UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

ADINÉSIA LIMA LEITE

FATORES ASSOCIADOS ÀS MORTES POR COVID-19: UM OLHAR SOB A ÓTICA DO CAPITAL HUMANO

SÃO CRISTÓVÃO/SE
2022

ADINÉSIA LIMA LEITE

FATORES ASSOCIADOS ÀS MORTES POR COVID-19: UM OLHAR SOB A ÓTICA DO CAPITAL HUMANO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais.

Orientadora Profª. Drª. Fernanda Esperidião
Coorientador Prof. Dr. Thiago Henrique C. Rios Lopes.

SÃO CRISTÓVÃO/SE
2022

ADINÉSIA LIMA LEITE

FATORES ASSOCIADOS ÀS MORTES POR COVID-19: UM OLHAR SOB A ÓTICA DO CAPITAL HUMANO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais.

Orientadora Profª. Drª. Fernanda Esperidião
Coorientador Prof. Dr. Thiago Henrique C. Rios Lopes.

Aprovada em _____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

_____
Profª. Drª. Fernanda Esperidião (Orientadora)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

_____
Prof. Dr. Thiago Henrique C. Rios Lopes (Coorientador)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

_____
Prof. Dr. Kleber Fernandes de Oliveira (Examinador)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

_____
Dr. Raphael de Freitas Saldanha (Examinador Externo)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, força que me sustentou em todos os momentos.

Aos meus pais e irmãos, por todo apoio.

Aos meus orientadores, Profa. Drª. Fernanda Esperidião e Prof. Dr. Thiago Henrique C. Rios Lopes, por toda contribuição e dedicação na condução do processo de orientação.

A Ulemberg, pelo carinho, compreensão e por toda ajuda ao longo dessa jornada.

Aos professores, que no decorrer do curso transmitiram um pouco dos seus conhecimentos para construção dos meus.

Às amigas, Josiane e Josiene, pela amizade e companheirismo.

A Elder Cleiton, colega de trabalho, pela ajuda.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Em 2020 o mundo foi surpreendido pela Pandemia de COVID-19, causada pelo vírus SARS-Cov-2, que desencadeou uma crise humanitária, econômica e social a nível global. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos do capital humano, representado pelo nível de escolaridade, sobre as mortes causadas pela COVID-19 nos munícipios da Região Nordeste, em dois períodos distintos da pandemia: julho de 2020 e abril de 2021, respectivamente. Para obtenção dos resultados, foram estimados modelos logísticos hierárquicos com variáveis a nível individual e ambiental. Os resultados indicaram que a probabilidade de óbito é maior entre os indivíduos do sexo masculino, com comorbidades, idosos, da raça/cor parda e sem escolaridade. Além disso, pessoas que receberam a vacina antiviral ou a vacina contra a COVID-19 apresentaram menor risco de óbito pela doença. O IDHM também apresentou significância na redução da probabilidade de óbitos. Porém, as variáveis de saneamento básico e renda per capita não resultaram significantes. Portanto, no caso dos municípios do Nordeste, não se pode afirmar que essas duas variáveis tiveram impacto significativo sobre a chance de morte pelo SARS-CoV-2.

Palavras-chave: Pandemia de COVID-19; Capital Humano; Região Nordeste.

ABSTRACT

In 2020 the world was surprised by the COVID-19 Pandemic, caused by the SARS-Cov-2 virus, which triggered a global humanitarian, economic and social crisis. In this sense, this study aimed to analyze the effects of human capital, represented by the level of education, on deaths caused by COVID-19 in the municipalities of the Northeast Region, in two different periods of the pandemic: July 2020 and April 2021, respectively. To obtain the results, hierarchical logistic models were estimated with variables at individual and environmental levels. The results indicated that the probability of death is higher among males, with comorbidities, elderly, of mixed race/color and without education. In addition, people who received the antiviral vaccine or the vaccine against COVID-19 had a lower risk of death from the disease. The IDHM also showed significance in reducing the probability of deaths. However, the basic sanitation and per capita income variables were not significant. Therefore, in the case of municipalities in the Northeast, it cannot be said that these two variables had a significant impact on the chance of death from SARS-CoV-2.
Keywords: COVID-19 Pandemic; Human capital; Northeast Region.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis e quantitativos de dados imputados para julho/2020 43
Tabela 2 - Variáveis e quantitativos de dados imputados para abril/2021 43
Tabela 3 - Estatística descritiva referente ao período de julho/2020..... 48
Tabela 4 - Estatística descritiva referente ao período de abril/2021 48
Tabela 5 - Estatística descritiva das variáveis categóricas..... 48
Tabela 6 - Resultados econométricos para o período de julho/2020 50
Tabela 7 - Resultados econométricos para o período de abril/2021 53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9

2. REFERENCIAL TÉORICO 11

2.1. Desenvolvimento Socioeconômico 11

2.2. Capital Humano 16

2.3. Consequências econômicas e sociais de uma pandemia 21

3. REVISÃO DE LITERATURA EMPÍRICA 27

4. METODOLOGIA 33

4.1 Abordagem Metodológica 33

4.2 Fonte e tratamento dos dados 36

4.3 Imputação Múltipla (IM) 38

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 48

5.1 Discussão dos Resultados 55

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 59

REFERÊNCIAS 61

1. INTRODUÇÃO

A teoria do capital humano tem ganhado cada vez mais espaço não apenas na literatura, mas também nos diferentes segmentos da sociedade: econômico, social e político. Para aumentar o nível de renda e bem-estar social do indivíduo, o caminho sinalizado para isso é o investimento em capital humano. Além disso, o aumento no nível educacional contribui para a redução da desigualdade social entre classes e regiões do país (CRUZ; TEIXEIRA; BRAGA, 2010).

Segundo Balassiano, Seabra e Lemos (2005) a maior facilidade de encontrar emprego vem sendo diretamente associada à questão da qualificação profissional, sendo esta representada por um conjunto de atributos que incluem aspectos relativos à educação formal, à capacidade de aprender permanentemente, de empreender, além de um conjunto de atitudes como iniciativa, autonomia e versatilidade. Esses atributos garantiriam aos trabalhadores a empregabilidade, isto é, a capacidade de permanecer no mercado de trabalho.

Os investimentos em capital humano corroboram para a redução das desigualdades sociais, aumento da produtividade total dos fatores e, por sua vez, para o crescimento e desenvolvimento econômico (CRUZ; TEIXEIRA; BRAGA, 2010).

No tocante ao desenvolvimento, deve-se adotar uma análise cuidadosa ao avaliar os seus parâmetros, não devendo a investigação se restringir a fatores econômicos. Os indicadores sociais são de extrema importância e não devem ser desconsiderados. Amartya Sen (1999), um crítico da teoria do desenvolvimento tradicional, vai além. O foco central da sua teoria está assentado na questão das liberdades individuais, isto é, na expansão das capacidades dos indivíduos. Para isso, o autor referido destaca que se deve primar pela desobstrução das principais fontes inibidoras dessas liberdades: pobreza, falta de acesso aos serviços públicos, privação de oportunidades econômicas e exclusão social.

Em 2020 o mundo foi surpreendido por uma epidemia de grandes proporções, que ainda se faz presente neste momento em que este trabalho está sendo escrito, e esse fenômeno tem sido enfrentado de forma diferenciada entre países, regiões, grupos e classes sociais. A pandemia da COVID-19, conforme comprovado por alguns estudos que veremos mais adiante, tem afetado em maior proporção os grupos mais vulneráveis econômicos e socialmente. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho consiste em avaliar os efeitos do capital humano, representado pelo nível de escolaridade, sobre as mortes causadas pela COVID-19, nos meses de julho de 2020 e abril de 2021, respectivamente. Assim, em função das significativas diferenças entre as regiões brasileiras, fruto, em parte, do processo de

formação econômico do país que resultou em regiões com níveis desiguais de desenvolvimento, constatado nas diferenças econômicas, sociais e culturais (CANO; GUIMARÃES NETO, 1986), o estudo restringir-se-á aos municípios da Região Nordeste.

Mas especificamente, este trabalho visa investigar se o maior nível de capital humano dos indivíduos dos municípios da Região Nordeste, precisamente dos 1793 municípios que compõem a referida região, está associado a uma menor taxa de mortalidade provocada pela COVID-19. Espera-se que quanto maior o nível de capital humano dos indivíduos, menor será a taxa de letalidade causada pela COVID-19, pois pessoas com maior nível de escolaridade têm comportamentos mais saudáveis, como práticas de exercícios físicos, alimentação saudável, maior cuidado com a higiene e realização de exames preventivos. Estas são práticas essenciais para minimizar os sintomas da síndrome respiratória causada pelo vírus SARS-COV-2. Além disso, os efeitos benéficos do capital humano são multidimensionais: macroeconômicos, individuais e sociais que podem contribuir positivamente para uma menor taxa de mortalidade na região (BESARRIA et al., 2016; CAMPOS; MIRANDA, 2021).

Estre trabalho está dividido em quatro capítulos, além desta introdução e das considerações finais. No capítulo 2, revisamos a literatura sobre desenvolvimento socioeconômico e capital humano, além de apresentar as principais consequências econômicas e sociais de uma pandemia. No capítulo 3 foi feito uma revisão da literatura empírica sobre os fatores determinantes da COVID-19. No capítulo 4 apresentamos a metodologia usada para analisar a relação entre capital humano e a letalidade da COVID-19. Por fim, no último capítulo, apresentamos os resultados encontrados.

2. REFERENCIAL TÉORICO

Neste capítulo revisamos a literatura sobre desenvolvimento socioeconômico e capital humano, além de apresentar as principais consequências teóricas de uma pandemia. Está dividido em três seções. A primeira, aborda a questão do desenvolvimento socioeconômico. A segunda faz uma revisão da teoria do capital humano. Na terceira seção são apresentadas as principais consequências econômicas e sociais de uma pandemia.

2.1. Desenvolvimento Socioeconômico

Por vezes desenvolvimento e crescimento econômico foram tomados como equivalentes. Essa ideia foi corroborada por estudiosos da área. Adam Smith (1996) em sua obra intitulada A Riqueza das Nações que discorre sobre a formação de riqueza de uma nação, divisão do trabalho, acumulação de capital e distribuição de renda, partilha desse entendimento. Para Smith o crescimento econômico é o componente principal para o desenvolvimento econômico, ou melhor, o próprio desenvolvimento (MATOS; ROVELLA, 2010).

Entretanto, essa ideia de desenvolvimento equivalente a crescimento econômico começa a adquirir conotações diferentes a partir da conceituação de Schumpeter (1978). Na visão do referido autor, desenvolvimento está associado a um processo de transformação/inovação, isto é, a criação de algo novo ou a introdução de um método diferente na execução de determinada tarefa ou serviço. Todavia, esta definição está postulada em fatores estritamente econômicos, não abordando o quesito socioeconômico do desenvolvimento.

Há aproximadamente meio século, este conceito vem passando por transformações, deixando de significar apenas fenômenos e processos exclusivamente econômicos, a exemplo do produto interno bruto e/ou a produtividade total dos fatores de produção. Neste processo de mudança de denotação, diversas noções foram adicionadas ao conceito de desenvolvimento, o que permitiu, inclusive, o surgimento de expressões associadas, tal como desenvolvimento sustentável e desenvolvimento humano (PINHEIRO, 2012).

Partindo de uma perspectiva distinta de desenvolvimento, Seers (1969), um crítico da teoria do desenvolvimento baseado no crescimento do PNB, salienta que o crescimento econômico não é um bom preditor para o desenvolvimento. Para isso, devem-se olhar os níveis de pobreza, desemprego e desigualdade de um país. Segundo este autor, se ao menos um dos mencionados indicadores está piorando, sobretudo, se os três não estão melhorando,

não caberia dizer que está havendo desenvolvimento, ainda que a renda per capita tenha aumentado. Além disso, para Seers (1969), os níveis educacionais e políticos, a liberdade de expressão e a independência da nação perante as outras, se tornam objetivos do desenvolvimento econômico cada vez mais importante à medida que os indicadores de pobreza, desemprego e desigualdade diminuem.

Com uma visão semelhante à de Dudley Seers, o desenvolvimento para Sen (1999) é visto como um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam, isto é, o desenvolvimento está além do mero aumento dos indicadores econômicos de renda per capita, Produto Nacional Bruto (PNB), industrialização e progresso tecnológico. A teoria do desenvolvimento de Amartya Sen traz a questão das liberdades individuais como ponto central. "O processo de expansão das liberdades inclui as dinâmicas sociais, econômicas, políticas e ambientais necessárias para garantir uma variedade de oportunidades para as pessoas, bem como o ambiente propício para cada um exercer na plenitude seu potencial" (PINTO; COSTA; MARQUES, 2013, p.23). Neste contexto, as liberdades constituem o fim principal e meio crucial do desenvolvimento (SEN, 1999).

Na visão do referido autor, o crescimento econômico não pode ser visto como um fim em si mesmo, devendo perseguir, particularmente, a melhoria das condições de vida das pessoas, de modo que a liberdade dos indivíduos não seja suprimida pelas condições sociais em que se encontram. Assim, o crescimento do PIB, o avanço tecnológico, a industrialização e a modernização social são primordiais para expansão das liberdades individuais. Entretanto, as liberdades dependem de determinantes outros, como o acesso à educação e saúde e aos direitos civis (SEN, 1999).

Dessa forma, Sen (1999) afirma que o desenvolvimento deve primar pela desobstrução das principais fontes inibidoras das liberdades substantivas, a saber: pobreza, falta de acesso aos serviços públicos, privação de oportunidades econômicas, exclusão social e regimes autoritários.

Neste aspecto, Ignacy Sachs (2008) afirma que:

> O desenvolvimento, distinto do crescimento econômico, cumpre esse requisito, na medida em que os objetivos do desenvolvimento vão bem além da mera multiplicação da riqueza material. O crescimento é uma condição necessária, mas de forma alguma suficiente (muito menos é um objetivo em si mesmo), para se alcançar a meta de uma vida melhor, mais feliz e mais completa para todos (SACHS, 2008, p. 13).

Corroborando com o posicionamento, Oliveira (2002, p. 40) assegura que o "desenvolvimento deve ser encarado como um processo complexo de mudanças e transformações de ordem econômica, política e, principalmente, humana e social".

