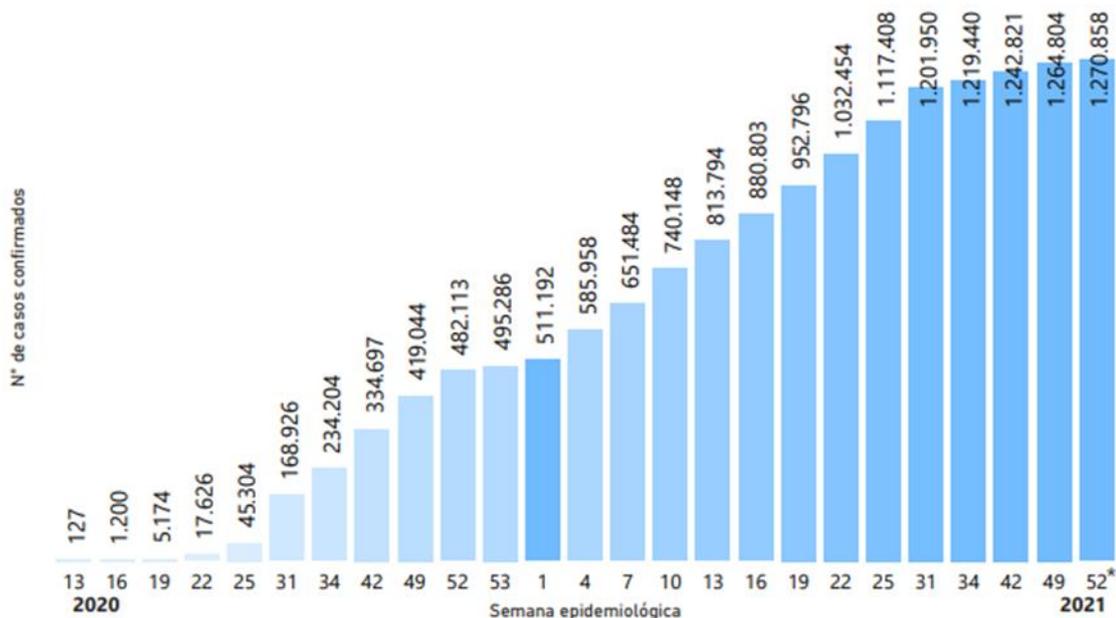
2.2 A BAHIA DURANTE A PANDEMIA

De acordo com Brasil (2022), foram confirmados 22.234.626 casos e 618.424 óbitos por covid-19 em todo o país na última semana epidemiológica de 2021. A taxa de incidência acumulada foi de 10.500,1 casos/100 mil hab., enquanto a taxa de mortalidade acumulada foi de 292,0 óbitos/100 mil hab.

A mesma fonte revela que entre as regiões brasileiras, o nordeste teve a terceira maior taxa de incidência acumulada (8606,3 casos/100 mil hab.), o total de casos até o final de 2021 dividido pela população, e a terceira maior taxa de mortalidade acumulada (208,9 óbitos/100 mil hab.), total de óbitos dividido pela população. Portanto, situou-se abaixo da taxa nacional em termos de incidência e mortalidade por covid-19.

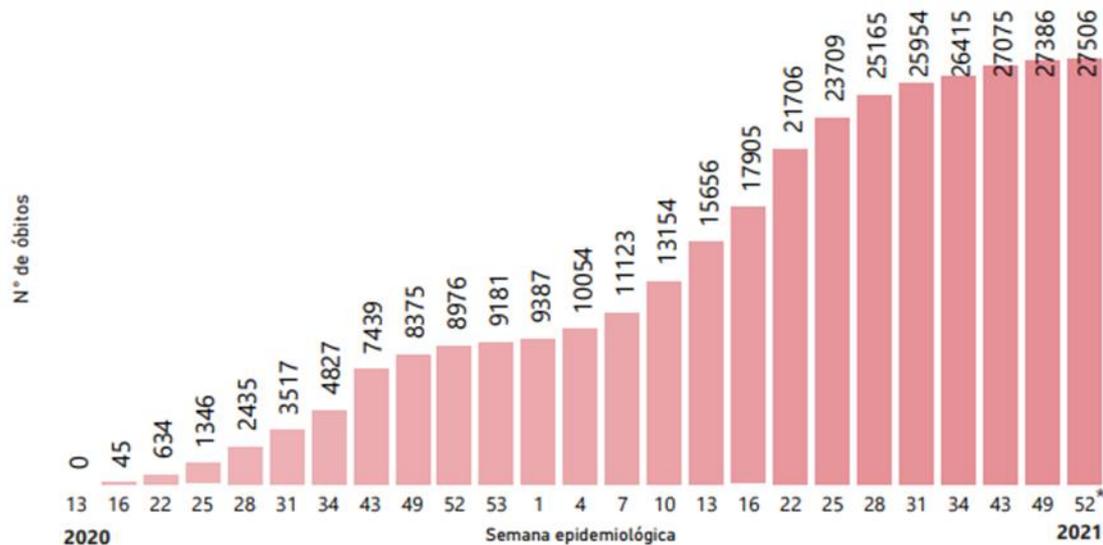
A Bahia se encontrou com uma taxa de incidência acumulada de 8.471,20 casos/100 mil hab. Esse valor se situou próxima à taxa da região Nordeste, porém abaixo de Sergipe; Paraíba; Rio Grande do Norte; Ceará e Piauí. No tocante a taxa de mortalidade acumulada, o estado teve a terceira menor taxa da região, com 183,9 óbitos/100 mil hab. A evolução do acumulado dos casos e óbitos confirmados por semana epidemiológica podem ser observada na Figura 3 e na Figura 4.

Figura 3 - Acumulado dos casos confirmados por semana epidemiológica. Bahia, 2020-2021



Fonte: Bahia (2022)

Figura 4 - Acumulado dos óbitos confirmados por semana epidemiológica. Bahia, 2020-2021



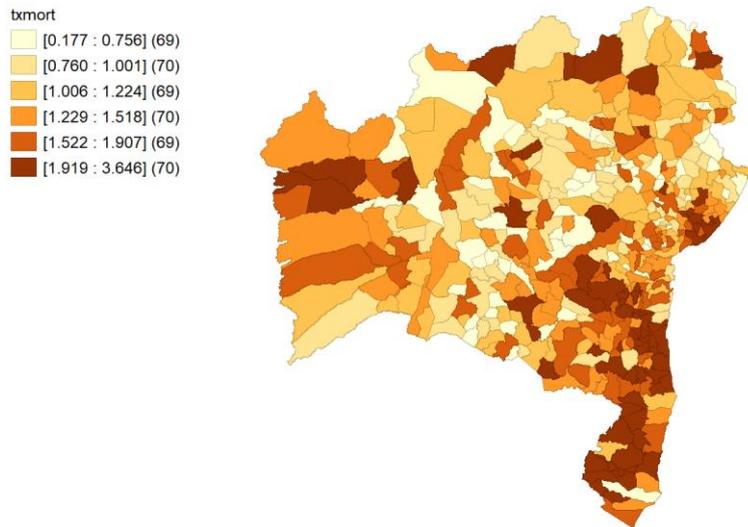
Fonte: Bahia (2022)

Ressalta-se que mesmo advindo de órgãos públicos, todo número sobre casos confirmados deve ser observado com ressalvas. A rápida e expansiva multiplicação do vírus sobrecarregou os sistemas de saúde. Devido a isto, a presença de subnotificação é encontrada em todo território. Particularmente em municípios menores e com infraestrutura de saúde mais precária.

De acordo com Bahia (2021), Salvador foi o município com o maior número de casos confirmados (239.366) e óbitos (11.741) do estado. Contudo, os municípios com as maiores taxas de incidência por 100.000 habitantes foram Maracás, Itororó, Itabuna, São Felipe e Ibirataia. A base de dados formulada para o presente trabalho complementa com informações sobre a taxa de mortalidade. Os municípios com as piores taxas de óbitos por 100.000 habitantes foram Ilhéus, Uruçuca, Maracás e Itapé.

A distribuição espacial da taxa de mortalidade mostrou padrões relevantes. As regiões Sul e Extremo Sul do estado e a região metropolitana de Salvador aparentaram maior concentração de óbitos do que o resto da Bahia. Sua concentração pode ser observada na Figura 5.

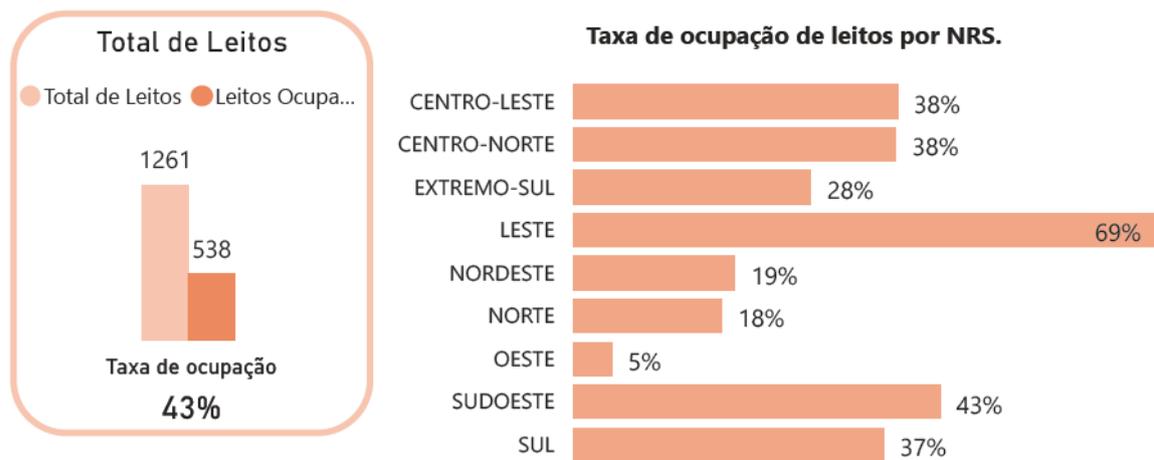
Figura 5 - Mapa da distribuição espacial da Taxa de Mortalidade, 2020-2021.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Cerca de 1200 leitos estavam disponíveis em hospitais no estado, dos quais 538 estavam ocupados no final de 2021. A maior parte dos leitos ocupados eram de UTI adulto (267) e Enfermaria Adulto (207), representando uma taxa média de ocupação de 43%, embora essa taxa varie consideravelmente entre suas macrorregiões. A ocupação por região pode ser observada na Figura 6.

Figura 6 - Situação dos Leitos COVID-19. Bahia, 2021.

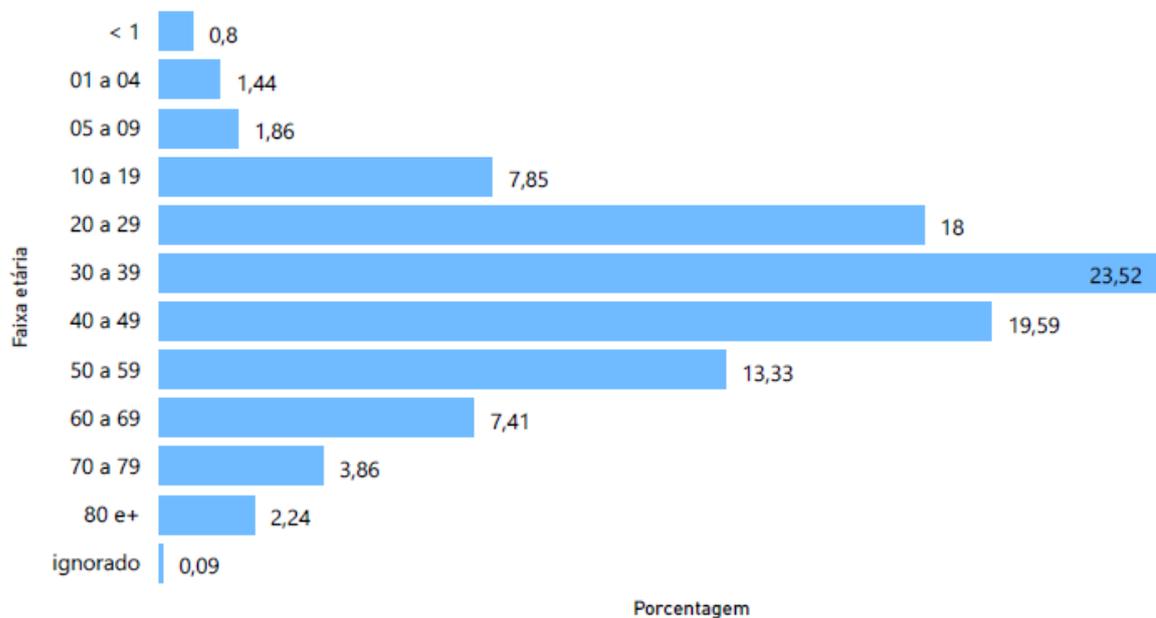


Fonte: Bahia (2022)

Voltando-se para os grupos sociais, na Figura 7, percebe-se que o número de casos se concentrou nas faixas correspondentes a população mais economicamente ativa. As crianças e adolescentes foram sub-representadas no percentual de casos confirmados, realidade provavelmente advinda de seu sistema imunológico mais jovem e o fechamento das escolas.