Neste sentido, o objetivo principal passa a ser a promoção da igualdade e a maximização da vantagem das pessoas que vivem em situações precárias, de modo a reduzir a pobreza que persiste mesmo em um mundo com condições suficiente para eliminar tal fenômeno (SACHS, 2008).

Para que isso seja possível, devem-se prover meios para engajar a parcela da população parcialmente excluída do processo de desenvolvimento. Conforme salienta Saches (2008, p. 38) "sob algumas circunstâncias, a inclusão justa se converte em requisito central para o desenvolvimento". Dessa forma, o caminho a ser seguido é o do desenvolvimento includente, definido como um fenômeno oposto ao padrão de crescimento perverso, caracterizado como excludente e concentrador de renda e riqueza. Assim, o desenvolvimento includente preza, sobretudo, pelo exercício dos direitos civis, cívicos, políticos e sociais (SACHS, 2008).

À vista disso, Sen (1999) já argumentava acerca da necessidade de considerar o efeito da democracia e das liberdades políticas sobre a vida e as capacidades dos indivíduos no processo do desenvolvimento econômico. Para ele os direitos políticos e civis dão aos cidadãos a oportunidade de ação, isto é, de expor as carências e necessidades em que estão imersos e exigir ação pública adequada. Acrescenta que um sistema democrático sólido é um componente de extrema importância para o processo de desenvolvimento. Além disso, afirma que a essência da democracia reside em três pilares: na sua importância intrínseca, nas contribuições instrumentais e no papel construtivo na criação de valores e normas.

Neste processo de desenvolvimento, conforme já destacado, é essencial que todos os cidadãos tenham acesso, em igualdade de condições, a programas de assistência social e aos serviços públicos, como educação, saúde, saneamento básico e moradia (SACHS, 2008).

Devido ao seu valor intrínseco, a educação é vital para o desenvolvimento, pois ela contribui para o enriquecimento cultural, torna as pessoas mais lúcidas, conscientes e autônomas, além de aumentar a autoconfiança e a autoestima. Ademais, a educação influencia na questão da empregabilidade. No entanto, a educação é requisito necessário, mas não suficiente para se ter um bom emprego. Portanto, é imprescindível vir acompanhado de pacotes de políticas de desenvolvimento (SACHES, 2008).

Sen (1999) afirma que a educação amplia os horizontes, e em particular, contribui para disseminar conhecimentos acerca do planejamento familiar, porque a educação para as

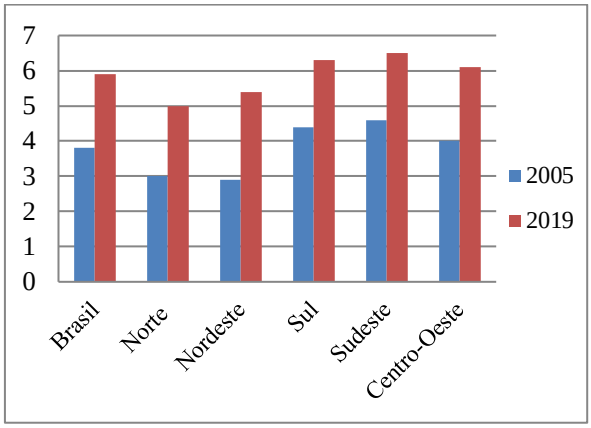
mulheres é capaz de reduzir as desigualdades entre os sexos, além de favorecer a redução das taxas de fecundidade e mortalidade infantil.

Por outro lado, o acesso aos serviços de saúde pertence a um objetivo mais abrangente: contribuir para a melhoria da saúde da população. Para isso, medidas como alimentação adequada, saneamento básico, moradia e trabalho, educação, bem como medidas preventivas, a exemplo das vacinas, são necessárias (SACHES, 2008).

O presente século presenciou um notável progresso dos padrões de vida das pessoas, a nível mundial, traduzidos na redução dos indicadores de fome, pobreza e doenças. Esses indicadores têm reflexos no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que expressa o impressionante progresso, reflexo, em média, das melhorias logradas em situações como expectativa de vida ao nascer, estimuladas, em maior proporção, pelas reduções nas taxas de mortalidade infantil. No entanto, mesmo considerando as respostas positivas dos indicadores de desenvolvimento, considerável parcela da população ficou para trás e as desigualdades persistem, ainda que tenha se estreitado no nível das capacidades básicas, ampliar-se-ão nos níveis das capacidades avançadas, tal como, saúde e educação de qualidade em todos os níveis e acesso efetivo às tecnologias (PNUD, 2019).

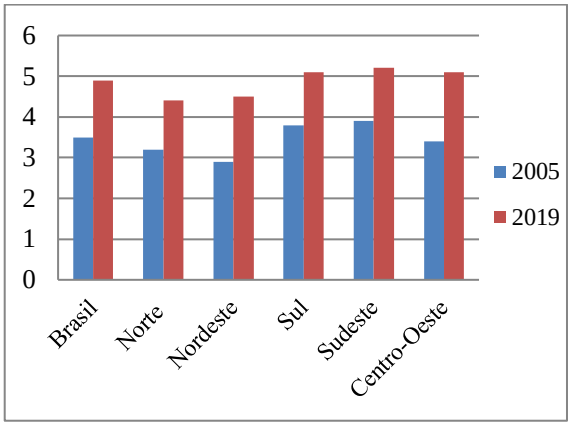
Neste contexto, o Brasil tem apresentado avanços significativos, o que pode ser observado a partir das últimas décadas. A partir do período mencionado, houve mudanças sociais relevantes, a exemplo da redução da desigualdade e da pobreza. Entretanto, apesar dessas mudanças serem constatadas no país como um todo, ocorreu de forma diferenciada entre as regiões. Exemplo disso pode ser observado olhando o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). No Brasil, o Ideb avançou ao longo dos anos em todas as fases de ensino. Nos anos iniciais do ensino fundamental o indicador saltou de 3,8 em 2005 para 5,9 em 2019, ficando acima da meta definida para o referido ano (5,7). Nos anos finais do ensino fundamental o índice passou de 3,5 em 2005 e atingiu 4,9 em 2019. Quanto ao ensino médio, o indicador que era de 3,4 em 2005 atingiu 4,2 em 2019, apesar do avanço ficou abaixo do esperado (5,0). Quando se olha para as regiões do país, verifica-se que as Regiões Sudeste e Sul apresentam os melhores indicadores, conforme pode ser visto nos gráficos a seguir.

Gráfico 1 - Anos Iniciais do Ensino Fundamental



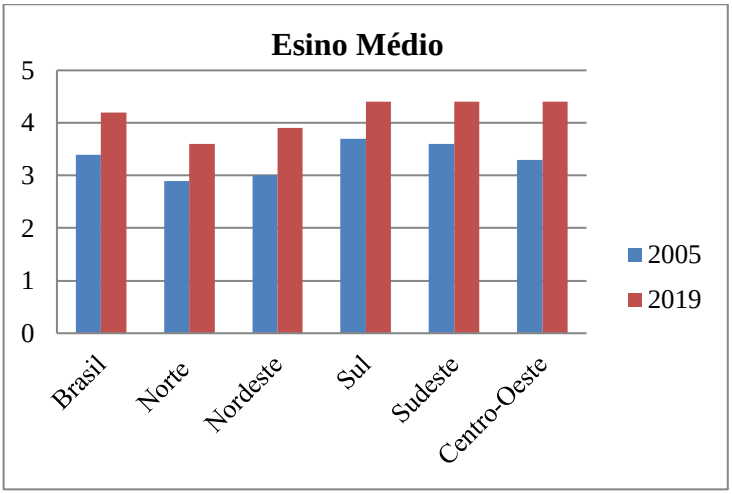
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2021)

Gráfico 2 - Anos Finais do Ensino Fundamental



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2021)

Gráfico 3 – Ensino Médio



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2021)

Nos anos iniciais do ensino fundamental o Ideb verificado nas Regiões Sudeste e Sul eram de 4,6 e 4,4, respectivamente, em 2005; em 2019 o indicador atingiu 6,5 e 6,3, respectivamente. Para a mesma etapa de ensino, os indicadores observados nas Regiões Norte e Nordeste, em 2005, foram de 3,0 e 2,9, respectivamente; em 2019, foram de 5,0 e 5,4, respectivamente. Nas demais fases de ensino as diferenças permanecem, com Norte e Nordeste apresentando os piores indicadores, como pode ser observado nos gráficos expostos (INEP, 2021).

Quantos aos indicadores epidemiológicos, o progresso alcançado antecede as duas últimas décadas, estando em sintonia com os processos de mudanças sociais recentes. Essas mudanças, por conseguinte, estão relacionadas tanto ao contexto das políticas macroeconômicas, como por exemplo, o controle inflacionário e a estabilização econômica que possibilitaram a recuperação do crescimento econômico, bem como ao ambiente institucional que propiciou as políticas sociais, entre elas cabe destacar os programas de

transferências de renda e a expansão da educação em todas as fases, principalmente, no ensino básico (ANDRADE et al., 2013; VICTORA et al., 2011).

Devido à adoção dessas políticas, o Brasil vinha sendo considerado, nos últimos anos, um país com um modelo de desenvolvimento a ser seguido, visto que suas estratégias de desenvolvimento extensiva e direcionada para as pessoas, visava, justamente, o aumento das capacidades e oportunidades dos cidadãos. O foco nessas capacidades confere a uma nação reação positiva face às adversidades ao criar uma comunidade mais unida e integrada. Todavia, apesar dos avanços, internamente os desafios são muitos (PINTO; COSTA; MARQUES, 2013).

Conforme destacado no Relatório de Desenvolvimento Humano de 2020, uma expansão da tendência ao retrocesso social está emergindo. Houve uma redução da mobilidade social e a instabilidade social está a aumentar. Expande-se uma variedade de desigualdades que inibe a participação na tomada de decisões, restringem a capacidade de inovação e intensificam as vulnerabilidades ambientais. Mediante essa situação, evidências apontam para um recuo democrático e uma ascendência do autoritarismo (PNUD, 2020).

Portanto, conforme evidencia Oliveira (2002, p. 43), “pensar em desenvolvimento é, antes de qualquer coisa, pensar em distribuição de renda, saúde, educação, meio ambiente, liberdade, lazer, dentre outras variáveis que podem afetar a qualidade de vida da sociedade”. Neste sentido, a educação é o fator elementar formador do capital humano, conforme será visto a seguir, e que deve ser incentivado e promovido por uma nação que pretende ter um desenvolvimento que vise não apenas o crescimento econômico, mas também o progresso social, redução das desigualdades e preservação ambiental (OLIVEIRA; OLIVEIRA; MORAES, 2016).

2.2. Capital Humano

De acordo com Moretto (1997) o termo capital humano vem sendo aplicado em diversas áreas do conhecimento científico, nas discursões políticas, bem como, no cotidiano dos diferentes segmentos da sociedade.

Lima (1980) afirma que, apesar de o conceito de capital humano existir há muito tempo, foi a partir da década de 1960, devido a maior preocupação com as questões do crescimento econômico e distribuição de renda, que maior esforço foi direcionado para integrá-lo à teoria econômica, sendo os trabalhos de Jacob Mincer (1958), Theodore Schultz (1962) e de Gary Becker (1964) os pioneiros.

Porém, o nascimento da teoria do capital humano remonta à Adam Smith (1776), na obra A Riqueza das Nações. Nessa época, Smith já delineava os contornos do que mais tarde viria a se chamar de Teoria do Capital Humano. Ele afirmava que as remunerações do trabalho variavam conforme o tempo, dispêndio e treinamento necessário para aprender a profissão (SMITH, 1996).

Ainda de acordo com o referido autor,

> Uma pessoa formada ou treinada a custo de muito trabalho e tempo para qualquer ocupação que exija destreza e habilidade extraordinárias pode ser comparada a uma dessas máquinas dispendiosas. Espera-se que o trabalho que essa pessoa aprende a executar, além de garantir lhe o salário normal de um trabalho comum, lhe permita recuperar toda a despesa de sua formação, no mínimo com os lucros normais de um capital do mesmo valor (SMITH, 1996, p. 149).

Mincer (1958) partindo de uma análise empírica, deixou claro a importância do capital humano ao correlacionar a distribuição de renda de um indivíduo ao investimento em educação e treinamento profissional. De acordo com a análise realizada pelo referido autor, os diferenciais de ganhos individuais seriam consequências das renúncias e dispêndios com formação, que implicariam em retornos salariais mais elevados em ocupações que exigem maior nível de conhecimento. Além disso, o declínio da produtividade, resultante do avanço da idade, tenderia a ser menor em trabalhos que exigem maior quantidade de treinamento. Assim, conforme constatado por Mincer, o capital humano seria um fator preponderante na determinação da extensão da dispersão da renda intraocupacional, de modo que quanto maior a quantidade de investimento em treinamento, maior a desigualdade de renda pessoal.

Schultz (1962) parte do princípio da análise econômica da educação. De início, o referido autor faz uma distinção entre educação e instrução, pois, apesar de serem equivalentes, há situações em que pese o uso de um ou outro conceito. Na concepção dele, a educação possui a função de moldar e aperfeiçoar as habilidades do ser humano. Prepará-los para o convívio em sociedade, bem como instruir, disciplinar e capacitar as pessoas para exercer uma função profissional. Instrução, por sua vez, é um conceito aplicado aos serviços educacionais ministrados pelas escolas e universidades, abrangendo o esforço dos estudantes para aprender.

O referido autor esclarece que a instrução destinada à aquisição de habilidades, com objetivo de elevar as rendas futuras, não deve ser tida como despesa, mas como investimento. Investimento em capital humano, adquiridos na escola sob a forma de conhecimentos e

habilidades. Dessa forma, fica entendido que Schultz (1962) define o capital humano como o investimento em capital humano, obtido por meio da instrução e educação, destinado a elevar as rendas futuras por meio das habilidades adquiridas na escola.

Para Becker (1964) o capital humano nada mais é que o investimento na formação e capacitação dos indivíduos. Para ele, à medida que se investe em educação, treinamento e saúde, isso constitui um investimento em capital, capital não físico ou financeiro porque não pode ser dissociado do ser humano, mas em capital humano que pode ser utilizado na produção de riqueza. Na visão do referido autor, esse capital pode ser adquirido por meio dos conhecimentos obtidos na escola, no seio familiar e na comunidade, especialmente, nos ambientes de trabalhos. Esses conhecimentos caracterizados como gerais e específicos, conforme destacado por Gary Becker (1964), aumenta a produtividade do trabalho e consequentemente contribui para o desenvolvimento econômico das nações, afirmando que os países que lograram êxito quanto a um crescimento sustentável em renda também tiveram grande expansão da educação e formação das forças de trabalho.

Assim, partindo do entendimento dos supracitados autores a respeito do capital humano, faz-se necessário apresentar o conceito desse termo. Sandroni (1999) conceitua capital humano da seguinte forma:

> Conjunto dos investimentos destinados à formação educacional e profissional de determinada população. O índice de crescimento do capital humano é considerado um dos indicadores do desenvolvimento econômico. O termo é usado também para designar as aptidões e habilidades pessoais que permitem ao indivíduo auferir uma renda. Esse capital deriva de aptidões naturais ou adquiridas no processo de aprendizagem. Nesse sentido, o conceito de capital humano corresponde ao de capacidade de trabalho (SANDRONI, 1999, p. 80).

No entender da OCDE, capital humano é definido como o conhecimento, habilidades, competências e atributos incorporados em indivíduos que facilitam e contribuem para o bem-estar pessoal, social e econômico (BRIAN, 2007).

De acordo com Motta (2008) a ideia fundamental da teoria do capital humano é que o trabalho, ao se apresentar como mais do que um fator de produção, apresenta-se como um tipo de capital: capital humano. Esse capital é tão mais produtivo quanto maior for sua qualidade. Essa qualidade é fruto da intensidade de treinamento científico-tecnológico e gerencial que cada trabalhador adquire ao longo de sua vida. A autora ainda ressalta que a qualidade do capital humano não apenas melhora o desempenho individual do trabalhador – tornando-o mais produtivo – como é um fator decisivo para gerar riqueza, crescimento econômico do país

e de equalização social. O capital humano é um fator de produção que ganha cada vez mais importância na explicação do diferencial de renda entre os países, seja na literatura teórica ou empírica.

Teoricamente, o capital humano é importante na determinação da renda por vias diretas e indiretas. Os efeitos diretos do capital humano são aqueles que afetam a renda através da melhora na produtividade marginal do trabalho, mantendo todos os outros fatores constantes (capital e tecnologia), isto é, da melhora na habilidade dos trabalhadores para a realização de suas respectivas tarefas. Ele é representado pela introdução do capital humano de forma direta na função de produção. Esse efeito foi enfatizado, inicialmente, por Schultz (1962) e incorporado em modelos como o de Mankiw, Romer e Weil (1992) (CANGUSSU; SALVATO; e NAKABASHI, 2010).

A teoria do capital humano afirmou que a melhoria no padrão de vida da parcela da população menos favorecida não dependia exclusivamente do capital fixo, como terras, máquinas ou energia, mas principalmente do conhecimento. Essa teoria preconiza que todas as habilidades são inatas ao indivíduo ou adquiridas e, portanto, devem ser aperfeiçoadas através de ações específicas que contribuam para o enriquecimento do capital intelectual. Assim, cada pessoa seria capaz de aumentar seu conhecimento por meio de investimentos destinados à formação educacional e profissional de cada um. Portanto, o aumento do capital humano poderia representar as taxas de produtividade do trabalhador, possibilitando o desenvolvimento de um país (CABRAL; SILVA; e SILVA, 2016).

Cabral, Silva e Silva (2016) acrescentam que, além de proporcionar o aumento de bem-estar individual, a teoria do capital humano também corrobora com a ideia de que o investimento seria o caminho para o desenvolvimento dos países. Ainda de acordo com os autores, a mencionada teoria teve impacto no então denominado Terceiro Mundo e surgiu como alternativa para redução das desigualdades sociais.

Um bom nível educacional, certificado por um diploma reconhecido, é muitas vezes visto como uma necessidade básica para conseguir um emprego bem remunerado. Há vários motivos para isso. Conforme afirma a teoria do capital humano, a educação é um investimento que produz aquisição de conhecimento e aumenta a produtividade, que por sua vez contribui para um maior nível de renda (CAHUC; ZYLBERBERG, 2004).

Segundo Barros e Mendonça (1997), o impacto de investimentos na educação não se limita apenas aqueles que se educam, mas também aqueles que os rodeiam, pois impacta na produtividade, aumenta a expectativa de vida das pessoas, devido à maior disponibilidade de recursos, além de, possivelmente, fazer com que os indivíduos reduzam o número de filhos,

aumentando a qualidade de vida e reduzindo a pobreza no futuro. Diante do exposto, os referidos autores sintetizam que a educação pode oferecer externalidades positivas diretas e indiretas. A externalidade direta estaria relacionada às melhorias nos rendimentos dos indivíduos, proporcionando, num caráter coletivo, maior crescimento econômico. Enquanto a externalidade indireta pode vir a proporcionar maior equidade e justiça social.

Viana e Lima (2010) compartilham da mesma ideia. Os autores acrescentam que ao partir do pressuposto de que o capital humano é representado pelo nível de educação de uma sociedade, influenciando direta ou indiretamente o crescimento econômico de uma região, também se pode dimensionar seus benefícios ou externalidades gerados para a sua população. A educação é vista não somente como um determinante do crescimento e progresso econômico, mas também como um dinamizador de externalidades positivas para a sociedade, pois alavanca maior consciência ao indivíduo, seja de caráter político, ético, moral ou social, minimizando fatores de risco à população e proporcionando maior bem-estar coletivo.

Segundo Motta (2008) para a teoria do capital humano, a educação consiste em um mecanismo que potencializa o trabalho, e, ao assumir essa função, constitui-se num investimento social ou individual igual ou superior ao capital físico. Ao conferir qualidade ao trabalho, a educação também se constitui num mecanismo de redução da desigualdade econômica e social, pois propicia o aumento da produtividade da força de trabalho, resultando em melhores condições de vida para o indivíduo, para suas famílias e, naturalmente, no bem-estar geral da sociedade. Nela é atribuído valor econômico e social à educação.

No contexto da ideologia desenvolvimentista, Motta (2008) afirma que a educação, enquanto capital humano, era compreendida como um instrumento de modernização e competitividade, pois podia promover a modernização dos fatores de produção, especialmente pela qualificação da mão de obra, e um instrumento de equalização entre países e regiões, bem como entre classes; um recurso básico de mobilidade e equalização social e de justiça social.

A importância do capital humano como um fator estratégico para o crescimento econômico já constitui uma tradição na literatura econômica. No entanto, ainda persistem as discussões sobre os canais pelos qual essa influência se exerce. Duas principais linhas de pesquisa, aparentemente antagônicas, predominam entre os estudos empíricos. Ambas situam-se no âmbito da teoria de crescimento endógeno, sendo que uma delas, iniciada por Lucas (1988), fortemente influenciada pela tradição do modelo neoclássico, modela o capital humano na função de produção como qualquer outro insumo do processo produtivo; a outra abordagem, devida a Nelson e Phelps (1966), associa o processo de difusão tecnológica e

catch-up à disponibilidade de capital humano. Uma terceira abordagem é associada à Romer (1990), também vinculada às novas teorias de crescimento, que considera o capital humano como o elemento dinâmico e determinante do processo de inovação tecnológica (SILVA; MARINHO, 2008).

Entretanto, Viana e Lima (2010) ressaltam que além da análise dos possíveis benefícios que a educação propicia ao sistema econômico e à sociedade como um todo, existem algumas restrições ou situações que podem inibir seu pleno desempenho. Entre elas, há o diferencial existente entre quantidade e qualidade, uma vez que, mesmo com um possível aumento contínuo da educação, pode ser que esta não esteja refletindo num nível qualitativo suficiente para dinamizar a produtividade e o progresso econômico-social na população.

2.3. Consequências econômicas e sociais de uma pandemia

"O conceito moderno de pandemia é o de uma epidemia de grandes proporções, que se espalha a vários países e a mais de um continente" (REZENDE, 1998, p. 154). Nesta mesma perspectiva, Porta (2008), define pandemia como uma epidemia que acontece mundialmente ou em área geográfica abrangente, transpassando fronteiras internacionais e normalmente atingindo um grande número de pessoas.

Ao longo da história da humanidade, as pandemias representaram importantes e terríveis catástrofes para a população e o desenvolvimento da sociedade. Seu aparecimento está associado à desolação e mortalidade ao longo dos séculos, chegando a atingir os dias atuais com a pandemia de COVID-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2 ou Novo Coronavírus, conforme veremos mais adiante (GUILLOT; SERPA, 2020).

As doenças infecciosas causam transtornos significativos para a economia global e a saúde pública. As evidências confirmam que seu surgimento está relacionado em grande parte as questões socioeconômicas, ambientais e ecológicas (JONES, 2008).

De acordo com Guillot e Serpa (2020) as primeiras grandes epidemias a assolaram a humanidade foram produzidas por varíola, peste bubônica, cólera e, desde o final do século XIX, pelo surgimento das causadas pela gripe.

Ao todo foram registradas três pandemias associadas à peste bubônica, causada pela bactéria *Yersinia Pestis*, transmitida pelo rato. A primeira denominada de Peste de Justiniano, data entre os anos 542 a 602 d.C, tendo origem no Egito e disseminação por toda parte do mundo civilizado: Ásia, África e Europa. Possuía alta letalidade, aproximadamente 100 milhões de mortes. Posteriormente, a segunda pandemia, chamada de Peste Negra, perdurou durante os séculos XIV e XVI e dizimou cerca de 30% da população europeia. O foco inicial

da doença foi constatado na Ásia e expandiu-se pela Europa e parte da África. Por fim, a terceira pandemia teve início na Mongólia e posteriormente se estendeu para Hong Kong em 1894 e daí para todo o planeta. Nesta terceira pandemia, a infecção adentrou as Américas, leste da África, África do Sul, Madagascar e Indochina. A porta de entrada eram as cidades portuárias. No Brasil, ela entrou pelo Porto de Santos em 1899, a partir de 1907 foi se espalhando pelo interior do país. A sua eliminação deveu-se em grande parte as medidas sanitárias adequadas, que incluíam a eliminação de roedores e pulgas, e o tratamento dos doentes graças à disponibilidade de meios eficazes, como os inseticidas e drogas para tratamento dos enfermos (COSTA, 2016).

No transcorrer do século XIX, a cólera se disseminou a partir do delta do rio Ganges na Índia e em março de 1832 espalhou-se pela Inglaterra, França, Bélgica, Noruega, Holanda e pelo continente americano chegando a atingir todo o globo. No Brasil, os primeiros casos de infecção registrados datam de 1855. Causada pela bactéria *Vibrio cholerae*, sua transmissão se dava através do consumo de água e alimentos contaminados (GUILLOT; SERPA, 2020; SANTOS, 1994).

A pandemia de Gripe Espanhola (1918 – 1919), subtipo H1N1, considerada como a maior e mais grave das doenças infecciosas que atingiu a raça humana, contaminou metade da população mundial e entre 20 a 100 milhões de pessoas morreram em decorrência das severas complicações respiratórias causadas pela doença. Iniciada ainda durante a I Guerra Mundial, contexto que favoreceu a disseminação do vírus, foi agravada pelas más condições de saúde e saneamento encontradas nas trincheiras ao longo da linha de frente da guerra, déficit de alimentos e medicamentos, facilitaram a transmissão da doença. No Brasil, embora todas as regiões tenham sido afetadas pela gripe, aproximadamente 30 mil pessoas morreram, os estados de São Paulo e Rio de Janeiro foram os que apresentaram maior número de casos (NICKOL; KINDRACHUK, 2019; REIS et al., 2021).

Em 2009 foi deflagrada a Pandemia de Influenza A (H1N1), conhecida como pandemia da gripe suína. O México foi a origem do vírus que se expandiu rapidamente para todo o mundo, perfazendo 284.000 vítimas fatais em decorrência das complicações da doença. No Brasil foram registrados 44.544 casos e 2.051 pessoas morreram, sendo as Regiões Sul e Sudeste as que apresentaram maior incidência. Em 10 de agosto de 2010 a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o fim da pandemia. Apesar da baixa taxa de letalidade associada da pandemia de influenza A, ela teve impactos destruidores na economia e nos sistemas de saúde (BELLEI; MELCHIOR, 2011; COSTA; MERCHAN-HAMANN, 2016; NICKOL; KINDRACHUK, 2019).

Passados dez anos desta última pandemia, em 2020 o mundo foi surpreendido com uma nova pandemia, causada pelo vírus SARS-CoV-2 ou Novo Coronavírus. A cidade de Wuhan, capital da província de Hubei, na China foi o epicentro da doença detectada ainda em dezembro de 2019. De disseminação rápida, o vírus espalhou-se por todos os continentes e, no dia 11 de março de 2020, a situação foi classificada pela OMS como uma pandemia, apesar de que em fevereiro praticamente todos os continentes já haviam registrados casos da doença (SOUZA, 2020). No Brasil, o primeiro caso foi registrado em 26 de fevereiro de 2020, em São Paulo (BRITO et al., 2020).

Desde o início da pandemia de COVID-19 até o dia 04 de setembro de 2021, o número de casos registrados globalmente atingiu a marca de 220.282.354; o de mortes ultrapassou os 4,5 milhões. O Brasil, neste mesmo período, havia registrado 20.877.864 casos, atrás apenas dos Estados Unidos (39.906.426) e da Índia (32.988.673). Quanto ao número de mortes, o Brasil confirmou 583.362 óbitos em decorrência do vírus, figurando como o segundo país com o maior número de mortes, atrás apenas dos Estados Unidos (648.106). Dentre as macrorregiões do país, no acumulado (por 100 mil hab.), a Região Sul apresentou o maior número de casos, 13.380,4 e 300,8 óbitos. Já a Região Centro-Oeste apresentou o maior número de óbitos (336,1/100 mil hab.) e registrou 13.280,0 casos. A Região Nordeste foi a que apresentou o menor número de casos e óbitos confirmados por 100 mil hab., 8.278,0 e 201,6, respectivamente. Por sua vez, a Região Sudeste registrou 9.064,3 casos e 309,3 óbitos por 100 mil habitantes. Enquanto na Região Norte os números de casos e mortes (por 100 mil hab.) foram 9.792,5 e 246,9, respectivamente, conforme dados divulgados pelo Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

Entretanto, conforme destacado por Gama Neto (2020) as consequências de uma pandemia vão além das questões epidemiológicas e biológicas, esbarrando em questões de ordem econômica, social, política, ambiental e cultural.