Enquanto os idosos aparentam responder por uma parcela proporcional a sua fatia na população

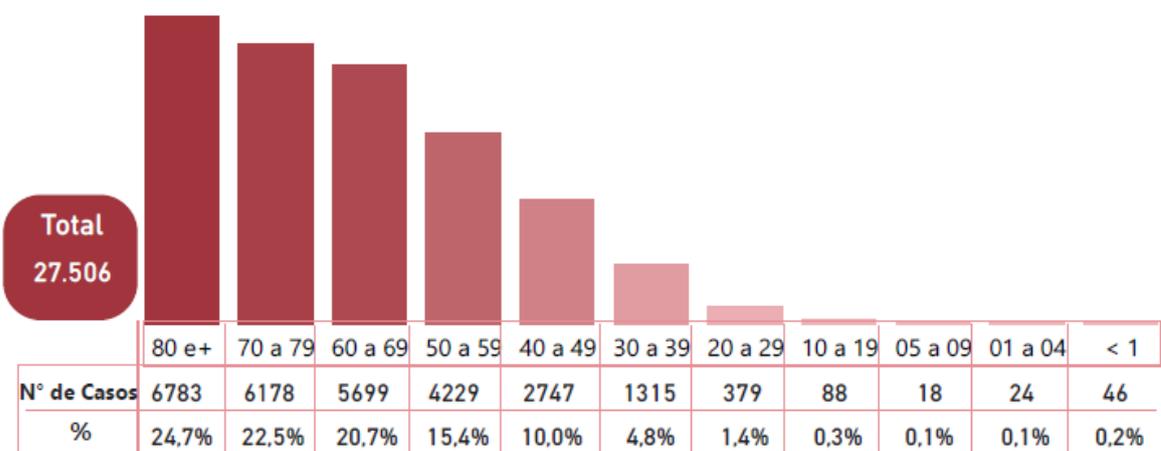
Figura 7 - Porcentagem dos Casos Confirmados Por Faixa Etária. Bahia, 2020-2021.



Fonte: Bahia (2022)

Os números de óbitos complementam as informações sobre as faixas mais afetadas. Embora os idosos representem uma parcela representativa na distribuição de casos. Os indivíduos com 60 anos ou mais representaram 67,9% do número de óbitos na distribuição ilustrada na Figura 8. Não apenas isto, percebe-se uma distribuição decrescente das faixas mais idosas para as mais jovens. O somatório dos óbitos entre crianças e adolescentes não chega a 1% do número de óbitos.

Figura 8 - Distribuição dos Óbitos Confirmados de COVID-19, Segundo Faixa Etária. Bahia, 2020-2021.

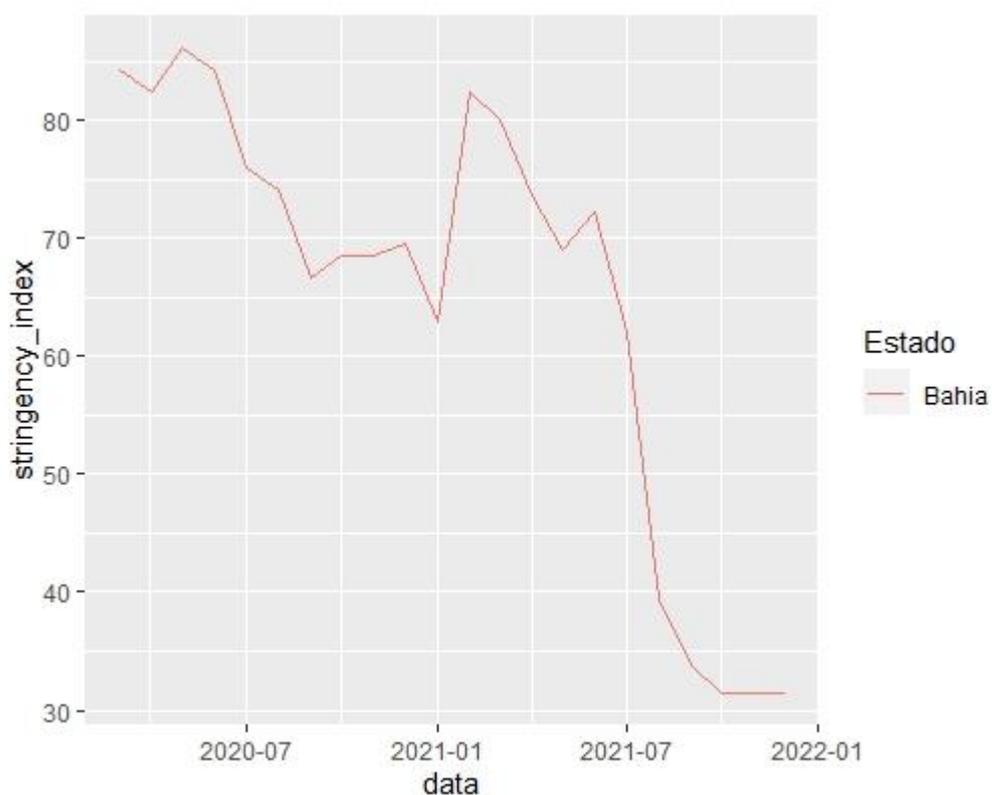


Fonte: Bahia (2022)

Dificuldades nos dados sobre a composição étnica dos infectados complicam a avaliação do impacto da COVID-19 por grupo étnico. Cerca de 22% dos casos confirmados na Bahia não possuem dados sobre a raça ou cor dos infectados. Dentre os dados disponibilizados, a população negra (pretos e pardos) aparenta estar sub-representada na distribuição de casos confirmados. A cor/raça compõe apenas 57,22% dos casos, bastante abaixo da sua participação na população, entorno de 81%, de acordo com a PNADC (2018). Por outro lado, a população amarela se encontraria sobre-representada, sendo 10,46% dos casos confirmados no estado. Ademais, inferências com base nos dados disponíveis mostra-se severamente dificultada devido ao alto percentual de casos sem identificação.

A fim de conter o vírus, intervenções não farmacológicas de contenção de mobilidade e apoio econômico foram implementadas. Tanto a União, quanto estados e municípios implementaram políticas nesse sentido. A Universidade de Oxford compilou índices para o acompanhamento dessas políticas. Estes índices mostram a implementação de diferentes políticas e seus graus. A Figura 9 demonstra a evolução do índice de restrição, que busca capturar as políticas focadas na limitação da mobilidade social. É possível observar que houve um relaxamento das políticas de isolamento a partir da segunda metade de 2020. Contudo, pode-se perceber na Figura 3 que houve um aumento vertiginoso do contágio no começo de 2021. Isto trouxe uma volta da imposição do isolamento. Posteriormente, as políticas aparentem ter se suavizado de maneira vertiginosa.

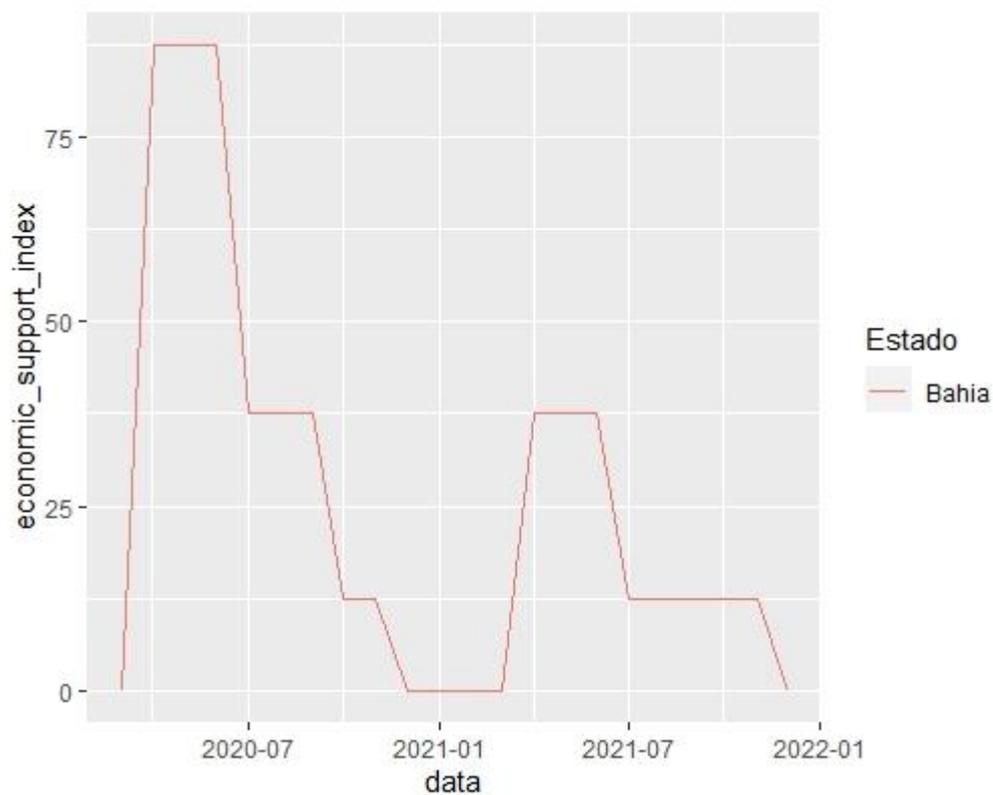
Figura 9 - Índice de Rigor. Bahia, 2020-2021.



Fonte: Elaboração própria (2023) a partir de dados do COVID-19 Data Hub

A Figura 10 demonstra a evolução do índice de políticas de apoio econômico implementadas no estado, tanto pelo governo federal, quanto estadual. As políticas englobadas incluem apoio de renda e alívio de dívidas e/ou contratos para famílias. A resposta inicial de oferta de assistencialismo foi significativa, contudo, a partir da segunda metade de 2020, percebe-se uma queda significativa e uma recuperação pouco acentuada em meados de 2021. Tal fator pode ser atribuído à restrições orçamentárias e embates políticos no período.

Figura 10 - Índice de Suporte Econômico. Bahia, 2020-2021.

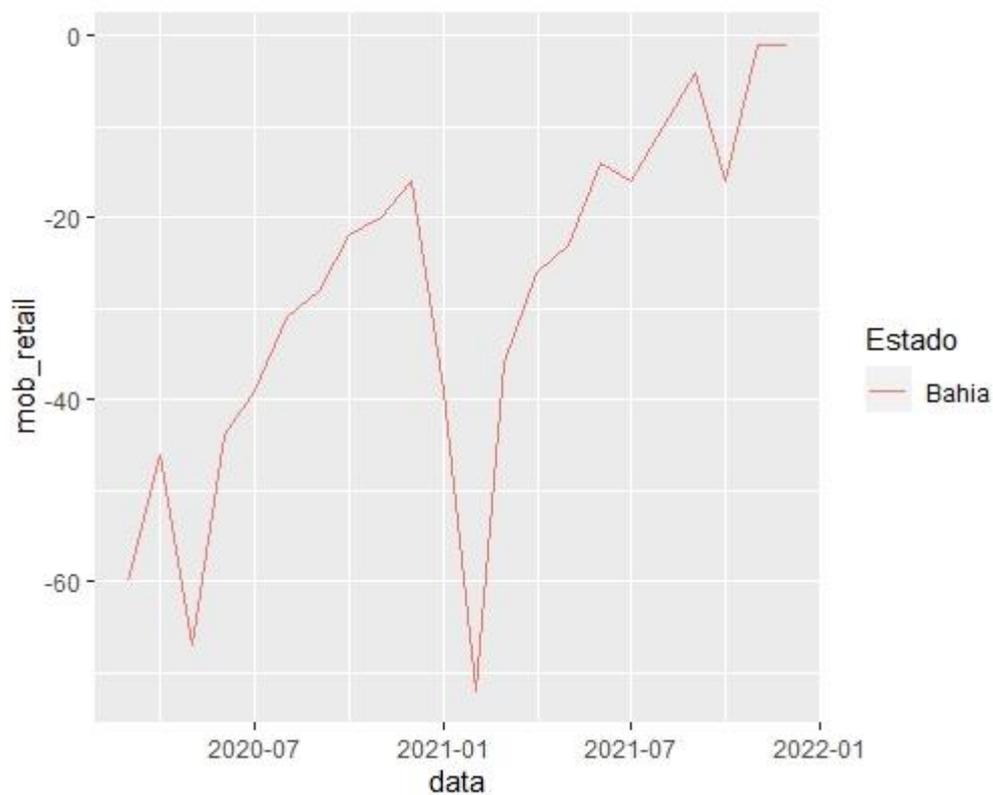


Fonte: Elaboração própria (2023) a partir de dados do COVID-19 Data Hub

A mobilidade dos indivíduos também tomou uma dimensão própria. As intervenções não farmacológicas podem ter impactos diferentes no tempo, dependendo das expectativas e preferências. A Google disponibilizou dados de mobilidade social em diferentes contextos. Estes dados foram calculados com base nos dados dos usuários que ativaram o histórico de localização na Conta do Google. São comparadas as mudanças de mobilidade em relação ao período de referência. Este período seria de 3 de janeiro a 6 de fevereiro de 2020. A Figura 11 mostra a evolução dos dados no contexto de espaços de recreação e compras.

Observou-se que a mobilidade chegou à ser quase 60% inferior ao período base no início da pandemia. Uma tendência de gradual retorno da mobilidade é percebida a partir de meados de 2020. Interrompida temporariamente pela segunda onda de casos no começo de 2021.

Figura 11 - Mudança Percentual em Comércio e Recreação Desde o Período Base. Bahia, 2020-2021.



Fonte: Elaboração própria (2023) a partir de dados do COVID-19 Data Hub

Para concluir, pode-se perceber o difícil estado em que a Bahia entrou na pandemia. Alta desigualdade de rendimentos e concentração econômica implicam numa maior vulnerabilidade para segmentos significativos de sua população. Além do mais, o estado não se apresentava bem colocado no desenvolvimento social, de acordo com os dados do índice IFDM. Durante a pandemia, contudo, o estado passou por uma situação similar aos seus pares na região nordeste. A COVID-19 atingiu principalmente a população economicamente ativa, mesmo considerando os dados de queda significativa na mobilidade e as intervenções não farmacológicas. Os óbitos também claramente se concentraram na população idosa. Infelizmente, dados robustos sobre o recorte racial não se encontraram disponíveis.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo apresenta a literatura nacional e internacional sobre a COVID-19. A seção 3.1 dedica-se à discussão sobre os principais meios de exposição, junto com os grupos sociais mais vulneráveis. Na seção 3.2, será apresentada a literatura que trata sobre as políticas de contenção implementadas pelos governos, com destaque para que tipo de medidas foram aplicadas e sua eficácia. O capítulo conclui com uma exposição da literatura com foco no Brasil na seção 3.3, procurando expor a dinâmica epidemiológica e social resultante da pandemia no país. O conteúdo apresentado nesse capítulo fundamenta a análise empírica, ao discutir o arcabouço teórico que facilitará a interpretação dos resultados.

3.1 VULNERABILIDADE AO CONTÁGIO

A Covid-19 é uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade. Os seus principais meios de transmissão se dão por contato, gotículas e aerossol. De acordo com Brasil (2023), a maioria das infecções se espalha por contato próximo (menos de 1 metro), principalmente por meio de gotículas respiratórias. É documentado que ambientes fechados com ventilação ou tratamento de ar inadequado são propícios ao contágio do vírus. Exposição prolongada a partículas respiratórias devido esforço respiratório também pode aumentar a concentração de partículas no ar.

Devido aos seus meios de propagação, a literatura reconhece que certos grupos são mais vulneráveis do que outros. Trabalhadores manuais são uma categoria de destacada vulnerabilidade. O contato próximo com outros trabalhadores ou clientes propicia o contágio. (Andersen *et al.*, 2021) encontrou que trabalhar nos setores de produção, transporte e locomoção de materiais foi um preditivo significativo de maior número de casos no Estados Unidos. (Maroko; Nash; Pavilions, 2020) também encontrou que, em Nova Iorque, bairros com maior percentual de trabalhadores em posições de gerência estavam correlacionados com menores taxas de infecção.

Além do tipo de trabalho, a pobreza em geral se mostra como um vetor importante. Trabalhadores mais pobres dependem em certos casos dos hábitos dos mais ricos. (Chetty *et al.*, 2020) detectou que um maior isolamento e cortes no consumo em faixas de renda mais

altas significou uma perda de empregos para trabalhadores menos favorecidos no setor de serviços. Seus locais de moradia também podem representar pontos de vulnerabilidade devido à precariedade da infraestrutura, aglomeração em domicílios e maior informalidade (Natividade *et al.*, 2020). Além do mais, falta de acesso à saúde, a testagem e maior prevalência de condições crônicas representaram importantes vetores para a mortalidade dos indivíduos (Ahmed *et al.*, 2020; Petherick *et al.*, 2020). Apoio econômico por meio de assistencialismo e proteção de empregos foram identificados como úteis para diminuir o exacerbado *trade-off* entre renda e saúde.

Minorias étnicas muitas vezes compõem as faixas mais economicamente desfavorecidas. Piores níveis educacionais e históricos de saúde combinados com acesso mais limitado a infraestrutura contribuem para essa realidade (Dimmagio *et al.*, 2020). No longo prazo, (Bianchi, F; Bianchi, G; Song, 2023) também encontra efeitos desproporcionais do choque de desemprego sobre indivíduos negros no Estados Unidos. Sua expectativa de vida é muito mais impactada negativamente do que a de indivíduos brancos.

Os idosos foram uma categoria de destaque na discussão durante a pandemia. O sistema imunológico mais frágil os expõe à infecção e óbito (Oliveira de Araújo *et al.*, 2021; Wyper *et al.*, 2020). Mesmo aposentados, o contato intergeracional pode ser um vetor importante de contágio (Bayer; Khun, 2020). Enquanto muitos idosos podem passar o seu tempo isolados em casa, seus familiares podem ir trabalhar e se entreter. Uma atitude reforçada pela menor percepção de risco quanto à gravidade da doença. Essa exposição dos familiares mais jovens pode levar a infecção dos mais velhos, mesmo que eles se mantenham em casa.

A literatura também aponta uma possível maior vulnerabilidade dos homens. Os fatores de exposição e preferência ao risco são apontados. Numa *survey* realizada na Itália, (Immordino *et al.*, 2022) aparenta corroborar esse mecanismo ao detectar que indivíduos do sexo masculino aparentam um menor medo de contágio em diversos contextos quando comparado com as mulheres.

A presença de infraestrutura médica e de testagem adequada é destacada na literatura. A manutenção de um número adequado de leitos permite o cuidado dos infectados num ambiente de saúde em vez de suas residências ou outros contextos (Amdaoud; Arcuri; Levratto, 2021). Por conta disto, regiões com melhor infraestrutura médica apresentaram menores taxas de mortalidade.

3.2 INTERVENÇÕES NÃO FARMACOLÓGICAS

Intervenções Não Farmacológicas (INF) são qualquer tipo de intervenção, não relacionada a vacinação ou medicação, que visa conter o contágio de doenças. A falta de vacinas e tratamentos no início da pandemia motivou os governos do mundo a implementarem INFs. Em particular, medidas focadas em reduzir a mobilidade social receberam o maior destaque no debate público.

A lógica por trás de tais medidas é a redução do contato entre cidadãos. Seria eliminada, assim, uma potencial via de contágio e se conteria a doença. Este tipo de intervenção, idealmente, ajudaria a reduzir fatalidades e forneceria tempo suficiente para o desenvolvimento de tratamentos e aumento da infraestrutura de saúde. Contudo, sua aplicação na prática se provou difícil.

Epidemiologistas e outros cientistas sociais utilizam de modelos estatístico-matemáticas para estimar o comportamento de doenças e impacto de intervenções. Um tipo de modelo bastante utilizado são os modelos SIR (Keeling, 2001). Eles compartimentalizam a população em três grupos: os que são susceptíveis a doença; os que estão infectados e os que se recuperaram (imunes). Um de seus parâmetros fundamentais é o R_0 , a média de casos secundários causados por um indivíduo infectado durante o seu período de infecção.

A ciência econômica contribuiu à essa literatura ao combinar modelos SIR com dinâmicas macroeconômicas e parâmetros comportamentais. Nestes modelos, indivíduos são capazes de reagir ao risco de contágio reduzindo o seu consumo e oferta de trabalho. Contudo, (Eichenbaum; Eebelo; Trabandt, 2021) demonstra que o equilíbrio não é ótimo de Pareto. Isto se dá pois eles não internalizam totalmente o risco de infecção. Além do mais, a elasticidade da demanda por prevenção também seria importante. Com a contenção da pandemia, indivíduos diminuíram o seu cuidado com prevenção e potencializariam o surgimento de novas ondas.

A maneira típica de incorporar medidas de *lockdown* nesses modelos é por meio de um imposto sobre o consumo na restrição orçamentária. Analisando um cenário de políticas uniforme e sem probabilidade de vacinas ou tratamento, (Eichenbaum; Rebelo; Trabandt, 2021) encontra que a política ótima seria um aumento gradual das políticas de isolamento e

relaxamento com a aproximação à imunidade de rebanho na população. A incorporação de sobrecarregamento da capacidade hospitalar e da probabilidade do desenvolvimento de vacinas e tratamentos implicariam na implementação rápida de políticas severas de *lockdown*. É importante ressaltar que um abandono prematuro ou demorado de medidas de isolamento levaria a novas ondas de infecção e recuperação econômica apenas temporária.

Outros modelos desenvolvidos ao longo da pandemia buscaram implementar heterogeneidades na população (Acemoglu *et al.*, 2020; Brotherhood *et al.*, 2020; Giagheddu; Papetti, 2023). A principal inovação é a divisão da população em diferentes faixas etárias. Desta maneira, eles conseguem incorporar diferentes riscos de mortalidade na população e o papel das interações inter e intra geracionais. Nestes modelos, políticas focalizadas trariam resultados superiores na contenção do contágio e impacto econômico quando comparadas a políticas uniformes. Longos e severos *lockdowns* sobre os idosos permitiram políticas menos severas sobre os mais jovens e trariam menos mortes e mitigariam perdas no produto.

Esses mesmos modelos também discutem o efeito de políticas de testagem em massa. É consensual a essencialidade da aplicação de testes no controle do vírus, pois permite que os indivíduos estejam mais bem informados sobre o verdadeiro estado da pandemia. Reduz-se, assim, a incerteza quanto ao estado de infecção dos próprios. Dessa maneira, altruístas poderiam reduzir ainda mais a sua mobilidade, internalizando as externalidades do contágio. Num mundo ideal de planejamento social, estas políticas também permitiram que o governo isole imediatamente os infectados. Evitando-se assim a formação da pandemia e da recessão econômica.

3.3 COVID-19 NO BRASIL

Boa parte da literatura foca na experiência dos países desenvolvidos. Contudo, pesquisas importantes são realizadas em países em desenvolvimento. (Fonseca *et al.*, 2021) expõe a maneira como se deu a implementação de políticas públicas contra a pandemia no Brasil. É destacado que, embora o país tenha um dos maiores sistemas públicos de saúde do mundo e que segue normas do OMS, a resposta governamental foi letárgica. Isto teria se dado pela atitude de minimização da gravidade da pandemia por parte do governo federal.

Nesse cenário, os governos estaduais e municipais tomaram iniciativas próprias frente à pandemia. Resultou-se, assim, uma larga disparidade entre as políticas de distanciamento implementadas pelo governo nacional e os entes subnacionais.

A efetividade e *timing* das políticas devido esse atrito podem ter diminuído. (Ximenes *et al.*, 2021) encontraram que a maioria das cidades do nordeste não apresentou tendência de queda no número de casos e óbitos 14 dias antes de começaram suas reaberturas. Ainda mais, nenhuma atendia aos critérios e parâmetros da OMS.

Com o intuito de entender a eficácia das políticas sendo implementadas e a resposta da população, (Petherick *et al.*, 2020) utilizaram dados brasileiros sobre políticas implementadas e mobilidade. Sua pesquisa encontrou que, na segunda metade de 2020, as políticas de isolamento continuavam efetivas em seu objetivo, contudo, sinais de fadiga já eram observados. Pesquisas por telefone também foram realizadas em oito capitais, que revelaram os seguintes achados: (i) os indivíduos de maior renda representavam uma fatia desproporcional do número de testagens; (ii) os alunos de escolas privadas eram mais prováveis a ter acesso a materiais elaborados por seus professores do que os de escola pública; e (iii) o impacto financeiro sobre as famílias de baixa renda foi aliviado pelas políticas de apoio à renda do governo federal.