A pandemia denominada de Peste de Justiniano, em referência ao imperador romano do Império Bizantino na época, teve efeitos drásticos e mudou permanentemente a ordem social do mundo ocidental. Tal fenômeno corroborou para o fim do reinado de Justiniano. Neste período, a produção de alimentos foi interrompida, causando uma fome que perdurou por cerca de oito anos. Além disso, o sistema agrário do império foi reestruturado, dando vida ao sistema feudal de três campos. A ruptura econômica e social provocada pela pandemia marcou o fim do domínio romano e impeliu o surgimento de grupos sociais culturalmente diferentes, vindo posteriormente a formarem as nações da Europa medieval (FRITH, 2012).

Na segunda pandemia, a peste negra causou novamente grande impacto econômico e social. Famílias inteiras foram mortas e aldeias abandonadas. Os plantios não puderam ser colhidos, as viagens foram suspensas, o comércio foi restringido e os alimentos e demais produtos ficaram escassos. Com a escassez do fator trabalho, os trabalhadores que sobreviveram cobravam salários elevados dos proprietários de terras. Isso fez com que os trabalhadores prosperassem e adquirissem terras e propriedades. Assim, a pandemia estreitou as divisões entre as classes alta e baixa, proporcionando o surgimento de uma nova classe média (FRITH, 2012).

Algo semelhante tem acometido o mundo neste período da pandemia de COVID-19, conforme observaram Marques, Silveira e Pimenta (2020, p. 227):

> Desde então, a vida em praticamente todo o planeta foi alterada: o ritmo urbano se transformou, ruas e lugares de encontro público se esvaziaram, aulas e diversas atividades foram suspensas, o comércio fechou as portas, pessoas se viram sem trabalho do dia para a noite. No mercado financeiro, as bolsas derreteram com o horizonte de crise econômica projetado e embates entre autoridades do governo e da saúde pública foram expostos aos holofotes. No campo político, as divergências foram reforçadas, esgarçando ainda mais os laços de convivência pública e colocando em evidência o já roto tecido social brasileiro.

Senhoras (2020) afirma que os impactos da pandemia de COVID-19 na economia internacional causaram efeitos conjunturais que se expressaram através de uma grave recessão econômica de natureza multilateral, derivada justamente das medidas de restrição à mobilidade e de uma relativa autarquização das relações internacionais face as eventuais rupturas de cadeias globais de consumo e produção, repercutindo de forma desigual no aumento do desemprego e da dívida pública.

Devido ao choque exógeno e a incapacidade de se ajustarem e/ou de se reinventarem, muitas empresas não conseguiram se equilibrar durante a pandemia. As empresas pertencentes à economia tradicional tiveram sua falência inercial acelerada em detrimento do crescente dinamismo capitalista de poucos setores inovadores, materializado por um seleto grupo de empresas previamente posicionadas estrategicamente ou que imediatamente se adequaram a nova economia, fundamentada no uso do e-commerce e em plataformas colaborativas (SENHORAS, 2020).

De fato, os efeitos adversos provocados pela pandemia, levaram a uma retração do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro da ordem de 4,1% em 2020, em comparação com 2019. O setor de serviços foi o mais penalizado do período, recuou 4,5%. Em relação à taxa

de desemprego, no trimestre encerrado em dezembro de 2020, o Brasil registrou uma taxa de desocupação de 13,9%, chegando a atingir 14,7% no primeiro trimestre de 2021 (IBGE, 2021). A economia mundial desacelerou, o PIB global encolheu 3,5%, o grupo das economias avançadas, a queda do PIB foi de 4,7% e nas economias Emergentes e em Desenvolvimento a retração foi menos acentuada, 1,7% em 2020 (WORLD BANK, 2021).

Ademais, a pandemia amplia as desigualdades e aumenta a pobreza. A crise mundial causada pela pandemia do SARS-CoV-2 levará milhões de pessoas à pobreza e deve deixar um rastro maior na desigualdade social. Conforme salientado, a adoção de medidas de isolamento social, em vista de desacelerar o contágio, pelos governos desencadeou a paralização das atividades econômicas mundiais, causando impactos entre a oferta e a demanda, consequentemente, gerando incertezas no tocando a renda e o emprego, deixando as economias globais vulneráveis ao crescimento da pobreza, ampliando significativamente as diferenças das classes sociais, especialmente nos países em desenvolvimento (QUINZANI, 2020).

Conforme destacado por Quinzani (2020), a pobreza e a miséria que são problemas estruturais da região Latino-americana, se tornam mais graves em períodos de crises e recessões. Com o advento da pandemia, milhões de pessoas na América Latina sofrerão os impactos da pobreza e da desigualdade social, principalmente a parcela da população mais vulnerável, por causa de suas características como casse econômica, raça, gênero, orientação sexual e status de imigração, que sofrem com a exclusão social e a discriminação.

Como em nossos dias, durante a pandemia de Cólera, no século XIX, a população mais afetada pelo flagelo foi a parcela da população mais vulnerável aos desfechos socioeconômicos ocasionados pela doença.

> ...o flagelo abateu-se com violência sobre as populações mais pobres e mal-alimentadas, mais propensas à utilização de águas contaminadas, excluídas das mínimas condições de higiene que o progresso urbano no Brasil já assegurava às camadas sociais mais altas. A historiografia nota a perda de milhares de negros escravos nas cidades e, particularmente no Vale do Paraíba, a perda de grande número de escravos pelos fazendeiros. A população livre, de cor, sofreu igualmente o impacto letal da moléstia. Estima-se que, de modo geral, os negros no Brasil chegaram a dois terços do total de mortos pela cólera (SANTOS, 1994. p.88).

Embora medidas emergenciais de proteção social tenham sido adotadas visando minimizar os impactos da pandemia de COVID-19, a pobreza e a pobreza extrema atingirão níveis não observados nos últimos 12 e 20 anos, respectivamente, e grande parte dos países

experimentará deterioração distributiva (CEPAL, 2021). De acordo com a CEPAL (2021), estima-se que em 2020 a taxa de pobreza extrema situou-se em 12,5%, enquanto a taxa de pobreza atingiu 33,7%. Diante da catástrofe sanitária, o quantitativo de pessoas pobres alcançaria 209 milhões em 2020, 22 milhões a mais do que em 2019. Além disso, como a maior parte da renda das famílias provém do trabalho, sobretudo assalariado, com a contração da atividade econômica resultante da pandemia e as subsequentes perdas dos postos de trabalho e diminuição dos rendimentos do trabalho também provocarão um aumento do conjunto dos estratos de renda baixos e desencadeará um movimento de inversão de mobilidade nos estratos de renda médios.

O aumento das desigualdades sociais também pode ser vislumbrado no acesso à educação durante a pandemia. As medidas de isolamento social impuseram a adoção do ensino remoto em grande parte das instituições de ensino, que exigiram das famílias disponibilidades de ferramentas tecnológicas e uma séria de outras condições acessíveis para uma parcela restrita da população. Em termos geopolíticos, a pandemia expôs as desigualdades entre países ricos e pobres, isso pode ser observado na produção e acesso às vacinas, no apoio financeiro as empresas e trabalhadores e na possibilidade de cumprir com as medidas de isolamento social (DIEHL, 2021).

Devido às medidas de isolamento social adotadas para conter a disseminação do vírus, diminuindo a circulação de pessoas, veículos e paralisando algumas atividades industriais, ainda que parcial, foi observada uma melhoria da qualidade do ar em várias partes do planeta, resultante da menor emissão dos principais poluentes atmosféricos, como o dióxido de carbono e dióxido de nitrogênio. Além disso, os efeitos positivos se estenderam aos sistemas aquáticos e recursos hídricos, a exemplo das águas do rio Ganga, na Índia, que se tornaram propícias para beber (DUARTE; ROCHA; DIAS, 2021).

3. REVISÃO DE LITERATURA EMPÍRICA

Os fatores socioeconômicos são determinantes no processo de evolução da COVID-19, além da dinâmica de contágio específica de uma epidemia. No caso brasileiro, em particular, a taxa de letalidade[1] está muito alta, influenciada pelas desigualdades no acesso ao tratamento (BATISTA et al., 2020). Neste sentido, Batista et al. (2020) se propuseram a analisar a variação da taxa de letalidade da doença no Brasil, levando em consideração os fatores socioeconômicos, tais como, idade, gênero, raça, IDH, escolaridade e cidade do caso registrado. Por meio de uma análise descritiva, foi constatado que a conclusão do caso é fortemente influenciada pela idade, porque nas faixas etárias acima de 60 anos, mais de 50% dos casos resultaram em óbitos. No quesito raça/cor, a proporção de negros e pardos que morreram (54.78%) foi superior aos de brancos (37.93%). Quanto à escolaridade, as pessoas com nível de escolaridade superior apresentaram uma menor proporção de óbitos (22,5%), que aquelas sem escolaridade (71,3%), refletindo que quanto maior o nível de educação, menor a letalidade da doença. Além disso, a pesquisa evidenciou também que a percentagem de óbitos de pretos e pardos foi maior em relação aos brancos em todos os níveis de escolaridade e faixas etárias. Por fim, foi observado que nos municípios com baixo ou médio IDH, a chance de o paciente infectado vir a óbito foi praticamente o dobro em relação aos municípios com alto índice de desenvolvimento humano.

Estudo semelhante foi realizado na cidade de Detroit, Michigan, nos Estados Unidos. Na cidade, apenas 14% da população é negra, entretanto, as estatísticas confirmaram que dos óbitos diretos relacionados à COVID-19, 40% foram de negros, evidenciando as disparidades raciais e socioeconômicas, pois a maior parte da população pertencente a esse grupo são os mais vulneráveis em termos socioeconômicos. (LASTER PIRTLE, 2020).

Pires, Carvalho e Xavier (2020) utilizando os dados divulgados pela Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) do IBGE realizada em 2013, realizaram uma estimativa da proporção de brasileiros que se enquadravam no grupo de risco para a COVID-19. Foram classificadas como pertencente ao grupo de risco as pessoas acima de 60 anos e com comorbidades. O estudo mostrou que a proporção de pessoas com um ou mais fatores de riso, é de 54% para os que declararam ter frequentado apenas o ensino fundamental, ante 28% para os que frequentaram o ensino médio e 34% para os que cursaram o ensino superior ou fizeram pós-graduação. Além disso, a pesquisa evidenciou que a incidência de comorbidades é maior

[1] Taxa de letalidade representa a proporção de casos fatais entre o total dos casos de uma determinada doença, conforme sumarizado pela Organização Pan-Americana da Saúde (2010).

nos brasileiros que só frequentaram o ensino fundamental em relação aos demais grupos. Dessa forma, a pesquisa deixa claro que a população de baixa renda são as mais vulneráveis da crise epidemiológica e de saúde pública.

Nessa mesma linha de raciocínio, utilizando a mesma base de dados, dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 2013, Borges e Crespo (2020) tiveram como objetivos caracterizar os grupos de risco para a COVID-19 no Brasil e estimar o número de pessoas convivendo na mesma residência com indivíduos do grupo de risco. Para isso, o ferramental analítico usado na estimação foi o modelo de regressão logística. O estudo levou em consideração a idade, sexo, grande região, cor ou raça, nível de escolaridade e condição em relação à força de trabalho dos moradores entrevistados pela pesquisa. Os resultados destacaram que a idade é o principal fator de risco para comorbidades associadas à COVID-19, mas foi possível observar que há também maior risco para pessoas em categorias mais vulneráveis, como os menos escolarizados e pretos e pardos. Ademais, a estimação revelou que 68,7% dos brasileiros conviviam com pelo menos uma pessoa no grupo de risco.

Souza et al. (2021) analisaram os fatores de risco de mortalidade para pacientes hospitalizados com COVID-19 no Brasil, durante o período de 26 de fevereiro a 10 de agosto de 2020. Por meio de análise estatística as taxas de letalidade foram estimadas por sexo, faixa etária, região de residência, raça / cor e escolaridade. Para obtenção do resultado também foi empregado o modelo de riscos proporcionais de Cox. O estudo em questão mostrou que a taxa de letalidade foi maior em idosos de ambos os sexos, porém a taxa de letalidade foi um pouco maior no gênero masculino. Além disso, foi verificada uma alta taxa de letalidade na região Norte / Nordeste, nas maiores faixas etárias, nas populações não brancas e nos níveis de escolaridade mais baixos. De acordo com os autores, a maior letalidade na região Norte / Nordeste pode ser decorrente das condições socioeconômicas e da disponibilidade de leitos em UTI. Por outro lado, também pode ser devido à falta de conhecimento adequado sobre as características da nova doença, cuja disseminação era maior nesta região no início da pandemia.

Por meio de uma abordagem quantitativa para análise dos dados, regressão logística, conciliada com uma análise documental sobre a pandemia do Novo Coronavírus, aspectos da governança do Sistema único de saúde e do federalismo fiscal relacionado ao financiamento da saúde, Pinheiro et al. (2020) objetivaram identificar a relação entre as características regionais e os fatores epidemiológicos e sociais na mortalidade por Covid-19 no Brasil. Os resultados apontaram diferenças entre as regiões brasileiras, expondo as desigualdades no acesso aos serviços de saúde, além de afirmar que o perfil epidemiológico e social contribuiu

para aumentar a letalidade nas regiões Norte e Nordeste. Portanto, a pesquisa reforça a necessidade de ações efetivas para reduzir as desigualdades regionais.

A pandemia de COVID-19 acentuou também as desigualdades no acesso aos sistemas de saúde, ampliando as diferenças raciais e piorando o resultado de saúde nesses grupos populacionais (PERES et al., 2021). Neste sentido, Peres et al., (2021) objetivaram analisar a associação entre as características sociodemográficas e a mortalidade hospitalar causada pela COVID-19 no Brasil. Para realização da análise, foi usado o modelo de regressão logística. A população estudada incluiu os pacientes adultos hospitalizados com COVID-19 com desfecho definido (228.196), no período de 16 de fevereiro a 08 de agosto de 2020. A pesquisa revelou que a mortalidade total foi de 37%, sendo que entre pacientes negros / pardos a mortalidade foi de 42% ante 37% para pacientes brancos. Além disso, os negros / pardos foram admitidos com menos frequência na unidade de terapia intensiva (32%) em relação aos brancos (36%), e usaram ventilação mecânica mais invasiva (21%), comparados aos pacientes declarados brancos (19%). Diante do resultado, fica evidente a necessidade de implementar estratégias ativas para reduzir as discrepâncias causadas pelos determinantes mais amplos da saúde, levando a uma mudança sustentável no sistema de saúde (PERES et al., 2021).