Comportamentos preocupantes também foram captados. Indivíduos infectados possuíam a mesma probabilidade de sair de casa do que os que “dificilmente estavam contagiados”. A população também demonstrou pouco conhecimento quanto aos protocolos adequados a seguir para manter isolamento. Falhas na comunicação por parte das autoridades de saúde são apontadas como um possível motivo.

O impacto das medidas de *lockdown* foi um dos grandes pontos de discussão durante o período. A literatura internacional tende a encontrar um efeito positivo das medidas sobre a contenção do vírus. (Silva; Figueiredo filho; Fernandes, 2020) utilizou uma metodologia de séries temporais interrompidas para estudar o efeito dessas medidas em Belém; Fortaleza; Recife e São Luís. Foram detectadas quedas estatisticamente significativas no número de novos casos após a implementação dessas políticas. Além do mais, elas parecem reverter as tendências de novos óbitos nessas capitais.

No estado de São Paulo, (Marino; Menezes-filho, 2023) identificaram 15 municípios que implementaram *lockdown* entre maio e junho de 2021. Utilizando outros municípios do mesmo departamento de saúde regional, foi implementada uma metodologia de diferenças em diferenças. Os resultados indicaram que o distanciamento social aumentou uma semana depois de sua implementação, casos e óbitos caem depois de mais de três semanas e não foram detectadas mudanças sobre a taxa de emprego

A questão das favelas é um fator crucial para o contexto brasileiro. (Brotherhood *et al.*, 2022) buscaram estudar o contraste entre moradores e não moradores de favelas nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Sua análise revelou que o distanciamento social aumentou na cidade como um todo depois das intervenções não farmacológicas (INFs), embora tenha sido menos marcante nas favelas. Também foi detectado que um número maior de mortes ocorreu em áreas com favelas do que sem. O maior número de jovens; a maior densidade; maior pobreza e a falta de acesso a leitos privados foram apontados como fatores chave à essas diferenças.

Outros estudos, em corte transversal, foram realizados sobre os estados brasileiros embora sem desagregação à nível municipal, como faz o presente trabalho. (Figueiredo *et al.*, 2020) realizou uma análise de correlação de Spearman e de regressão múltipla a fim de inferir se determinantes sociais foram relevantes para a evolução do vírus no país até agosto de 2020. Seus resultados mostram que a desigualdade de renda, o adensamento domiciliar e maior letalidade explicaram 59,8% da variação da taxa de incidência e 57,9% da de mortalidade.

Focalizando seu estudo apenas no estado do Espírito Santo, (Mascarello *et al.*, 2021) estimaram três modelos diferentes com três variáveis dependentes diferentes: hospitalização por COVID-19; internação em emergência e uma dummy de morte. Eles encontraram que ser idoso (acima de 60 anos), do sexo masculino, com baixa escolaridade, ser da cor amarela ou negra, e possuir comorbidades eram condições associadas a maior risco nos três modelos. O sexo feminino, por outro lado, implicava num efeito protetivo com fatores hormonais ou de maior busca por cuidados médicos sendo possíveis explicações. Uma série de pontos importantes foram apontados na literatura já existente. Tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, o vírus se espalhou de maneira desigual. Uma série de desvantagens em relação ao acesso à infraestrutura, mercado de trabalho e condição de saúde levaram diversos grupos sociais à serem mais vulneráveis as particularidades do vírus.

Os mecanismos por trás dos impactos das políticas de contenção implementadas não foram simples. Suas consequências não foram invariantes ao comportamento dos cidadãos. Estes se informavam e avaliavam o risco de sua mobilidade em cada momento. Alterando-a com base na situação pandêmica e suas preferências. Por esse motivo que a testagem em massa se mostrou crucial, sendo importante para manter os indivíduos atualizados e protegidos.

A Bahia não se encontrou isenta de nenhum dos pontos levantados. Dentro de seus agravantes e atenuantes, a importância das diversas formas de vulnerabilidade social e as nuances por trás

das intervenções implementadas se fazem relevantes para o presente trabalho. Servindo como base referencial para o estudo da realidade local.

4 DADOS E VARIÁVEIS

A equação do modelo a ser estimado apresenta a seguinte especificação:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + u$$

Onde Y_i é o vetor de variáveis dependentes; X_i é um vetor de variáveis de características dos municípios e u é o termo de erro.

O Covid-19 Data Hub, um pacote do software R que compila dados relacionados ao vírus, proporcionou acesso a dados de variáveis dependentes. Dele, extraiu-se o acumulado de casos e óbitos até o dia 31 de dezembro de 2021. Eles foram utilizados em conjunto com dados de projeção populacional dos municípios em 2020 produzidos pelo IBGE. Essa combinação permitiu o cálculo de taxas de infecção (txinfec) e óbitos (txmort) por mil habitantes para cada município. O uso dessas taxas em detrimento dos dados absolutos de casos justifica-se pela possibilidade de uma comparação mais acurada do impacto do COVID-19 entre municípios de diferentes portes.

Os municípios abrangidos por esse trabalho compreende engloba todos os presentes no estado da Bahia. As informações socioeconômicas foram obtidas através do censo demográfico brasileiro de 2010. Dele, extraiu-se o percentual de mulheres por município (mulher), o percentual de indivíduos pretos ou pardos (negros) e o percentual de indivíduos com 60 anos ou mais (pop60mais). A inclusão dessas variáveis buscou captar possíveis disposições de grupos sociodemográficos ao contágio e óbito por COVID-19. O efeito da aglomeração e o contato intergeracional também foi considerado relevante. Por esse motivo, dados referentes ao logaritmo da densidade populacional (ldens) dos municípios foram também incluídos nas estimativas.

A secretaria de saúde do estado da Bahia divide o território estadual em nove núcleos regionais de saúde. Afim de incluir a influência de fatores regionais, foram criadas variáveis dummy representado oito desses nove divisões, sendo elas: centro-leste (centroleste); centro-norte (centronorte); extremo sul (extremosul); leste (leste); nordeste (nordeste); norte (norte); oeste (oeste); sudoeste (sudoeste).

Utilizou-se, também, informações sobre o desenvolvimento econômico e social dos municípios. Para isto, obteve-se, através do IBGE (2023), dados do logaritmo do PIB nominal per capita (lplib) dos municípios em 2020. Para captar outras dimensões do desenvolvimento,

utilizou-se o índice FIRJAN de desenvolvimento municipal. Organizado pelo Sistema Firjan, ele busca avaliar os municípios em grau de 0 a 1, com 1 representando o maior valor reconhecido de desenvolvimento. Dele extraiu-se duas categorias, a referente a educação (ifdm_edu) e saúde (ifdm_sau).

Também foi possível obter dados de políticas públicas. O *Oxford Government Response Tracker* compilou variáveis dummy sobre políticas implementadas contra a covid-19 em diversas dimensões. Com os índices derivados a partir desses dados, é possível capturar o impacto das medidas implementadas pelos diversos governos municipais. Para o intuito do trabalho utilizou-se o logaritmo natural do índice de restrição (\ln restrição). Sua formulação se dá com base na compilação de informações de diversas variáveis *dummy*, com cada uma contendo dados sobre diferentes políticas de restrição à mobilidade.

Da tabela de estatísticas descritivas (Tabela 1) é possível perceber uma alta amplitude na primeira variável de contágio. A taxa de infecção por mil habitantes varia desde 12,27 até 183,347. Mesmo considerando que o vírus possa atingir os municípios em diferentes graus, é mais provável que diferenças de capacidade de notificação expliquem o fenômeno. A outra variável, a taxa de óbitos, apresenta uma menor amplitude, o que já era esperado devido a menor possível subnotificação e a menor mortalidade do vírus.

Embora muitas das variáveis socioeconômicas já tenham sido discutidas no capítulo de contextualização, destaca-se que os municípios baianos apresentam uma população idosa próxima à média nacional. Sua divisão de gênero não é desproporcional e sua composição étnica é de pelo menos 45% de autoidentificados como pretos ou pardos.

Novas informações também surgem ao se visualizar a tabela. As diferenças de densidade são um fator notável. A Bahia aparenta possuir tanto municípios densos quanto pouco povoados. Ainda mais, aparenta haver discrepâncias entre o PIB per capita dos municípios. Embora a contextualização na seção 2.1 já tenha trazido que em média o seu valor é o vigésimo do país.

Um problema encontrado é o da aparente baixa diferença entre políticas de restrição implementadas nos municípios. A maneira em que o índice é construído atribui as políticas implementadas à nível federal e estadual aos municípios. Assim, a diferença entre valores se refere apenas às implementadas a nível municipal.

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas

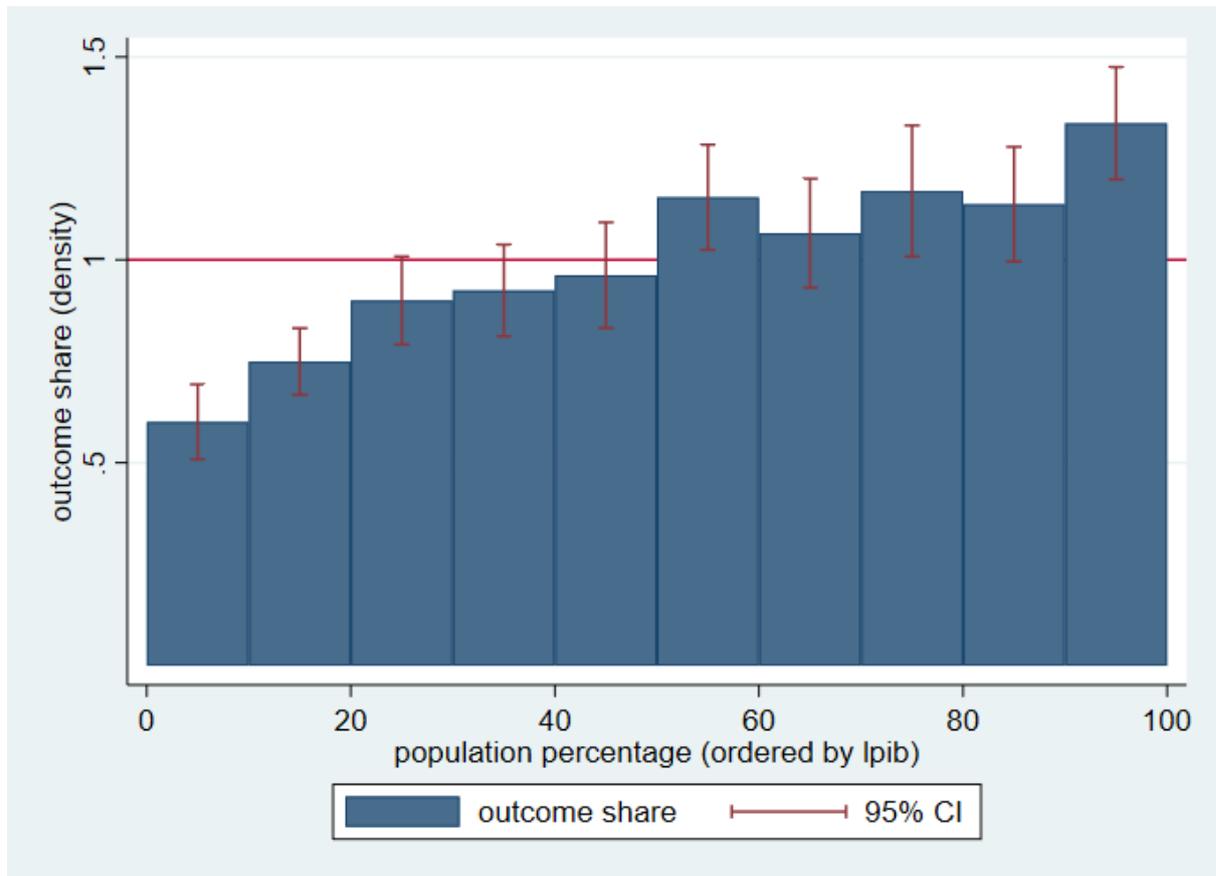
Estatística	N	Média	Dv. Padr.	Min	Pctl(25)	Mediana	Pctl(75)	Max
txinfec	417	74,412	30,101	12,27	52,947	71,834	92,404	183,347
txmort	417	1,354	0,644	0,177	0,906	1,229	1,725	3,646
pop60mais	417	11,697	2,273	2,6	10,32	11,87	13,24	19,09
ldens	417	3,203	1,108	0,185	2,537	3,127	3,781	8,334
lpib	417	9,381	0,509	8,735	9,062	9,272	9,525	12,599
mulher	417	49,714	1,164	46,95	48,96	49,65	50,52	53,32
negros	417	75,446	9,122	45,37	70,06	76,27	81,68	93,2
ifdm_edu	417	0,638	0,078	0,401	0,587	0,639	0,691	0,857
ifdm_sau	417	0,593	0,138	0,206	0,501	0,595	0,703	0,881
lrestrição	417	4,147	0,013	4,131	4,136	4,146	4,157	4,171

Fonte: Elaboração própria (2023)

O comando *pshare* do software estatístico STATA permite a estimação das fatias que cada percentil das variáveis engloba e suas matrizes de variação. Com as informações geradas por essa função, é possível perceber a desigualdade na distribuição. Além do mais, pode-se realizar uma análise bivariada afim de entender a relação do percentil de uma variável com a outra.