Chaudhry et al. (2020) realizaram uma análise exploratória com os 50 principais países em termos de casos relatados, objetivando avaliar os impactos das intervenções na saúde da população, fatores socioeconômicos de cada país e número de óbitos. Os preditores avaliados consistiram em políticas/ações governamentais para contenção da COVID-19, escala de teste, parâmetros socioeconômicos específicos de cada país, capacidade de atendimento à saúde, grau de preparação e comorbidades populacionais. Os resultados mostraram que o maior número de casos e mortalidade geral foram associados à comorbidades, como obesidade e idade avançada da população. Em oposição, uma menor dispersão da renda dentro do país reduziu a mortalidade geral e os casos críticos. Além disso, a política governamental de bloqueio total foi positivamente relacionada às taxas de recuperação, evidenciando que bloqueio total e o fechamento antecipado das fronteiras podem diminuir o pico de transmissão e, assim, evitar o excesso de capacidade do sistema de saúde, o que facilitaria o aumento das taxas de recuperação. Entretanto, os países com maior PIB per capita apresentaram aumento dos casos críticos e mortes por milhão de habitantes. De acordo com os autores, isso pode estar associado a maior testagem da população, maior transparência com as divulgações dos dados e melhores sistemas de vigilância. Todavia, os pesquisadores ressaltam que esse resultado pode estar associado, também, a viagens aéreas e feriados internacionais em países mais ricos.

Silva (2021) objetivando analisar a prevalência de infecção pelo Novo Coronavírus no Pará, baseando-se nos dados sobre escolaridade, classe e cor/raça da população com teste positivo, no período de junho a julho de 2020, notou que o vírus não atinge a população de forma democrática. A pesquisa provou que o avanço da Covid-19 no Estado está entre os mais empobrecidos (classes C, D e E) e entre aqueles com baixo nível de escolaridade (Fundamental ao Médio). No quesito cor/raça a pesquisa identificou não haver tanta diferença entre as proporções de pessoas com anticorpos. Assim, conclui-se que no Estado, a classe e o nível de escolaridade delinearam uma distribuição muito desigual de riscos para o contágio. Além disso, a pesquisa assevera ser esses grupos os mesmos que compõe a força de trabalho que está exposta a contrair o vírus por meio de seus empregos, por vezes, informais, cujas atividades são realizadas fora de casa, intensificando, deste modo, o contato interpessoal.

Ao mencionar a força de trabalho, a pandemia de COVID-19 também tem causado impactos adversos no mercado de trabalho. A pandemia tem sido mais prejudicial para os jovens e os menos escolarizados. Mesmo diante de uma retração de 10,6% da sua força de trabalho, observado no quarto trimestre de 2020, a taxa de desocupação entre os trabalhadores com idade entre 18 e 24 anos atingiu 29,8%, ou seja, aproximadamente 4,1 milhões de jovens à procura de um emprego. Quanto à análise por escolaridade, a crise sanitária acentuou ainda mais a desocupação entre os trabalhadores com ensino médio incompleto, cuja taxa aumentou de 18,5% para 23,7% entre o último trimestre de 2019 e igual período de 2020. No entanto, apesar da crise, a ocupação dos trabalhadores com ensino superior completo continua se expandindo. No quarto trimestre de 2020, o grupo de ocupados com nível de escolaridade maior registrou alta de 4,7% em relação a 2019 (LAMEIRAS, 2021).

Barbosa, Costa e Hecksher (2021) objetivaram identificar quais trabalhadores sofreram maior impacto em termos de perda de ocupação no Brasil durante a crise econômica causada pela pandemia do novo coronavírus. A análise foi realizada para dois períodos específicos: o mês de março de 2020 e a segunda quinzena do mesmo mês deste ano. Além disso, as perdas ocupacionais foram desagregadas por gênero, idade, raça/cor, nível educacional dos trabalhadores(as), tipos de jornadas (parcial ou integral), de emprego (com ou sem carteira assinada no setor privado) e por renda do trabalho. Os resultados foram obtidos com o método proposto por Hecksher (2020a), que estima indicadores mensais (e semanais) a partir das bases de dados da PNAD Contínua. Assim, o estudo revelou que os grupos com maiores probabilidades de perder o emprego são os jovens e as mulheres, cerca de 20%. Destaca-se, ainda, que a proporção de pretos e pardos que perdem o emprego encontra-se sempre acima da média e chega a alcançar 18% no início da crise (uma elevação de 5 p.p. vis-

à-vis 4 p.p. entre os brancos). Com relação ao nível de escolaridade, possuir ensino médio incompleto ou menos representou uma chance de 15% de migrar para o desemprego ou para fora da força de trabalho. No que diz respeito aos postos de trabalho, destacam-se os trabalhadores com jornada parcial, informais e com menores salários entre os que tiveram perdas significativas.

Devido a adoção de medidas de isolamento social visando evitar a transmissão do vírus, o processo de distanciamento social, como afirmam Dutra et al. (2021) tem surtido efeito na vida das pessoas, que, por conseguinte, pode afetar questões sociais, como a incidências de crimes. À vista disso, Jorge et al. (2020a) realizaram uma pesquisa para o estado de Sergipe, durante o período de março a julho de 2020. A pesquisa se concentrou em quatro modalidades de crimes: homicídios dolosos, violência doméstica, roubos e furtos. Usando o método da estática comparativa entre 2020 e o ano anterior, os resultados apontaram uma redução dos crimes de violência doméstica (-18,9%), furtos (-39,7%) e roubos (-51,7%) nos meses analisados. Na contramão da redução dos demais crimes, os homicídios dolosos aprestaram tendência de alta (+10,2%) no período. Ao fazer a mesma análise para o município de Aracaju/SE, Jorge et al. (2020b) observaram que os resultados encontrados para a referida cidade seguiram a mesma tendência verifica no estudo realizado para o estado de Sergipe.

Por sua vez, Dutra et al. (2021) analisaram a questão da segurança pública, no que concerne a prevenção de crimes contra pessoa e patrimônio, está sendo afetada pelas medidas de isolamento social em virtude da pandemia. A análise foi realizada para o estado do Rio Grande do Sul e Porto Alegre. A aferição dos resultados se deu por meio da pesquisa do cálculo do coeficiente de correlação e análise gráfica dos dados. Os resultados mostraram que tanto em Porto Alegre quanto no Rio Grande do Sul houve uma correlação negativa entre as taxas de criminalidade (roubo, furto e homicídio doloso) e a taxa de isolamento social. No entanto, para o crime de estelionato verificou-se, para ambas as localidades, que o aumento do isolamento social foi seguido do aumento da ocorrência deste tipo de crime.

Essa tendência de queda nas taxas de criminalidade também foi verificada no estado do Rio de Janeiro em 2020. Conforme demonstrado por Rolim (2020) os crimes de homicídio doloso e latrocínio apresentaram as menores taxas desde o início da série histórica. Além disso, os crimes de patrimônio alcançaram o menor patamar dos últimos sete anos. Também foi verificado uma redução nos crimes de violência doméstica. Neste caso, é preciso ter cautela ao analisar os dados relacionados a este tipo de crime, porque os registros de ocorrência sofreram os impactos das medidas de mobilidade social, tanto pelo fato das vítimas

ficarem receosas de contrair o vírus ao se deslocarem até uma delegacia, bem como, por estarem em contato contínuo e sob controle do agressor (JORGE et al., 2020a; ROLIM, 2020).

4. METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentado o método, a descrição das variáveis e os procedimentos econométricos, a fim de constatar empiricamente a relação entre nível de capital humano dos indivíduos e mortes por COVID-19 nos munícipios da Região Nordeste. A análise será realizada em dois períodos distintos: julho de 2020 e abril de 2021. A relevância da escolha desses recortes temporais justifica-se por terem sido considerados os períodos de picos da primeira e da segunda onda epidemiológica da doença, sendo que o maior registro no número de novos casos (69.074) e de novos óbitos (1.595) ocorreu no dia 29 de julho de 2020. Em 8 de abril de 2021 ocorreu o maior registro de novos óbitos (4.249 óbitos) do referido ano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; SANCHEZ et al., 2021; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

4.1 Abordagem Metodológica

Para obtenção do que se propõe neste trabalho, será adotado um modelo hierárquico, também conhecido como multinível, mais precisamente um modelo de regressão logística hierárquico. Tal modelo é adequado por levar em consideração a estrutura do agrupamento dos dados. Isto é, além da importância das características individuas, consideram-se as especificidades do ambiente em que o indivíduo se encontra, pois tais especificidades podem afetar a probabilidade do indivíduo vir ou não a óbito em decorrência da infecção causada pelo vírus SARS-CoV-2 (SOARES; MENDONÇA, 2003; LOPES, 2015).

Nos modelos hierárquicos os dados comportamentais e sociais geralmente possuem uma estrutura agrupada, incluindo, por exemplo, observações repetidas aninhadas dentro de pessoas. Essas pessoas também podem estar aninhadas em unidades organizacionais. Ademais, as próprias unidades organizacionais podem ser aninhadas dentro da comunidade e estas, dentro dos estados e mesmo dentro dos países. Com modelagens lineares hierárquicos cada um dos níveis nesta estrutura é formalmente representando por um submodelo próprio. Esses submodelos exprimem relações entre variáveis dentro de um determinado nível, e explicitam como influenciam as relações que ocorrem em outro (RAUDENBUSH; BRYK, 2002).

Por levar em consideração a estrutura do agrupamento dos dados, na especificação do modelo multinível o intercepto e o coeficiente de inclinação são considerados parâmetros aleatórios, dependentes da influência do nível hierárquico mais alto enquanto que nos

modelos de regressão clássicos o intercepto e o coeficiente de inclinação são parâmetros fixos (SOARES; MENDONÇA, 2003).

Dessa forma, este trabalho adotará o modelo proposto por Lopes (2015), conforme exposição a seguir. Logo, considera-se que os dados estão hierarquicamente estruturados em dois níveis: no primeiro estão os indivíduos que, por sua vez, estão aninhados no segundo nível, composto pelos municípios.

O primeiro modelo a ser estimado será um modelo nulo, também denominado de modelo de componente da variância, em que não há variáveis explanatórias. Genericamente, teremos:

$$y_{ij} = \beta_0 + u_{0j} + e_{ij} \quad (1)$$

Onde:

y_{ij} = valor da variável dependente da observação *i* que está inserida no grupo *j*.

u_{0j} = resíduo referente ao segundo nível que representa o desvio da média da observação do segundo nível em relação à média total.

e_{ij} = resíduo referente ao indivíduo *i* inserido no grupo *j*.

Sumariamente, é como se o resíduo de uma regressão convencional do tipo $y_i = \beta_0 + e_{ij}$ fosse dividido em dois componentes, u_{0j} e e_{ij}, representando a variação nos dois níveis. A variância da variável dependente é expressa da seguinte forma: $var(y_{ij}) = var(u_j + e_{ij}) = var(u_j) + var(e_{ij}) + 2cov(u_j, e_{ij})$. Se assumimos que a covariância entre os resíduos do primeiro e segundo níveis é igual a zero, então a variância de *y* é apenas a soma da variância dos resíduos, a saber: $var(y_{ij}) = var(u_j) + var(e_{ij})$ ou $\sigma_u^2 + \sigma_e^2$ (LOPES, 2015). O passo natural, conforme observado por Lopes (2015), é a apresentação do coeficiente que mostra a proporção da variância em *y* que decorre da variação das unidades de segundo nível. Assim:

$$\rho = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_e^2}$$

Conforme destacado por Lopes (2015), o modelo do componente da variância implica em efeitos aleatórios, de modo que a variação no intercepto é capturada pela variância nos resíduos de segundo nível. A estimação deste modelo permitirá avaliar se a abordagem hierárquica será realmente necessária. Sendo constatada a necessidade de tal abordagem, o próximo passo é incluir variáveis de primeiro nível com intercepto aleatório. Especificamente,

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_{ij} + e_{ij} \quad (2)$$

Sendo que

$$\beta_{0j} = \beta_0 + u_{0j} \quad (3)$$

Note, pois, que a linha de cada unidade do segundo nível é dada por:

$$y_j = (\beta_0 + u_{0j}) + \beta_1 X_{ij} \quad (4)$$

Em que $(\beta_0 + u_{0j})$ é o intercepto específico das unidades do segundo nível. Deve-se observar que o coeficiente angular é, por ora, comum a todas as unidades do segundo nível. β_0 e β_1 são coeficientes fixos da regressão; u_{0j} e e_{ij} são efeitos aleatórios ou resíduos multiníveis. Os parâmetros aleatórios apresentados anteriormente, $\sigma_u^2 + \sigma_e^2$, devem ser estimados juntamente com os coeficientes fixos da regressão (LOPES, 2015).

Entretanto, com a adição das variáveis de segundo nível, este modelo de intercepto aleatório será expandido, posteriormente. Suponha, por exemplo, que X_2 seja incluída como variável explanatória no primeiro nível e Z no segundo, tal que

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_{1ij} + \beta_2 X_{2ij} + e_{ij} \quad (5)$$

$$\beta_{0j} = \beta_0 + \beta_3 Z_j + u_{0j} \quad (6)$$

Porém, a parte aleatória do modelo não se modifica, porque o intercepto é o único parâmetro livre para variar entre os dois níveis, conforme observado por Lopes (2015).

Ressalta-se que até aqui foi feita uma exposição de forma genérica. O modelo hierárquico de fato a ser estimado é um *logit*, pois a variável dependente é binária. Assim, o modelo de intercepto aleatório será algo como:

$$\log\left(\frac{\pi_{ij}}{1-\pi_{ij}}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + u_j \quad (7)$$

Onde $u_j \sim N(0, \sigma_u^2)$.

Considere que temos uma variável explanatória de primeiro nível, $x_{1ij,}$ e outra variável de segundo nível, x_{2j}. O modelo *logit* de intercepto aleatório representado pela equação 7 pode ser estendido para incluir ambos preditores:

$$\log\left(\frac{\pi_{ij}}{1-\pi_{ij}}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + \beta_2 x_{2j} + u_j \quad (8)$$

As investigações que consideram em seus modelos a estrutura de agrupamento dos dados apresentam algumas vantagens, dentre elas: se embasam em modelos mais flexíveis e estruturados que fazem melhor uso da informação presente na amostra; o uso da informação do agrupamento dos dados proporciona formular e testar hipóteses relativas a efeitos entre os níveis (SOARES; MENDONÇA, 2003).

4.2 Fonte e tratamento dos dados

Ao observar os dados tanto de educação como de óbitos em decorrência da pandemia de COVID-19 para as regiões brasileiras, especialmente para a Região Nordeste, apresentados ao longo deste trabalho, questiona-se se a probabilidade de óbito provocada pela COVID-19 estaria associada a um menor nível de capital humano do indivíduo. Diante do questionamento, supõe-se que quanto maior o nível de capital humano da pessoa, menor será a probabilidade de óbito causada pelo vírus SARS-CoV-2. Vale lembrar que trabalhos apontaram que os municípios com uma população mais escolarizada, obtiveram uma taxa de letalidade menor, pois conforme observado por Besarria et al. (2016), pessoas com maior nível de escolaridade têm comportamentos mais saudáveis, como práticas de exercícios físicos, alimentação saudável, maior cuidado com a higiene e realização de exames preventivos.

Assim, no intuito de atingir os objetivos propostos, a pesquisa valer-se-á de variáveis socioeconômicas e demográficas, especificadas a seguir. A base de dados usada neste estudo, referente às variáveis de primeiro nível, compreende informações diárias obtidas de fontes secundárias, especificamente do Banco de Dados de Síndrome Respiratória Aguda Grave - incluindo dados da COVID-19 (SRAG 2020), alimentada pelas notificações realizadas pelas unidades de saúde públicas e privadas e disponibilizadas pelo Ministério da Saúde (OpenDataSUS), atualizados em 24/11/2021 e 29/11/2021 referentes aos períodos de 2020 e 2021, respectivamente. Ressalta-se que, apesar do referido banco de dados disponibilizar dados de Síndrome Respiratória Aguda e Grave, para esta pesquisa foi selecionado apenas os dados referentes à COVID-19. Quanto às variáveis de segundo nível, foram obtidas de fontes distintas: os dados de IDHM foram obtidos no Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2010). A pesquisa focará nos municípios da região Nordeste, compreendendo o total de 1793 municípios, no ano de 2020 e 2021. O período em questão justifica-se pela necessidade de averiguar a trajetória da letalidade do vírus ao logo de todo o ano de 2020.

Por fim, as variáveis selecionadas para este caso estão classificadas em variáveis de primeiro nível, que são as variáveis a nível individual, isto é, referem-se às características do próprio indivíduo e as variáveis de segundo nível, referem-se às características do ambiente em que o indivíduo se encontra, conforme descrição a seguir:

Variáveis de primeiro nível:

a) Evolução: refere-se ao desfecho do caso. Pacientes que vieram a óbito em decorrência da COVID-19.
b) Nível de escolaridade: compreende o nível de escolaridade do paciente, estando classificado do seguinte modo: Sem escolaridade/analfabeto; Fundamental 1º ciclo (1ª a 5ª série); Fundamental 2º ciclo (6ª a 9ª série); Médio (1º ao 3º ano); Superior; Não se aplica (paciente com menos de 7 anos). Variável *proxy* do capital humano;
c) Raça/cor: designa a cor ou raça declarada pelo paciente: Branca, Preta, Amarela, Parda e Indígena;
d) Idade: idade informada pelo paciente. Na falta desse dado foi registrada a idade aparente;
e) Sexo: sexo do paciente, masculino, feminino ou ignorado (não informado);
f) Fator de risco: relacionado a alguma comorbidade apresentada pelo paciente. As comorbidades consideradas na análise foram: Doença Cardiovascular Crônica, Doença Hematológica Crônica, Síndrome de Down, Doença Hepática Crônica, Asma, Diabetes mellitus, Doença Neurológica Crônica, Pneumatopatia Crônica, Imunodeficiência ou Imunodepressão, Doença Renal Crônica, Obesidade e Outras, conforme dados obtidos através do portal OpenDataSUS.
g) Vacina: indica se o paciente foi vacinado contra gripe na última campanha;
h) Vacina_COV: se o paciente recebeu vacina contra a COVID-19.

Variáveis de segundo nível:

a) IDHM: índice de desenvolvimento humano do município de residência do paciente;
b) PIB per capita municipal: refere-se ao Produto Interno Bruto per capita dos municípios da Região Nordeste. Os dados desta variável são referentes ao ano base de 2018. Fonte: IBGE;
c) População com água encanada: percentual da população em domicílios com água encanada. Os dados foram extraídos do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010);

d) População com coleta de lixo: percentual de pessoas em domicílios urbanos com coleta de lixo. Os dados foram extraídos do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010);

O Quadro 1 apresenta de forma resumida as variáveis do modelo, bem como seus sinais esperados e alguns trabalhos que empregaram as mesmas variáveis em suas análises estatísticas.

Quadro 1 – Variáveis e autores que usaram as variáveis em seus estudos

Variável	Fonte	Trabalhos que usaram a variável
Evolução	OpenDataSUS (2021)	Pinheiro et al. (2020)
Nível de Escolaridade	OpenDataSUS (2021)	Batista et al. (2020); Pires, Carvalho e Xavier (2020); Borges e Crespo (2020); Pinheiro et al. (2020)
Raça/cor	OpenDataSUS (2021)	Batista et al. (2020); Borges e Crespo (2020); Pinheiro et al. (2020); Peres et al., (2021)
Idade	OpenDataSUS (2021)	Batista et al. (2020); Pires, Carvalho e Xavier (2020); Borges e Crespo (2020); Pinheiro et al. (2020)
Sexo	OpenDataSUS (2021)	Borges e Crespo (2020); Pinheiro et al. (2020)
Fator de risco (comorbidade)	OpenDataSUS (2021)	Pires, Carvalho e Xavier (2020); Borges e Crespo (2020); Pinheiro et al. (2020); Chaudhry et al. (2020).
Vacina	OpenDataSUS (2021)	Fink et al. (2021)
Vacina_COV	OpenDataSUS (2021)	Rossman et al., (2021)
IDHM	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2010)	Batista et al. (2020)
PIB per capita	IBGE (2018)	Chaudhry et al. (2020)
População com água encanada	Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010);	-
População com coleta de lixo	Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010);	-

Fonte: Elaboração Própria

4.3 Imputação Múltipla (IM)

Dados faltantes ou dados incompletos (*missing data*) são muito comuns em análises estatísticas. A aplicação simples de métodos baseados em dados completos sem levar em consideração o mecanismo de ausência de dados pode resultar em uma conclusão incorreta. A validade e eficiência de métodos baseados em dados completos não podem ser garantidas quando os dados estiverem incompletos. Neste sentido, visando solucionar o problema de dados faltantes, nas últimas décadas, pesquisas têm sido direcionadas para o desenvolvimento de métodos específicos para tratar do assunto (RUBIN, 1976; ZHANG, 2003; NUNES, 2007).

O procedimento amplamente adotado em observações com dados faltantes, até então limitava-se a análise dos indivíduos com dados completos nas variáveis presentes no modelo, isto é, os indivíduos com dados faltantes eram excluídos da pesquisa. Entretanto, os resultados obtidos por meio dessa técnica podem ser viesados, principalmente se os sujeitos selecionados são sistematicamente diferentes dos excluídos do processo de estimação. Assim, objetivando contornar esse problema, Rubin (1976) desenvolveu uma estrutura de trabalho de inferência a partir de dados incompletos. O método visava substituir os dados faltantes por estimativas de valores a serem imputados aos dados ausentes, de modo a completar os bancos de dados e assim, possibilitar a análise com todos os indivíduos do estudo (RUBIN, 1976; SCHAFER; GRAHAM, 2002; NUNES, 2007).

As técnicas de imputação sofisticaram-se ao longo do tempo. Inicialmente os dados faltantes eram substituídos pela média, mediana, por interpolação ou por regressão linear. Todos os métodos supracitados permitem “preencher” os dados faltantes por meio da técnica de imputação única, ou seja, cada dado ausente é preenchido uma única vez. Todavia, deve-se considerar a incerteza relacionada à imputação para que os resultados alcançados com os dados completos sejam válidos, porque os dados imputados não são valores reais. Assim, visando solucionar essa situação, além do problema da não resposta, Rubin (1987) desenvolveu a técnica da Imputação Múltipla (RUBIN, 1987; NUNES, 2007).

Conforme destacado por Rubin (1987) a imputação múltipla é a técnica que substitui cada valor ausente ou deficiente por dois ou mais valores aceitáveis representando uma distribuição de possibilidades.

A imputação múltipla é um método que consiste em três estágios: i) são criados **m** conjuntos de dados completos, cada valor ausente é preenchido **m** vezes por meio de um modelo de imputação apropriado, dado os valores observados; ii) os **m** conjuntos de dados completos imputado são analisados usando procedimentos padrão de dados completos, como se os dados imputados fossem os dados reais obtidos dos não respondentes; e iii) os **m** resultados obtidos dos conjuntos de dados completos imputados são combinados de maneira

simples e apropriada para obter a chamada inferência de imputação repetida (RUBIN, 1987; ZHANG, 2003; NUNES, 2007).

Segundo Nunes (2007) a primeira etapa é a parte essencial da imputação múltipla, porque as técnicas de imputação usadas devem preservar a relação dos valores faltantes e observados, levar em consideração o mecanismo de ausência e o padrão dos dados faltantes.

Os tipos e mecanismos de não resposta observados por Rubin sobre *missing data* são descritos a seguir (RZHANG, 2003; NUNES, 2007).

a) Dado faltante completamente aleatório – MCAR (*Missing Completely at Random*) – a falta é independente das respostas (observadas e ausentes) dos indivíduos, então o mecanismo de falta é definido como ausente completamente ao acaso.
b) Dado faltante aleatório – MAR (*Missing at Random*) – dados faltantes são considerados MAR quando o padrão de perda em uma variável é previsível a partir de outras variáveis presentes no banco de dados e não é devido à variável específica na qual os dados são perdidos.
c) Dado faltante não aleatório – NMAR (*Missing Not at Random*) – o dado faltante é não aleatório se está relacionado com os valores não observados, mesmo se controlado para outras variáveis na estimação.

Segundo Zhang (2003), das definições apresentadas, MCAR é a mais restritiva porque os valores omissos não dependem das variáveis de resposta, dos valores observados nem dos valores ausentes. Nesse caso, os dados faltantes para uma variável são como simples amostra aleatória dos dados para essa variável, então a distribuição de valores ausentes é o mesmo que a distribuição de valores observados. Por sua vez, o MAR é uma suposição menos restritiva porque os dados faltantes podem depender das variáveis de resposta por meio dos valores observados, ou seja, os dados faltantes podem ser previstos através dos valores observados. Assim, os valores faltantes para uma variável são como uma amostra aleatória simples dos dados para essa variável dentro de subgrupos definidos pelos valores observados, e a distribuição de valores omissos é igual à distribuição de valores observados dentro de cada subgrupo.

Quanto aos padrões de não resposta, têm-se:

a) Monotônicos

Os conjuntos de dados podem ser dispostos de forma matricial, sendo as linhas os indivíduos e as colunas as variáveis. Dessa forma, quando apenas uma das variáveis apresenta dados faltantes, caracteriza-se o padrão univariado que é um caso particular de padrão monotônico. Porém, quando os dados faltantes podem ser observados em mais de uma

variável e é possível organizar os dados de modo que as colunas podem ser arrajandas de tal forma que X_{j+1} é observado para todo caso que é observado em X_j, tem-se o padrão monotônico (RUBIN, 1987; NUNES, 2007).

b) Não-Monotônicos

Representa um padrão geral sem estrutura, isto é, um padrão onde duas variáveis, por exemplo, nunca serão observadas juntas. Essa situação ocorre quando os dados originam-se de duas amostras contendo observações em X_1 e Y e X_2 e Y são unidas em um único banco de dados (RUBIN, 1987; NUNES, 2007).

Conforme Rubin (1987), as vantagens em comum apresentadas pelas imputações múltipla e única estão associadas à capacidade de usar métodos de análise de dados completos e a capacidade de incorporar o conhecimento do coletor dos dados. No caso da IM, a segunda vantagem é aprimorada, porque permite aos coletores de dados usarem seus conhecimentos para refletir a incerteza sobre quais valores imputar. Ainda de acordo com o citado autor, há três vantagens fundamentais da imputação múltipla sobre a imputação única, a saber: i. a imputação múltipla aumenta a eficiência da estimativa quando as imputações são sorteadas aleatoriamente na tentativa de representar a distribuição dos dados; ii. quando as IM representam sorteios aleatórios repetidos sob um modelo para não resposta, inferências válidas são obtidas combinando inferências de dados completos de maneira direta; e iii. a IM permite o estudo direto da sensibilidade de inferências para muitos modelos de não reposta simplesmente usando técnicas de dados completos repetidamente.

Dentre os métodos de imputação múltipla, neste trabalho, abordaremos o método denominado de Imputação Multivariada por Equações Encadeadas (MICE - Multivariate Imputation by Chained Equations) que foi adotado para imputação dos dados.

Segundo Van Buuren (1999), este método assume que, para cada variável com dados faltantes, o usuário especifica uma distribuição condicional para os valores ausentes dados os valores observados. Por exemplo, para variáveis binárias incompletas pode-se usar a regressão logística, para dados categóricos a regressão politômica e a regressão linear para dados contínuos, conforme foi feito nesta pesquisa e especificado adiante. Partindo do pressuposto de que existe uma distribuição multivariada da qual essas distribuições condicionais podem ser derivadas, o MICE constrói um amostrador de Gibbs a partir das condicionais especificadas. Este amostrador é usado para gerar múltiplas imputações (VAN BUUREN, 1999).

A seguir são apresentados os passos para imputação de dados multivariados, usando o algoritmo MICE, proposto por Van Buuren (2012).