A fim de enriquecer a análise descritiva, comparou-se a taxa de mortalidade com algumas das variáveis explicativas de maior interesse. Observa-se na Figura 12 que na comparação com o PIB per capita, identificou-se uma relação crescente, com os municípios no percentil dos 10% mais pobres possuindo taxas de mortalidade em quase a metade do que seria esperado se houvesse uma distribuição equitativa. Enquanto os municípios mais ricos possuíam taxas acima do esperado.

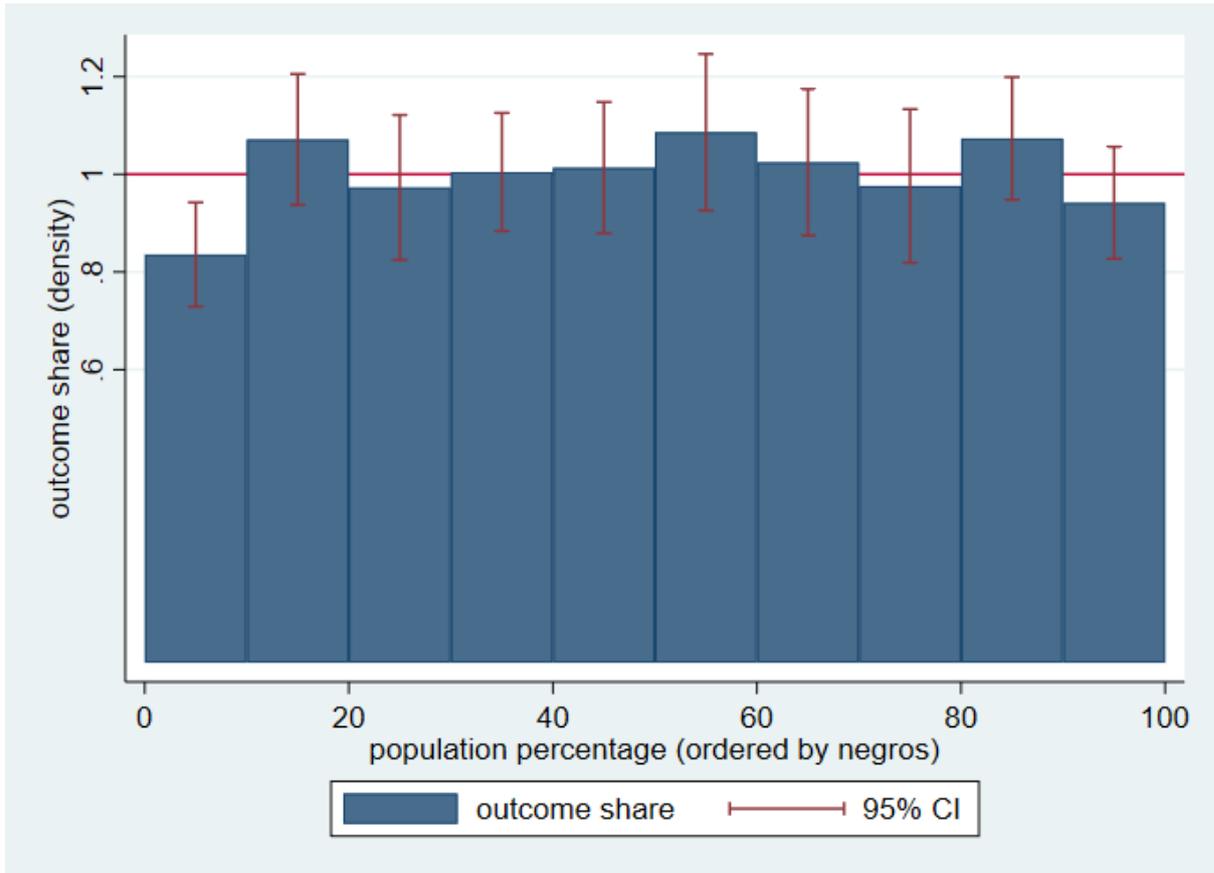
Figura 12 - Histograma Pshare Lpib.



Fonte: Elaboração própria (2023)

A questão dos idosos foi muito discutida no debate público. A literatura os reconhece como um público altamente vulnerável. Seu sistema imunológico enfraquecido e contato com parentes os enfraquece. Surpreende que a Figura 13 não demonstre uma relação positiva entre sua presença e a variável de mortalidade.

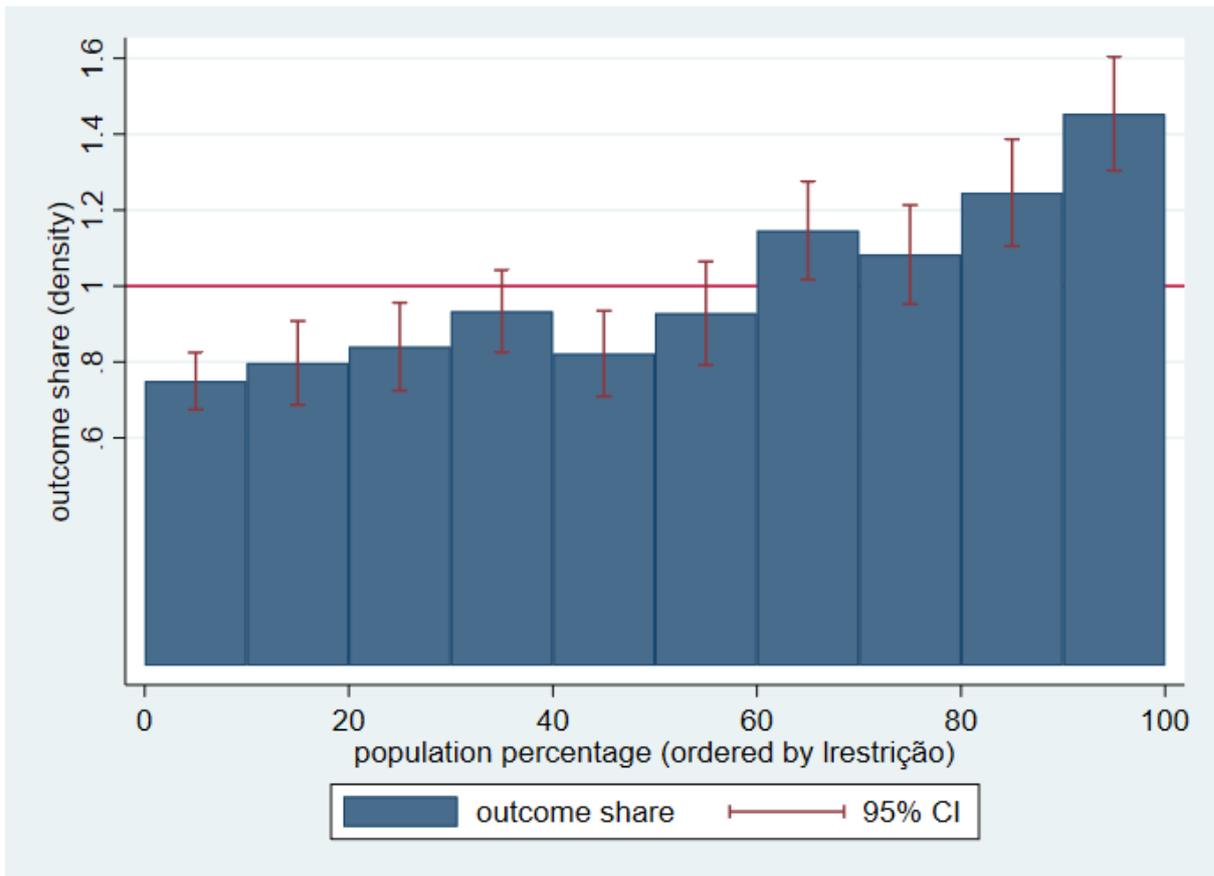
Figura 13 - Histograma Pshare Idosos.



Fonte: Elaboração própria (2023)

A tabela de estatísticas descritivas revelou que não houve grande variância entre as políticas de restrição implementadas pelos municípios. Aparenta que sua política se mantenha similar à implementada pelos governos estaduais e federais. Espanta que a Figura 13 revele uma relação positiva entre as duas variáveis. Embora fatores de eficiência e momento de aplicação possam ser os responsáveis.

Figura 14 - Histograma Pshare Lrestrição.



Fonte: Elaboração própria (2023)

Um último passo da análise descritiva envolve a elaboração de um correlograma. Isto significa uma tabela exibindo o grau de correlação entre as variáveis explicativas. Como pode ser visto na Tabela 2, as variáveis dependentes são positivamente correlacionadas entre si e possíveis problemas de colinearidade não aparentam ser generalizados na base de dados. Contudo, no geral não parece haver problemas de colinearidade entre as variáveis escolhidos. A exceção se mostra com o percentual de residentes mulheres que possui um significativo coeficiente de correlação com a densidade populacional dos municípios.

Tabela 2 - Correlação Entre as Variáveis

	<i>txinfec</i>	<i>txmort</i>	<i>pop60mais</i>	<i>ldens</i>	<i>lpib</i>	<i>mulher</i>	<i>negros</i>	<i>ifdm_edu</i>	<i>ifdm_sau</i>	<i>lrestricão</i>
<i>txinfec</i>	1,000									
<i>txmort</i>	0,549	1,000								
<i>pop60mais</i>	-0,102	-0,113	1,000							
<i>ldens</i>	0,301	0,212	-0,271	1,000						
<i>lpib</i>	0,335	0,332	-0,453	0,113	1,000					
<i>mulher</i>	0,254	0,139	0,044	0,613	0,115	1,000				
<i>negros</i>	0,031	0,047	-0,290	0,199	0,059	0,019	1,000			
<i>ifdm_edu</i>	0,213	0,068	0,083	0,117	0,176	0,287	-0,199	1,000		
<i>ifdm_sau</i>	0,111	0,009	-0,157	0,189	0,228	0,201	-0,069	0,257	1,000	
<i>lrestricão</i>	0,295	0,434	-0,252	0,438	0,299	0,310	0,122	0,031	0,069	1,000

Fonte: Elaboração própria (2023)

5 METODOLOGIA ECONOMÉTRICA

O objetivo do presente trabalho é a determinação dos fatores socioeconômicos do contágio de COVID-19 no estado da Bahia no período de 2020-2021. As razões de infectados e óbitos por mil habitantes assumem o papel de variáveis dependentes. Os regressores são compostos por variáveis de características dos municípios.

A fim de melhor abordar a questão proposta, uma série de métodos foram executados no software R. O estimador de Mínimos Quadrados Ordinários é o mais tradicional para análise em corte transversal, contudo, ele é altamente sensível a presença de *outliers*. As seções seguintes envolvem a exposição de modelos adequados a esse problema. Inicialmente, identifica-se a presença e influência de *outliers* na seção 5.1. Na sequência, são apresentados modelos considerados adequados para lidar com o problema. Um dos modelos é o de regressão quantílica. Esses modelos possuem a vantagem de descrever a relação entre as variáveis em diferentes quantis da distribuição condicional. O outro modelo utilizado é um modelo de regressão robusta, que busca lidar de maneira mais direta com a correção de *outliers*, embora sem a característica da regressão quantílica de estimar o relacionamento em diferentes pontos da distribuição.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DE OUTLIERS

Uma suposição comum dos modelos tradicionais é a de que pequenos desvios dos pressupostos assumidos não influenciam as conclusões dos modelos. Questionamentos levantados desde o século 20 apontaram a fragilidade dessa suposição, e a necessidade de se formular modelos mais “robustos”. Robustez, nesse caso, é entendida como não sensibilidade à pequenos desvios dos pressupostos assumidos.