1. Especificação de um modelo de imputação $P(Y_j^{mis}|Y_j^{obs}, Y_{-j}, R)$ para a variável Y_j com j = 1,..., p;
2. Para cada j, inicia o processo de preenchimento das imputações Y_j^0 por sorteios aleatórios de Y_j^{obs};
3. Repete para t = 1, ..., T;
4. Repete para j = 1, ..., p;
5. Define $Y_{-j}^t = (\dot{Y}_1^t, \ldots, \dot{Y}_{j-1}^t, \dot{Y}_{j+1}^{t-1}, \ldots, \dot{Y}_p^{t-1})$ como os dados atualmente completos, exceto $Y_{j;}$
6. Retira $\emptyset_j^t \sim P(\emptyset_j^t|Y_j^{obs}, \dot{Y}_{-j}^t, R)$;
7. Retira imputações $\dot{Y}_j^t \sim P(Y_j^{mis}|Y_j^{obs}, R, \emptyset_j^t)$;
8. E repete j;
9. E repete t.

Onde:

Y_j^{mis} = os valores ausentes;

Y_j^{obs} = os valores observados;

R = matriz indicadora;

T = quantidade de iterações;

j = quantidade de variáveis com dados faltantes;

ø = parâmetro do modelo de dados ausentes.

Executando esta operação descrita, o algoritmo MICE gera m matrizes de imputação múltipla em paralelo, de uma forma que é possível monitorar o desenvolvimento de m deformações separadas de um determinado conjunto de parâmetros. Por exemplo, é possível monitorar, para cada variável incompleta, a média e a variância das imputações. Além disso, ele precisa de menos iteração T, sendo suficiente algo entre 5 e 20 iterações para a convergência (VAN BUUREN; OUDSHOORN, 1999; VAN BUUREN, 2007).

Uma característica fundamental do MICE é sua versatilidade para lidar com diferentes tipos de variáveis (binária, contínua e categórica) porque cada variável é imputada usando seu próprio modelo de imputação (WHITE; ROYSTON; WOOD, 2011).

Neste sentido, devido às particularidades das variáveis analisadas nesta pesquisa, para imputação dos dados faltantes foram ajustados modelos de regressões para cada variável em particular, para os dois períodos analisados, julho/2020 e abril/2021. As variáveis imputadas foram: evolução, raça, nível de escolaridade e idade para ambos os períodos; vacina e vacina_cov para julho/2020 e abril/2021, respectivamente, conforme apresentado nas tabelas

1 e 2 a seguir. Nas referidas tabelas também é possível observar o total de observações dos conjuntos de dados, a quantidade de dados ausentes, bem como a quantidade de dados imputados.

Tabela 1 - Variáveis e quantitativos de dados imputados para julho/2020

	Observações por m			
Variáveis	Completo	Incompleto	Imputado	Total
VACINA	4295	13494	13488	17789
EVOLUÇAO	15649	2140	2138	17789
RAÇA	13187	4602	4601	17789
ESCOL	5360	12429	12424	17789
IDADE	17734	55	55	17789

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2 - Variáveis e quantitativos de dados imputados para abril/2021

	Observações por m			
Variáveis	Completo	Incompleto	Imputado	Total
VACINA_COV	9581	12658	9940	22239
EVOLUÇAO	18749	3490	2722	22239
RAÇA	16526	5713	4845	22239
ESCOL	5436	16803	13084	22239
IDADE	22217	22	15	22239

Fonte: Elaboração própria

As IM foram realizadas por meio do pacote *mi impute chained* do software STATA. Por padrão esse recurso imputa as variáveis na ordem das que possuem o menor número de valores ausentes para as que possuem os maiores números de observações ausentes. Para cada variável foram criadas 10 imputações. Neste sentido, a primeira variável a ser imputada, para ambos os períodos foi a idade.

Assim, para imputar os dados faltantes da variável IDADE, foi estimado um modelo de regressão linear, por se tratar de uma variável contínua, onde a referida variável foi regredida contra as seguintes variáveis: idade, evolução, raça, nível de escolaridade, vacina, logaritmo do PIP per capita, fator de risco, sexo e população com abastecimento de água, conforme equações (9) e (14) a seguir. No caso da variável EVOLUÇÃO, foi estimado um modelo de regressão logístico, porque a variável em questão é binária, referindo-se ao desfecho do caso (óbito/não óbito). As equações (10) e (15) especificam as variáveis incluídas nos modelos para imputação dos dados ausentes. Para imputar os valores ausentes da variável RAÇA, foi estimado um modelo de regressão logístico multinomial, equação (11) e (16), pois trata-se de uma variável categórica, isto é, uma variável em que não há uma ordenação lógica entre as classificações da categoria. Por sua vez, para imputação dos valores não observados

da variável escolaridade (ESCOL) estimou-se uma regressão logística ordinal, cujos dados são apresentados em categorias com ordenação (ABREU; SIQUEIRA; CAIAFFA, 2009). As variáveis selecionadas para prevê os dados ausentes da referida variável pode ser conferida nas equações (12) e (17) a seguir. A imputação dos dados ausentes das variáveis VACINA e VACINA_COV foram feitas por meio de regressões logísticas, por se tratarem de variáveis binárias, equações (13) e (18), respectivamente.

A seguir tem-se o conjunto de equações proposto para o período de julho/2020.

$$\text{IDADE} = \beta_0 + \beta_1\text{IDADE} + \beta_2\text{EVOLUÇAO} + \beta_3\text{RAÇA} + \beta_4\text{ESCOL} + \beta_5\text{VACINA} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8 FAT_RISCO + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10}\text{POP_AGUA} + \varepsilon \quad (9)$$

$$\text{EVOLUÇAO} = LOGIT\ \beta_0 + \beta_1\text{EVOLUÇAO} + \beta_2\text{IDADE} + \beta_3\text{RAÇA} + \beta_4\text{ESCOL} + \beta_5\text{VACINA} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10}\text{POP_AGUA} + \varepsilon \quad (10)$$

$$\text{RAÇA} = MLOGIT\ \beta_0 + \beta_1\text{RAÇA} + \beta_2\text{IDADE} + \beta_3\text{EVOLUÇAO} + \beta_4\text{ESCOL} + \beta_5\text{VACINA} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10}\text{POP_AGUA} + \varepsilon \quad (11)$$

$$\text{ESCOL} = OLOGIT\ \beta_0 + \beta_1\text{ESCOL} + \beta_2\text{IDADE} + \beta_3\text{EVOLUÇAO} + \beta_4\text{RAÇA} + \beta_5\text{VACINA} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10}\text{POP_AGUA} + \varepsilon \quad (12)$$

$$\text{VACINA} = LOGIT\ \beta_0 + \beta_1\text{VACINA} + \beta_2\text{IDADE} + \beta_3\text{EVOLUÇAO} + \beta_4\text{RAÇA} + \beta_5\text{ESCOL} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10}\text{POP_AGUA} + \varepsilon \quad (13)$$

Sistemas de equações proposto para o período de abril/2021.

$$\text{IDADE} = \beta_0 + \beta_1\text{IDADE} + \beta_2\text{EVOLUÇAO} + \beta_3\text{RAÇA} + \beta_4\text{ESCOL} + \beta_5\text{VACINA_COV} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10}\text{POP_ÁGUA} + \varepsilon \quad (14)$$

$$\text{EVOLUÇAO} = \text{LOGIT}\ \beta_0 + \beta_1\text{EVOLUÇAO} + \beta_2\text{IDADE} + \beta_3\text{RAÇA} + \beta_4\text{ES} + \beta_5\text{VACINA_COV} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10}\text{POP_AGUA} + \varepsilon \quad (15)$$

$$\text{RAÇA} = MLOGIT\ \beta_0 + \beta_1\text{RAÇA} + \beta_2\text{IDADE} + \beta_3\text{EVOLUÇAO} + \beta_4\text{ESCOL} + \beta_5\text{VACINA_COV} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10} POP_AGUA + \varepsilon \quad (16)$$

$$\text{ESCOL} = OLOGIT\ \beta_0 + \beta_1\text{ESCOL} + \beta_2\text{IDADE} + \beta_3\text{EVOLUÇAO} + \beta_4\text{RAÇA} + \beta_5\text{VACINA_COV} + \beta_6\text{lnPIBpc} + \beta_7\text{IDHM} + \beta_8\text{FAT_RISCO} + \beta_9\text{SEXO} + \beta_{10} POP_AGUA + \varepsilon \quad (17)$$

$$\text{VACINA_COV} = LOGIT\ \beta_0 + \beta_1 \text{VACINA_COV} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{EVOLUÇAO} + \beta_4 \text{RAÇA} + \beta_5 \text{ESCOL} + \beta_6 \text{lnPIBpc} + \beta_7 \text{IDHM} + \beta_8 \text{FAT_RISCO} + \beta_9 \text{SEXO} + \beta_{10} POP_AGUA + \varepsilon \quad (18)$$

Imputados os dados ausentes, o passo seguinte foi estimar os modelos econométricos. Assim, as equações estimadas para o período de julho de 2020 têm as seguintes especificações:

Modelo 1: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 VACINA + \varepsilon \quad (19)$$

Modelo 2: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA} + \beta_7 \text{IDHM} + \varepsilon \quad (20)$$

Modelo 3: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA} + \beta_7 \text{lnPIBpc} + \varepsilon \quad (21)$$

Modelo 4: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA} + \beta_7 \text{POP_AGUA_ENC} + \varepsilon \quad (22)$$

Modelo 5: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA} + \beta_7 \text{POP_COL_LIXO} + \varepsilon \quad (23)$$

Para o segundo período analisado, abril de 2021, o sistema de equações proposto foi similar ao apresentado para o período de 2020. A única diferença residiu na troca da variável VACINA pela variável VACINA_COV, conforme exposição a seguir:

Modelo 6: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 VACINA_COV + \varepsilon \quad (24)$$

Modelo 7: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA_COV} + \beta_7 \text{IDHM} + \varepsilon \quad (25)$$

Modelo 8: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA_COV} + \beta_7 \text{lnPIBpc} + \varepsilon \quad (26)$$

Modelo 9: $$\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA_COV} + \beta_7 \text{POP_AGUA_ENC} + \varepsilon \quad (27)$$

Modelo 10: $\text{EVOLUÇAO} = \beta_0 + \beta_1 \text{FAT_RISCO} + \beta_2 \text{IDADE} + \beta_3 \text{RAÇA} + \beta_4 \text{ESCOL} + \beta_5 \text{SEXO} + \beta_6 \text{VACINA_COV} + \beta_7 \text{POP_COL_LIXO} + \varepsilon$ (28)

Em que:

a) EVOLUÇAO = refere-se ao desfecho do caso, isto é, se o paciente veio a óbito ou não em decorrência das complicações causadas pela COVID-19. Os dados foram obtidos no site OpenDataSUS;
b) FAT_RISCO = variável que indica se o paciente apresenta alguma comorbidade. Os fatores de risco estão associados a maiores ocorrências de óbitos em virtude da COVID-19, conforme resultados apresentados na parte empírica deste trabalho. Os dados foram obtidos no site OpenDataSUS;
c) IDADE = indica a idade do paciente. Assim como os fatores de risco, a idade está diretamente relacionada à maior prevalência de óbitos em consequência da COVID-19. Os dados também foram extraídos do site OpenDataSUS;
d) RAÇA = representa a cor/raça declarada pelo paciente. Objetivou-se investigar se a raça/cor contribuiu para uma maior ou menor taxa de óbitos pela Covid-19. ;
e) ESCOL = representa o nível de escolaridade informada pelo paciente. *Proxy* para o capital humano, o objetivo é verificar a relação inversamente proporcional entre capital humano e óbitos por Covid-19. Espera-se que quanto maior o nível desse capital, menor serão as taxas de óbitos em virtude da Covid-19. Os dados também foram obtidos do site OpenDataSUS;
f) SEXO = indica o sexo do paciente, masculino ou feminino. O propósito consiste em verificar a relação da variável com a maior probabilidade de óbitos causada pela Covid-19.
g) VACINA = indica se o paciente tomou a vacina contra a gripe na última campanha. Neste sentido, o intuito é verificar se a imunização pelo antiviral contribuiu para reduzir a probabilidade de óbitos causados pelo SARS-CoV-2;
h) VACINA_COV = indica se o paciente foi imunizado com a vacina contra a Covid-19. Supõe-se que o imunizante tenha contribuído para uma menor taxa de óbitos causada pela doença;
i) IDHM = indicador sucinto do progresso de três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. A inclusão dessa variável está relacionada à hipótese de que municípios com IDH melhor corrobora para uma

menor taxa de óbitos pela pandemia de Covid-19. Os dados foram obtidos no Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2010);

j) lnPIBpc = logaritmo do PIB per capita a preços correntes, ano base 2018. Os dados foram obtidos no site do IBGE;

k) POP_AGUA_ENC = percentual da população em domicílios com água encanada. A finalidade consiste em verificar se melhores condições de saneamento básico contribui para uma menor taxa de óbitos pela Covid-19. Os dados foram extraídos do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010);

l) POP_COL_LIXO = percentual de pessoas em domicílios urbanos com coleta de lixo. A finalidade consiste também em verificar se melhores condições de saneamento básico contribui para uma menor taxa de óbitos pela Covid-19. Os dados foram extraídos do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010);

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de apresentar os resultados, seguem as Tabela 3 e 4 com as estatísticas descritivas de algumas variáveis empregadas no modelo, referentes aos períodos estudados: julho/2020 e abril/2021, respectivamente. Exceto a variável Idade, as demais são classificadas como de segundo nível ou ambientais, isto é, não são classificadas como características individuais dos indivíduos.

Tabela 3 - Estatística descritiva referente ao período de julho/2020

Variável	Média	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo
IDHM	0,676	0,073	0,443	0,772
PIB per capita	19.720,916	13.053,64	4.901,07	225.290,31
IDADE	60,345	20,685	1	111
POP_AGUA_ENC	88,142	12,559	0,5	99,71
POP_COL_LIXO	94,03	7,906	3,05	100

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4 - Estatística descritiva referente ao período de abril/2021

Variável	Média	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo
IDHM	0,685	0,072	0,484	0,772
PIB per capita	20.581,944	12.825,296	4.788,18	225.290,31
IDADE	57,279	17,672	1	113
POP_AGUA_ENC	88,818	12,562	0,5	99,71
POP_COL_LIXO	94,212	8,287	0,35	100

Fonte: Elaboração própria

Na tabela a seguir tem-se a estatística descritiva das variáveis categóricas que compõem a presente pesquisa.