Nesse critério, um estimador é considerado robusto quando: a variância amostral é pequena se seus pressupostos são atendidos; pequenos desvios influenciam pouco na performance do modelo e grandes desvios não são “catastróficos”.

Devido ao pressuposto de normalidade do termo de erro, o estimador de MQO é altamente sensível a observações distantes do resto dos dados. Essas observações são conhecidas como *outliers* e são reconhecidas em dois casos. Um *outlier* de regressão ocorre quando o valor estimado para a variável dependente, condicionada às independentes, foge da relação linear. O outro tipo, ponto de *leverage*, ocorre quando valores nas variáveis explicativas são *outliers* em

relação ao resto das observações. O MQO é especialmente frágil ao segundo tipo. Isto se deve a sua propriedade de minimizar a soma do quadrado dos resíduos. Como o peso é igual para as observações, a reta de regressão se move na direção do *outlier*, mesmo que isto aumente o resíduo dos outros pontos.

Precisa-se saber se *outliers* estão presentes na base de dados antes de qualquer teste de influência. A estimação de resíduos “studentizados” é um método adequado para este propósito. Seu cálculo se dá de maneira simples. A divisão dos resíduos da regressão pelo seu desvio padrão estimado fornece seus valores. Resultados acima de +2 ou -2 são indícios de potenciais *outliers*. Com valores mais altos aumentando essa probabilidade.

Duas medidas outras populares para detectar a influência de outliers em regressões com MQO são a *Cook's Distance* e *DFITS*. Elas medem o quanto os valores estimados mudam quando uma observação i é retirada. As duas são similares, embora variem em escala.

5.2 MÉTODOS DE REGRESSÃO ROBUSTA

Desde a segunda metade do século 20, a literatura buscou desenvolver métodos que lidam mais diretamente com a questão da robustez. Os estimadores robustos buscam ser não sensíveis a influência de observações não usuais e manter baixa variância amostral, mesmo quando os dados não se encaixam exatamente na distribuição assumida. No geral, esses estimadores procuram descrever a maior parte de uma amostra, atribuindo pesos menores para observações extremas.

Um método mais robusto do que a regressão linear por MQO é o da regressão quantílica. Em vez de minimizar a soma do quadrado dos resíduos, ela minimiza a soma do valor absoluto dos resíduos. Mesmo assim, os estimadores se mantêm invariantes a transformações monotônicas e esta diferença possui a vantagem de penalizar tanto resultados excessivamente altos quanto excessivamente baixos. Outra diferença é o uso da mediana condicional entre as variáveis, em vez da média condicional.

Essas diferenças permitem que a regressão quantílica seja mais robusta a erros não normais e outliers, além de permitir a visualização da relação condicional em diferentes quantis da distribuição.

A literatura seguiu na formulação de métodos mais robustos. A classe de estimadores M foi uma das primeiras desenvolvidas. Por meio de máxima verossimilhança, ele parte do princípio de ser necessário assumir distribuições para o erro padrão que pesem mais nas caudas. Procura-se construir uma função objetivo, contínua e simétrica. Em vez da soma do quadrado dos resíduos, essa função é construída considerando o desvio absoluto mediano. Assim, é possível atribuir pesos menores para os maiores resíduos.

Outra de suas vantagens é a de possuir a propriedade desejável de alta eficiência. Sua variância amostral é a mais próxima possível da obtida por MQO. Este conceito é o de eficiência relativa e seu cálculo se dá pela razão entre a eficiência assintótica do estimador escolhido e a do MQO.

Contudo, o estimador M possui a desvantagem de não considerar erros nas variáveis independentes. Ou seja, não é o mais adequado na presença de pontos de *leverage*.

Isto é considerado pela literatura como um problema de ponto de *breakdown* de 0%. O ponto de *breakdown* de um estimador se refere a menor fração de *outliers* que pode inviabilizar um estimador, fazendo com que ele não seja mais capaz de representar o comportamento dos dados

Um dos estimadores que o sucedeu é o estimador MM. Sendo uma evolução das primeiras tentativas de se construir um estimador robusto, ele possui duas propriedades desejáveis. A primeira é um ponto de *breakdown* de 50%. Diferentemente de seu antecessor, essa classe de estimador é robusta a pontos de *leverage* desde que 50% das observações não sejam compostas por *outliers*. A outra vantagem é a de manter a alta eficiência relativa dos estimadores M.

A construção dessa classe de estimador passa por etapas. Inicialmente são utilizados estimadores S. Este tipo possui a propriedade de ser capaz de atingir um ponto de *breakdown* de 50% assintoticamente. Embora eles não precisarem ser eficientes. Os resíduos dessa estimação são computados e usados numa nova regressão por meio de estimadores do tipo M. Obtendo-se assim o alto ponto de *breakdown* do tipo S e a alta eficiência dos tipo M.

6 RESULTADOS

Os resultados obtidos revelaram uma série de informações. A influência da população idosa sobre a evolução do vírus só se constatou parcialmente, enquanto o PIB per capita e as variáveis regionais foram os únicos fatores que se mantiveram significativos em todos os modelos. Os modelos que usaram as taxas de infecção apresentaram o percentual de residentes mulheres e a densidade populacional como relevantes e de efeito positivo. Já os índices referentes a políticas de restrição e desenvolvimento social ou não foram significativos ou apresentaram relação oposta ao esperado.

Primeiro realizou-se uma estimativa por MQO a fim de realizar testes de especificação quanto a sua adequabilidade. O software estatístico STATA foi utilizado para verificar a presença de *outliers* por meio da formulação de resíduos estudentizados. Seu uso permitiu a identificação das dez observações com maiores e menores resíduos. Valores acima de +2 e menores do que -2 são indícios que aquelas observações são *outliers*. As tabelas construídas são organizadas de tal maneira que os 10 municípios com os menores valores se localizaram a esquerda, e os maiores na direita. Na Tabela 3 percebe-se a presença de resíduos com valores acima de 2, chegando a serem maiores do que 3. O mesmo se observa na Tabela 4, evidenciando, portanto, fortes indícios de *outliers* em cada modelo.

Tabela 3 - Resíduos Studentizados no Modelo com Taxa de Infecção

munícípio	r	munícípio	r
Água Fria	-2,258	Barra da Estiva	2,507
Rio do Pires	-1,889	Muniz Ferreira	2,528
São Francisco do Conde	-1,876	Seabra	2,555
Abaíra	-1,864	Richão do Jacuípe	2,680
Paramirim	-1,814	Uauá	2,898
Licínio de Almeida	-1,761	Maracás	2,962
Canavieiras	-1,738	São Felipe	3,298
Irajuba	-1,678	Conceição do Almeida	3,386
Crisópolis	-1,622	Caatiba	3,758
Boa Vista do Tupim	-1,604	Itororó	3,976

Fonte: Elaboração própria (2023)

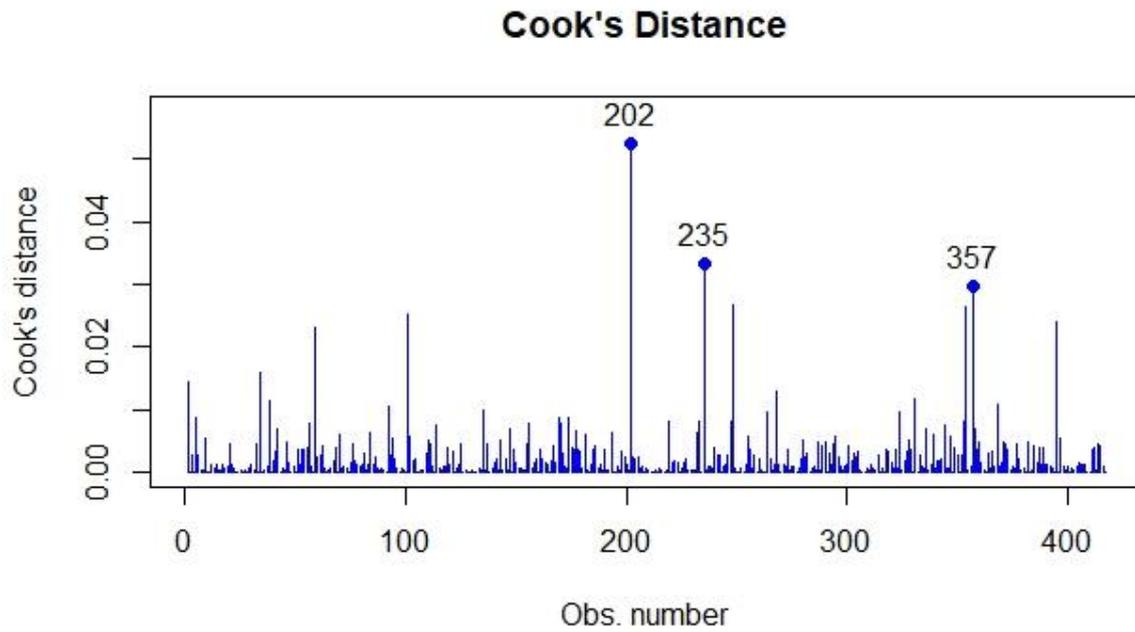
Tabela 4 - Resíduos Studentizados no Modelo com Taxa de Mortalidade

município	r	município	r
Irajuba	-3,018	Tanquinho	2,360
Cravolândia	-2,964	Maetinga	2,425
Cairu	-2,126	Nordestina	2,449
Catolândia	-1,918	Maracás	2,476
Jaguaquara	-1,906	Caatiba	2,767
Anguera	-1,895	Itapé	2,786
Caravelas	-1,884	Vereda	2,829
Conceição do Jacuípe	-1,832	Wanderley	2,898
Teolândia	-1,778	Uruçuca	2,947
Cabaceiras do Paraguaçu	-1,718	Nova Ibiá	3,125

Fonte: Elaboração própria (2023)

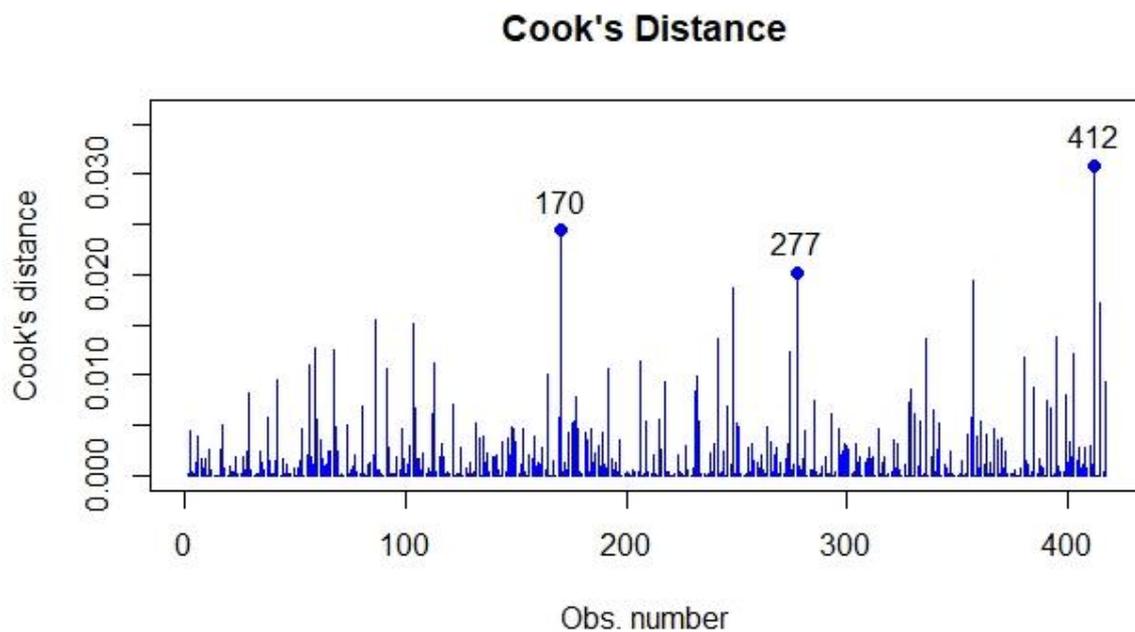
Para a determinação de sua influência, o pacote *predictmeans* do software estatístico R permitiu o cálculo e gráfico da estatística de *Cook's Distance*. Uma regra de bolso é que valores acima de 4 dividido pelo número de observações identifica observações influentes. As Figuras 15 e 16 ilustram os valores estimados. Seus resultados foram semelhantes para ambos os modelos, com 17 *outliers* influentes para ambas as regressões

Figura 15 - Cook's Distance no Modelo com Taxa de Infecção



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 16 - Cook's Distance no Modelo com Taxa de Mortalidade

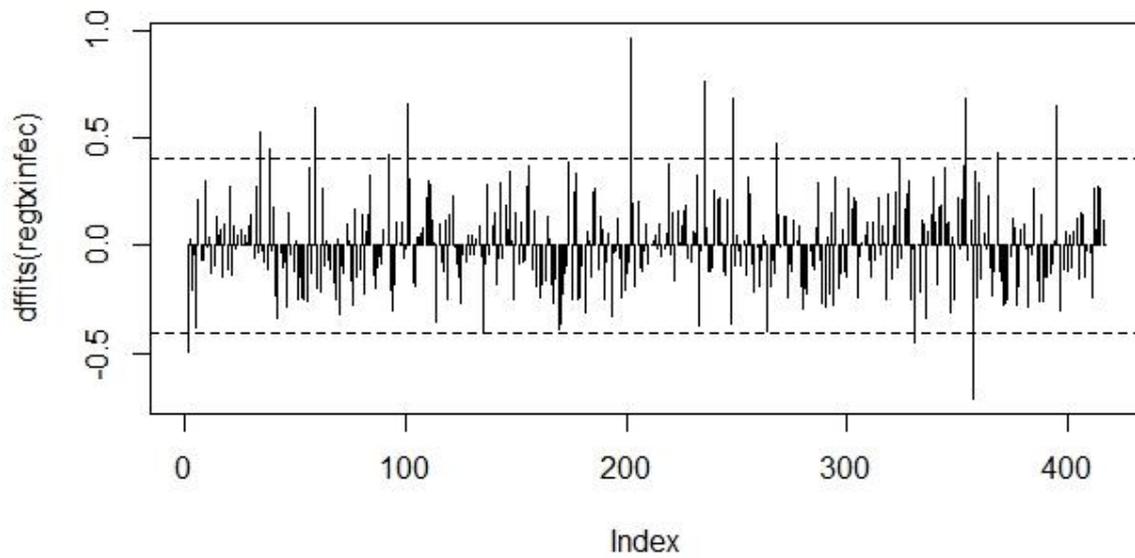


Fonte: Elaboração própria (2023)

Outra estatística, *DFITS*, pode ser calculada no R base. Nela, a identificação se dá por valores acima de dois vezes a raiz quadrada do número de variáveis explicativas dividido pelo

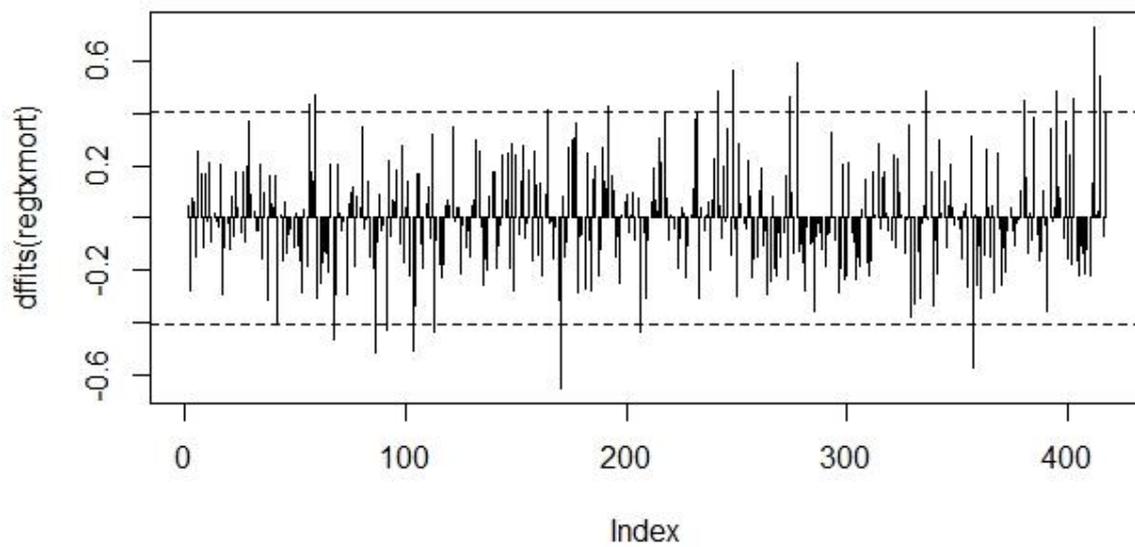
número de observações. Seus resultados podem ser observados nas Figuras 17 e 18. Foram identificados 17 *outliers* influentes na primeira regressão e 23 na segunda.

Figura 17 - DFFITS no Modelo com Taxa de Infecção



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 18 - DFFITS no Modelo com Taxa de Mortalidade



Fonte: Elaboração própria (2023)

Reconhece-se, assim, a necessidade de se trabalhar com métodos robustos para lidar com essa característica dos dados. A aplicação do modelo de regressão quantílica pode ser observada na Tabela 5. Seus resultados foram obtidos para tanto para a taxa de infecção quanto mortalidade nos quantis de 25%, 50% e 75%.

Percebe-se que a qualidade educacional, a densidade populacional e o PIB per capita foram fatores significativos e de efeito positivo em todos os quantis. Aparentemente, as maiores possibilidades de contágio advindas da atividade econômica superaram outros possíveis fatores benéficos do alto nível de renda. Surpreendentemente, a população idosa foi menos relevante do que a literatura internacional e nacional sugere (Amdaoud; Arcuri; Levratto, 2021; Mascarello *et al.*, 2021). Seu coeficiente possui o efeito positivo esperado, mas sua significância à 5% só foi constada no quantil de 75%. Outros resultados em desacordo com o esperado foram o impacto positivo da maior presença de mulheres nos quantis de 25% e 50% (Immordino *et al.*, 2022) e o efeito nulo da maior presença de residentes negros.

A Figura 13 pareceu revelar um padrão de concentração das maiores taxas de mortalidade nas regiões sul e extremo sul do estado. Mesmo que seja um modelo utilizando a taxa de infecção, os resultados das variáveis *dummy* regionais parecem confirmar a presença de fortes padrões espaciais. O coeficiente de todas as variáveis regionais, com exceção do extremo sul, foi negativo e significativo em todos os quantis.

Tabela 5 - Regressão Quantílica Taxa de Infecção

	Variável Dependente		
	txinfec		
	(25)	(50)	(75)
pop60mais	1,120*	1,073	1,808**
	(0,635)	(0,828)	(0,765)
ifdm_edu	29,902*	59,883***	54,440***
	(16,262)	(21,700)	(18,544)
ldens	3,434**	3,906*	6,045***
	(1,460)	(2,306)	(1,617)
lpib	15,175***	14,863***	21,957***
	(3,296)	(4,364)	(3,360)
mulher	2,985**	4,079**	1,307
	(1,418)	(1,927)	(1,625)
negros	-0,052	0,013	-0,121
	(0,138)	(0,153)	(0,158)
lrestrição	-29,928	135,021	143,662
	(117,232)	(154,083)	(119,094)
ifdm_sau	5,738	12,939	4,914
	(7,607)	(12,386)	(9,391)
centroleste	-29,550***	-31,128***	-20,839***
	(4,407)	(6,573)	(5,594)
centronorte	-18,318***	-24,128***	-22,242***
	(4,070)	(6,573)	(5,705)
extremosul	-3,495	-10,852	-3,999
	(8,493)	(10,300)	(5,496)
leste	-28,478***	-32,902***	-29,848***
	(5,373)	(7,016)	(5,792)
nordeste	-27,237***	-35,436***	-34,458***
	(6,270)	(5,925)	(6,701)
norte	-25,980***	-33,167***	-34,202***
	(3,880)	(8,153)	(4,193)
oeste	-38,516***	-29,681***	-25,618***
	(8,538)	(8,552)	(3,553)
sudoeste	-24,287***	-30,348***	-22,481***
	(3,711)	(6,622)	(5,940)
Constante	-132,161	-877,115	-826,055*
	(469,639)	(621,454)	(484,696)

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01; valores entre parênteses representam o desvio padrão dos coeficientes

Fonte: Elaboração própria (2023)

O uso da variável de taxa de óbitos acumulados em relação à população do município implicou em importantes mudanças nos resultados obtidos (Tabela 6). Nem o percentual de residentes acima de 60 anos ou a densidade populacional, presença de mulheres, de residentes negros e o nível de desenvolvimento educacional e de saúde foram significativos em qualquer dos quantis estimados.

Outra mudança importante é a da significância das políticas de restrição a mobilidade. O seu aparente efeito em propiciar o contágio do vírus vai em desencontro com o teorizado e observado pela literatura (Acemoglu *et al.*, 2021; Silva; Figueiredo filho; Fernandes, 2020), sendo possivelmente explicado pela defasagem do efeito das políticas e a dificuldade com o uso de dados com corte transversal. Curiosamente, o PIB per capita manteve os resultados previamente vistos no modelo anterior em todos os pontos da distribuição, demonstrando mais uma vez o potencial dos centros que movimentam alta renda para o contágio. Assim como no modelo anterior, e em acordo com a Figura 5, os resultados também parecem indicar a presença de um forte fator regional nas regiões sul e extremo sul da Bahia.

Tabela 6 - Regressão Quantílica Taxa de Mortalidade

	Variável Dependente		
	txmort		
	(25)	(50)	(75)
pop60mais	0,021 (0,015)	0,033** (0,015)	0,023 (0,017)
ifdm_edu	0,231 (0,347)	0,199 (0,357)	0,719* (0,395)
ldens	0,060 (0,042)	0,041 (0,029)	0,097* (0,054)
lpib	0,238*** (0,073)	0,328*** (0,075)	0,373*** (0,090)
mulher	0,058* (0,033)	0,054* (0,030)	0,047 (0,040)
negros	0,001 (0,003)	-0,001 (0,003)	-0,003 (0,003)
lrestrição	11,922*** (2,582)	12,082*** (2,318)	6,256** (2,500)
ifdm_sau	-0,028 (0,219)	-0,162 (0,197)	-0,047 (0,208)
Centroleste	-0,622*** (0,128)	-0,656*** (0,125)	-1,262*** (0,223)
Centronorte	-0,580*** (0,132)	-0,684*** (0,154)	-1,188*** (0,205)
Extremosul	0,041 (0,203)	0,066 (0,231)	-0,393 (0,245)
leste	-0,653*** (0,193)	-0,443*** (0,123)	-1,054*** (0,219)
nordeste	-0,589*** (0,128)	-0,662*** (0,143)	-1,272*** (0,193)
norte	-0,431** (0,203)	-0,327*** (0,119)	-0,905*** (0,270)
oeste	-0,394** (0,155)	-0,420*** (0,136)	-0,876*** (0,231)
sudoeste	-0,394** (0,155)	-0,374*** (0,126)	-1,036*** (0,193)
Constante	53,817*** (10,366)	54,655*** (9,264)	30,005*** (10,289)

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01; valores entre parênteses representam o desvio padrão dos coeficientes

Fonte: Elaboração própria (2023)

O outro método trabalhado foi o da regressão robusta por meio de estimador MM (Tabela 7). Suas características mais desejáveis já foram expostas na seção 5.2, justificando a sua adequabilidade para o problema.

Surpreende que assim como nos modelos de regressão quantílica, a população idosa não pareça ter sido um fator relevante. Supõe-se que sua discordância com o resto da literatura, se advinda de problemas com o modelo, não surge pela influência de *outliers*. O efeito da presença de mulheres sobre o contágio se mostra como outra surpresa. Ainda mais, diferentemente do observado na Tabela 6, o seu coeficiente também é positivo e significativo para a taxa de mortalidade. Embora, ressalte-se que em ambos os modelos ela apresenta baixo impacto em comparação à outros fatores.

Assim como já se foi observado, a forte presença de características regionais na evolução do vírus se confirma. Todas as regiões de saúde, com exceção do extremo sul, implicam em menores taxas de infecção e mortalidade quando comparadas ao sul.

Mesmo apresentando similaridades, os resultados também divergem em alguns pontos. No modelo que usa a taxa de infecção, maior densidade populacional e nível de desenvolvimento educacional aumentam a propagação do vírus. O efeito para densidade já era esperado (Brotherhood *et al.*, 2022), contudo, o coeficiente apresentado pela variável de educação se mantém sem explicação clara. Por outro lado, assim como observado na regressão quantílica na Tabela 6, políticas de restrição à mobilidade mais duras são associadas a maiores taxas de mortalidades.

Tabela 7 - Regressão Robusta MM

	Variável Dependente:		Variável Dependente:	
	txinfec		txmort	
pop60mais	0,978	pop60mais	0,027*	
	(0,707)		(0,014)	
ifdm_edu	52,820***	ifdm_edu	0,358	
	(17,799)		(0,365)	
ldens	4,026**	ldens	0,046	
	(1,884)		(0,039)	
lpib	16,735***	lpib	0,286***	
	(3,015)		(0,062)	
mulher	3,650**	mulher	0,069**	
	(1,559)		(0,032)	
negros	-0,015	negros	-0,001	
	(0,151)		(0,003)	
lrestrição	61,226	lrestrição	11,363***	
	(118,236)		(2,421)	
ifdm_sau	10,525	ifdm_sau	-0,219	
	(10,123)		(0,207)	
centroleste	-26,154***	centroleste	-0,785***	
	(4,579)		(0,094)	
centronorte	-20,031***	centronorte	-0,731***	
	(5,335)		(0,109)	
extremosul	-2,731	extremosul	-0,049	
	(6,548)		(0,134)	
leste	-30,730***	leste	-0,611***	
	(5,492)		(0,112)	
nordeste	-32,389***	nordeste	-0,759***	
	(5,477)		(0,112)	
norte	-30,858***	norte	-0,455***	
	(6,155)		(0,126)	
oeste	-28,464***	oeste	-0,483***	
	(5,918)		(0,121)	
sudoeste	-25,572***	sudoeste	-0,557***	
	(4,746)		(0,097)	
Constante	-561,181	Constante	-51,879***	
	(480,213)		(9,835)	

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01; valores entre parênteses representam o o desvio padrão dos coeficientes

Fonte: Elaboração própria (2023)

7 CONCLUSÃO

Os países em desenvolvimento foram tão atingidos pela pandemia quanto os desenvolvidos. Entretanto, um número muito menor de estudos foi realizado sobre a conexão de suas particularidades e o contágio e mortalidade pelo COVID-19. Mesmo entre esses países as regiões fora dos seus eixos centrais não recebem a mesma atenção. A Bahia, o maior estado do nordeste, não é excluída dessa realidade.

O presente trabalho buscou estudar os determinantes socioeconômicos do contágio e mortalidade pelo COVID-19 no estado da Bahia. A variedade de contextos sociais presentes num dos maiores estados da federação se mostra como um meio valioso para se compreender a dinâmica do vírus.

Mostrou-se como o estado era marcado por desigualdades mesmo antes da pandemia, tanto de gênero quanto raciais e espaciais. Apesar de ser uma das maiores economias do país, a Bahia situava-se desfavoravelmente em múltiplos indicadores de desenvolvimento social. Curiosamente, a pandemia não a afetou de maneira desproporcional em relação aos outros estados. Embora ressalte-se que fatores de subnotificação advindos de parca testagem e precária infraestrutura médica compliquem essa avaliação do panorama.

Uma série de informações foram inferidas pelos modelos estimados. O PIB per capita e as *dummies* regionais fora do Sul e Extremo Sul foram regularmente identificadas como variáveis relevantes e de impacto positivo. Esses resultados se sustentam tanto para o uso da taxa de infecção quanto de mortalidade, evidenciando o alto potencial de contágio advindo de maior atividade econômica e dessas regiões em específico. A densidade populacional apresentou impacto positivo em diversos modelos com a taxa de infecção, mas não pareceu ser relevante para a taxa de mortalidade. A explicação para sua importância é clara: aglomerações oferecem um ambiente propício para uma doença que se espalha por contato próximo e pelo ar.

A falta de significância do percentual de residentes negros em todos os testes realizados surpreende. Grupos étnicos discriminados normalmente foram encontrados como mais vulneráveis e propícios à propagação pela literatura. Por outro lado, o impacto positivo das mulheres diverge do estudado pela literatura sobre suas possíveis diferenças de comportamento de risco e suscetibilidade à doenças quando comparadas a indivíduos do sexo masculino.

Outras surpresas surgiram com os resultados para os índices de desenvolvimento educacional e de saúde. Com o uso da taxa de infecção, maiores níveis educacionais aparentam impactar positivamente no contágio, tanto na regressão quantílica, quanto na estimação por métodos robustos. É possível que uma população mais bem educada procure se testar mais, reduzindo a subnotificação. Melhores índices de saúde também não pareceram ser relevantes em nenhum dos casos, o que espanta e talvez represente ou a inadequabilidade da variável de saúde escolhida ou que os problemas do setor de saúde na Bahia são uniformes entre as regiões.

Municípios economicamente relevantes e dentro das regiões de saúde sul e extremo sul merecem atenção dos formuladores de políticas públicas no futuro. Seu potencial como vetores de contágio foi constatado nos resultados e futuras epidemias e pandemias podem se espalhar por eles. Reconhece-se também que o déficit de infraestrutura médica contribuiu para a subnotificação e falta de testagem.

Uma série de limitações impediu uma avaliação mais precisa do objeto de estudo. A falta de dados de mobilidade afetou negativamente o estudo. Sua importância foi constada em múltiplos estudos internacionais e para os municípios baianos só foram encontrados para algumas dezenas, limitando significativamente o tamanho da amostra. Muitas das variáveis também dependeram do censo demográfico de 2010, indicando que mudanças nas composições demográficas desde então não foram captadas.

O formato de corte transversal foi o escolhido. Contudo, dados em painel podem fornecer informações mais ricas, já que o fator temporal provavelmente foi relevante para a evolução da dinâmica pandêmica. Além disso, o alto número de variáveis e a falta de significância esperada dificultou a interpretação dos resultados. A implementação de análise de componentes principais pode ajudar a contornar o problema ao formar combinações lineares das variáveis e minimizar problemas associados à colinearidade. Por último, considerações sobre o caráter espacial também podem ser levadas em consideração em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, Daron *et al.* Optimal targeted lockdowns in a multigroup SIR model. **American Economic Review: Insights**, v.3, n.4, p.487–502, 2021.
- AHMED, Faheem *et al.* Why inequality could spread COVID-19. **The Lancet Public Health**, v. 5, n. 5, p. e240, 2020.
- ALPHABET. **COVID-19**: relatórios de mobilidade da comunidade. Disponível em: <https://www.google.com/covid19/mobility>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- AMDAOUD, Mounir; ARCURI, Giuseppe; LEVRATTO, Nadine, Are regions equal in adversity? A spatial analysis of spread and dynamics of COVID-19 in Europe. **The European Journal of Health Economics**, v. 22, n. 4, p. 629–642, 2021.
- ANDERSEN, Lauren M. *et al.*, Analyzing the spatial determinants of local Covid-19 transmission in the United States. **Science of The Total Environment**, v. 754, p. 142396, 2021.
- ATLAS BRASIL. **Índice de desenvolvimento humano municipal**. 2022. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- BANCO MUNDIAL. **World development indicators database. GINI index**. , 2021. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- BAHIA. Secretaria da Saúde. **Boletins epidemiológicos – Covid-19 | Sesab**. Disponível em: <https://www.saude.ba.gov.br/temasdesaude/coronavirus/boletins-epidemiologicos-covid-19>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- BAHIA Secretaria de Planejamento do Estado. **PIB estadual anual**. Disponível em: https://sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&id=2096&Itemid=333&lang=pt. Acesso em: 11 jul. 2023.
- BAYER, Christian; KUHN, Moritz, Intergenerational ties and case fatality rates: across-country analysis. **SSRN Electronic Journal**, n. 13114, 2020.
- BIANCHI, Francesco; BIANCHI, Giada; SONG, Dongho, The long-term impact of the COVID-19 unemployment shock on life expectancy and mortality rates. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v.146, p.104581, 2023.
- BLAVATNIK SCHOOL OF GOVERNMENT. **COVID-19 government response tracker | blavatnik school of government**. Disponível em: <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/covid-19-government-response-tracker>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- BRASIL. Ministerio da Saúde. **Boletim epidemiológico n93 - Boletim COE Coronavírus** . Brasília. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/covid19/2021/boletim_epidemiologico_covid_93.pdf/view. Acesso em: 11 jul. 2023.

BROTHERHOOD, Luiz *et al.* **An Economic model of the Covid-19 epidemic: the importance of testing and age-specific policies.** Munique: Center for Economic Studies, 2020 (CESifo working paper, n.8316).

BROTHERHOOD, Luiz *et al.*, Slums and pandemics, **Journal of Development Economics**, v. 157, p. 102882, 2022.

CHETTY, Raj *et al.* **The economic impacts of COVID-19: evidence from a new public database built using private sector data.** Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2020.

DIMAGGIO, Charles *et al.* Black/africanamerican communities are at highest risk of COVID-19: spatial modeling of New York City ZIP Code–level testing results. **Annals of Epidemiology**, v. 51, p. 7, 2020.

EICHENBAUM, Martin S. ; REBELO, Sergio; TRABANDT, Mathias. The macroeconomics of epidemics. **The Review of Financial Studies**, v. 34, n. 11, p. 5149–5187, 2021.

FIGUEIREDO, Alexandre Medeiros de *et al.* Determinantes sociais da saúde e infecção por COVID-19 no Brasil: uma análise da epidemia. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, p. e20200673, 2020.

FONSECA, Elize Massard da *et al.* **COVID-19 in Brazil: presidential denialism and the subnational government's response.** Disponível em: https://muse.jhu.edu/pub/166/oa_edited_volume/chapter/2839486. Acesso em: 17 nov. 2023.

GIAGHEDDU, Marta; PAPETTI, Andrea, The macroeconomics of age-varying epidemics. **European Economic Review**, v. 151, p. 104346, 2023.

GUERRA, Oswaldo Ferreira; GONZALEZ, Paulo Sérgio Hermida. **Crescimento econômico e desigualdade social na Bahia.** Salvador: Conselho Regional de Economia–BA, 2013.

IBGE. **Censo brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro, 2012.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2019.** Rio de Janeiro, 2019.

IMMORDINO, Giovanni *et al.* Fear of COVID - 19 contagion and consumption: evidence from a survey of Italian households. **Health Economics**, v. 31, n. 3, p. 496, 2022.

KEELING, Matthew. **The mathematics of diseases | plus.maths.org.** Disponível em: <https://plus.maths.org/content/mathematics-diseases>. Acesso em: 1 ago. 2023.

MARINO, Angelo Kisil; MENEZES-FILHO, Naércio. Lockdown and COVID-19: brazilian evidence. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 53, p. 217-256, 2023.

MASCARELLO, Keila Cristina *et al.* Hospitalização e morte por COVID-19 e sua relação com determinantes sociais da saúde e morbidades no Espírito Santo: um estudo transversal. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 30, p. e2020919, 2021.

MAROKO, Andrew R.; NASH, Denis; PAVILONIS, Brian T. COVID-19 and inequity: a comparative spatial analysis of New York city and Chicago hot spots. **Journal of Urban Health : Bulletin of the New York Academy of Medicine**, v. 97, n. 4, p. 461–470, 2020.

NATIVIDADE, Marcio dos Santos *et al.* Distanciamento social e condições de vida na pandemia COVID-19 em Salvador-Bahia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 3385-3392, 2020.

OLIVEIRA DE ARAÚJO, Pricila *et al.* Institutionalized elderly: vulnerabilities and strategies to cope with Covid-19 in Brazil. **Investigación y Educación em Enfermería**, v. 39, n. 1, 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Coronavirus Dashboard**. Disponível em: <https://covid19.who.int>. Acesso em: 11 jul. 2023.

PETHERICK, Anna *et al.* **Do Brazil's Covid-19 government response measures meet the WHO's criteria for policy easing**. Oxford: Blavatnik School of Government, 2020. (Working paper).

SILVA, Lucas; FIGUEIREDO FILHO, Dalson; FERNANDES, Antônio. The effect of lockdown on the COVID-19 epidemic in Brazil: evidence from an interrupted time series design. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 10, p. e00213920, 2020.

TEIXEIRA, Francisco Lima Cruz; SOUSA, Sílvio Vanderlei Araújo. Desigualdade, emprego e aglomerações produtivas: análise da dinâmica dos territórios de identidade da Bahia. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 26, n. 1, p. 9-32, 2026.

TELES, Andrei Souza; COELHO, Thereza Christina Bahia; FERREIRA, Milla Pauline da Silva. Gasto Público em Saúde na Bahia: explorando indícios de desigualdades. **Saúde em Debate**, v. 41, p. 457–470, 2017.

XIMENES, Ricardo *et al.* Covid-19 no nordeste do Brasil: entre o lockdown e o relaxamento das medidas de distanciamento social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 1441–1456, 2021.