Tabela 5 - Estatística descritiva das variáveis categóricas (Continua)

		Julho/2020		Abril/2021	
		Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
GÊNERO	Masculino	9837	55,30%	12163	54,69%
	Feminino	7946	44,67%	10073	45,29%
RAÇA	Branca	2108	11,85%	2461	11,07%
	Preta	727	4,09%	710	3,19%
	Amarela	303	1,70%	223	1,00%
	Parda	10019	56,32%	13105	58,93%
	Indígena	30	0,17%	27	0,12%

FATOR DE RISCO	Sim	11543	64,89%	13158	59,17%
	Não	6246	35,11%	9081	40,83%
ESCOLARIDADE	Sem escolaridade	934	5,51%	677	3,04%
	Fundamental 1º ciclo	1641	9,67%	1417	6,37%
	Fundamental 2º ciclo	695	4,10%	834	3,75%
	Médio	1276	7,52%	1614	7,26%
	Superior	539	3,18%	723	3,25%
	Sem idade escolar	302	1,78%	171	0,77%
VACINA	Sim	1219	6,85%	-	-
	Não	3077	17,30%	-	-
VACINA-COVID	Sim	-	-	2664	11,98%
	Não	-	-	6917	31,10%
EVOLUÇÃO	Cura	9070	50,99%	10814	48,63%
	Óbito	6546	36,80%	7880	35,43%
	Óbito por outras causas	34	0,19%	55	0,25%

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que a média da idade dos indivíduos analisados nos períodos de julho/2020 e abril/2021 foram de aproximadamente 60 e 57 anos, respectivamente. Mostrando que não houve muita diferença na média de idade entre os infectados pelo SARS-CoV-2 nos dois períodos estudados. Cabe destacar que das amostras de 17789 e 22239 observações analisadas para os supracitados períodos, nesta ordem, 36,8% e 35,4% dos casos tiveram como desfecho o óbito.

O IDH dos munícipios da Região Nordeste, analisados nesta pesquisa, apresentou média de aproximadamente 0,68 para ambos os períodos considerados. O indicador merece destaque nesta análise porque pode estar relacionado com o maior número de óbitos causado pela COVID-19, conforme constatado por Alberti et al. (2021).

Ademais, cabe destacar que no período de julho/2020, 64,89% dos indivíduos observados possuíam algum fator de risco. Já no segundo período de análise, abril de 2021, 59,17% das pessoas apresentava uma ou mais doença. Ressalta-se que os fatores de risco estão diretamente relacionados ao maior número de óbitos em decorrências das complicações causadas pela Covid-19, consoante apresentado em alguns trabalhos na parte empírica desta pesquisa.

A Tabela 5 a seguir mostra os resultados dos procedimentos econométricos encontrados, tendo a EVOLUÇAO como variável dependente. Isto é, trata-se de uma variável

binária em que 1 indica que o indivíduo veio a óbito e 0 em caso contrário. Portanto, temos modelos que investigam os fatores associados com a probabilidade de um indivíduo morrer de Covid-19 durante o período aqui analisado da primeira onda de infecções, julho de 2020. Tal como exposto na seção anterior, trata-se de um modelo logístico multinível, cujos resultados estão a seguir:

Tabela 6 - Resultados econométricos para o período de julho/2020 (Continua)

Variável dependente = EVOLUÇAO					
Variáveis Explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
CONSTANTE	-2.454*** (0.158)	-1.633*** (0.438)	-2.249*** (0.657)	-2.684*** (0.247)	-2.884*** (0.350)
FAT_RISCO	0.415*** (0.044)	0.416*** (0.444)	0.415*** (0.044)	0.414*** (0.044)	0.413*** (0.044)
ESCOL					
Fundamental 1º ciclo	-0.103 (0.065)	-0.098 (0.065)	-0.103 (0.065)	-0.105 (0.065)	-0.104 (0.065)
Fundamental 2º ciclo	-0.122 (0.098)	-0.114 (0.098)	-0.121 (0.099)	-0.126 (0.099)	-0.124 (0.098)
Ensino Médio	-0.299*** (0.964)	-0.288*** (0.097)	-0.298*** (0.097)	-0.303*** (0.097)	-0.302*** (0.096)
Ensino Superior	-0.425** (0.146)	-0.412** (0.147)	-0.424** (0.147)	-0.430*** (0.147)	-0.428** (0.147)
Não se aplica	-0.299 (0.189)	-0.286 (0.189)	-0.297 (0.190)	-0.303 (0.190)	-0.301 (0.190)
IDADE	0.040*** (0.001)	0.040*** (0.001)	0.040*** (0.001)	0.040*** (0.001)	0.040*** (0.001)
RAÇA					
Preta	0.046 (0.099)	0.045 (0.099)	0.046 (0.099)	0.045 (0.099)	0.048 (0.099)
Amarela	-0.473*** (0.385)	-0.477*** (0.170)	-0.473*** (0.170)	-0.474*** (0.170)	-0.462** (0.171)
Parda	-0.203*** (0.059)	-0.203*** (0.059)	-0.203*** (0.059)	-0.202*** (0.059)	-0.201*** (0.059)
Indígena	0.299 (0.418)	0.288 (0.417)	0.298 (0.418)	0.300 (0.418)	0.307 (0.419)

(Conclusão)

VACINA	-0.344*** (0.109)	-0.347*** (0.110)	-0.345 *** (0.110)	-0.342*** (0.109)	-0.344*** (0.109)
lnPIBpc			-0.021 (0.070)		
IDHM		-1.352* (0.438)			
POP_AGUA_ENC				0.002 (0.002)	
POP_COL_LIXO					0.004 (0.003)
Municípios	1275	1275	1275	1275	1275
OBS	17789	17789	17789	17789	17789

Nota: (***), (**), (*) significam que são estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente. Erros padrão robustos entre parênteses.

No Modelo 1 os resultados indicam que a variável VACINA[2] foi negativa e estatisticamente significativa, indicando que aqueles que foram vacinados têm menor probabilidade de morrer por Covid-19 do que os não vacinados. Portanto, esse resultado está de acordo com o encontrado na literatura que trataram do assunto. Por exemplo, FINK et al. (2021) constataram que os pacientes que receberam uma vacina recente contra influenza tiveram, em média, 7% menos chances de precisar de tratamento intensivo, 17% menos chances de necessitar de suporte respiratório invasivo e 16% menos chance de óbito. Os autores ainda observaram que os efeitos protetores foram maiores quando a vacina foi após o início dos sintomas, bem como entre os pacientes mais jovens.

Observou-se, também, que os indivíduos com alguma comorbidade (fator de risco) e mais velhos (IDADE) têm maior probabilidade de morrer de Covid-19. Ambas as variáveis apresentaram-se positiva e significativa ao nível de 1% de significância. Além disso, o gênero (SEXO) também mostrou-se significativo, indicando que mulheres têm menor probabilidade de morrer de Covid que os homens. Esse fato também foi constatado por SOUZA et al. (2021). As explicações para esse achado encontram-se em parte na resposta imunológica que cada sexo biológico apresenta – as mulheres em geral são capazes de montar uma resposta imune mais vigorosa a infecções, vacinas e algumas doenças malignas. Os homens por sua vez apresentam taxas mais elevadas de comorbidades, tais como doenças cardiovasculares, doenças pulmonares crônicas e hipertensão que representam fatores de risco para o

[2] Refere-se à vacina contra a Gripe.

agravamento das complicações causadas pelo Novo Coronavírus (LOTTER; ALTFELD, 2019; MOREIRA; OLIVEIRA, 2020).

Quanto à raça, aqueles que se declararam amarelos e pardos apresentaram menor probabilidade de morrer de Covid-19 do que aqueles que se declararam brancos. Por fim, a variável de interesse – nível de escolaridade – está de acordo com o esperado. Isto é, ela foi negativa e significativa. Isto indica que quanto maior o nível de escolaridade, menor a probabilidade de se morrer de COVID-19. Este fato pode ser consequência tanto de condições socioeconômicas diferenciadas, que não foram captadas pelo modelo, quanto do aporte maior de conhecimento sobre as formas de prevenção e contenção do vírus, além da possibilidade de adesão às medidas de isolamento social, como por exemplo, adotando o home office (DE NEGRI et al., 2021). Ademais, este resultado mostra-se coerente com o encontrado na literatura, a exemplo de Batista et al. (2020); Pires, Carvalho e Xavier (2020); Borges e Crespo (2020); Pinheiro et al. (2020).

No Modelo 2 foi incluída a primeira variável de segundo nível, o IDHM. Observa-se que esta é estatisticamente significativa e apresenta o sinal esperado. Isto significa que em 2020, quem vivia em municípios com maior IDH teve menor probabilidade de morrer de Covid-19. Esse resultado está em consonância com estudos que abordaram o tema. Por exemplo, Alberti et al., (2021) objetivando verificar a existência de associação entre o maior número de mortes por COVID-19 e o IDH de cidades catarinenses, observaram que as cidades com IDH ruim apresentaram uma taxa de mortes maior em relação as cidades com IDH bom. Em estudo realizado para o Estado do Ceará, Araujo et al., (2020) observaram que a predominância de casos e óbitos ocorreu entre a população com IDH baixo e muito baixo. Ressaltando, deste modo, dificuldades no âmbito social.

No terceiro modelo estimado, acrescentou-se o logaritmo do PIB per capita (lnPIBpc). Apesar de negativo, não foi significativo. Também não apresentaram significância estatísticas as variáveis referentes ao saneamento básico, POP_AGUA_ENC e POP_COL_LIXO, incluídas nos Modelos 4 e 5, respectivamente.

Em suma, com exceção do IDHM, as demais variáveis de segundo nível não foram significativas. Isso significa que, na primeira onda de infecções (2020), apenas as variáveis individuais explicam a probabilidade de o indivíduo morrer de Covid-19. No caso dos municípios da Região Nordeste, não se pode afirmar que essas características locais tiveram impacto significativo sobre a chance de morte devido à pandemia de Covid-19. Vale ressaltar que a opção pela inclusão das variáveis de segundo nível em separado decorre do elevado nível de correlação entre elas.

Na tabela seguinte, têm-se os resultados das estimações realizadas para o segundo período analisado, abril de 2021. Conforme apresentado a seguir, assim como para o mês da primeira onda de infecções em 2020, temos um modelo que investiga os determinantes da probabilidade de um indivíduo morrer de Covid-19 durante o mês da segunda onda de infecções.

Tabela 7 - Resultados econométricos para o período de abril/2021 (Continua)

Variável dependente = EVOLUÇAO					
Variáveis Explicativas	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8	Modelo 9	Modelo 10
CONSTANTE	-2.008*** (0.193)	-2.589*** (0.878)	-0.896 (0.854)	-2.147*** (0.360)	-0.859 (0.556)
FATOR_RISC	0.606*** (0.038)	0.592*** (0.085)	0.607*** (0.038)	0.606*** (0.038)	0.606*** (0.038)
ESCOL					
Fundamental 1º ciclo	-0.197** (0.080)	-0.207 (0.161)	-0.195** (0.080)	-0.198** (0.080)	-0.196** (0.080)
Fundamental 2º ciclo	-0.302*** (0.105)	-0.228 (0.179)	-0.299*** (0.106)	-0.303*** (0.106)	-0.299*** (0.105)
Ensino Médio	-0.514*** (0.114)	-0.516*** (0.179)	-0.510*** (0.115)	-0.515*** (0.115)	-0.511*** (0.114)
Ensino Superior	-0.690*** (0.148)	-0.748*** (0.244)	-0.686*** (0.148)	-0.692*** (0.148)	-0.688*** (0.148)
Não se aplica (sem idade escolar)	-0.596* (0.282)	-0.795 (0.500)	-0.592* (0.282)	-0.598* (0.282)	-0.593* (0.282)
IDADE	0.0373*** (0.002)	0.031*** (0.003)	0.037*** (0.002)	0.037*** (0.002)	0.037*** (0.002)
SEXO	-0.117*** (0.036)	-0.145* (0.076)	-0.118 *** (0.036)	-0.117*** (0.036)	-0.117*** (0.036)
RAÇA					
Preta	-0.151 (0.114)	-0.085 (0.215)	-0.148 (0.115)	-0.151 (0.115)	-0.152 (0.115)
Amarela	-0.044 (0.195)	-0.388 (0.375)	-0.040 (0.195)	-0.044 (0.195)	-0.048 (0.194)
Parda	-0.294*** (0.055)	-0.154 (0.110)	-0.294*** (0.055)	-0.294*** (0.055)	-0.294*** (0.055)
Indígena	-0.509 (0.586)	-1.216 (1.320)	-0.508 (0.586)	-0.509 (0.586)	-0.507 (0.585)

(Conclusão)

VACINA_COV	-0.559*** (0.082)	-0.287** (0.135)	-0.559*** (0.082)	-0.559*** (0.082)	-0.557*** (0.082)
lnPIBpc			-0.117 (0.089)		
IDHM		-0.022* (1.327)			
POP_AGUA_ENC				0.001 (0.003)	
POP_COL_LIXO					-0.012 (0.005)
Municípios	1409	1409	1409	1409	1409
OBS	22239	22239	22239	22239	22239

Nota: (***), (**), (*) significam que são estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente. Erros padrão robustos entre parênteses.

De modo geral, nota-se que as correlações observadas entre as principais variáveis explicativas são bastante robustas entre todos os modelos especificados. As variáveis fator de risco (FAT_RISCO) e idade resultaram significantes estatisticamente. Ou seja, também na segunda onda de infecções, em 2021, os indivíduos que possuíam alguma comorbidade e com idade mais avançada estavam mais propensos a vir a óbito em virtude da Covid-19. Esse resultado era esperado e reafirma a vulnerabilidade desses grupos no contexto da pandemia. Além disso, os resultados indicam que os homens apresentaram maior chance de morrer de Covid-19 do que as mulheres. Resposta similar ao que foi encontrado para o período analisado em 2020.

Quanto à variável VACINA_COV, esta resultou negativa e significativa em todas as estimações. Em outras palavras, aqueles que tomaram a vacina contra a COVID-19 têm menor probabilidade de morrer em decorrência das complicações causadas pela doença. Estudo realizado em Israel por Rossman et al., (2021) demostrou a eficácia da vacina na redução da transmissibilidade após o início da vacinação. Por meio de uma análise retrospectiva dos dados provenientes do Ministério da Saúde de Israel (MS), de março 2020 a fevereiro de 2021, os autores compararam os desfechos nos grupos populacionais prioritários (60 anos ou mais) com os demais grupos (0-59 anos) que ainda não haviam sido vacinados. A análise revelou que na última semana, aproximadamente um mês e meio após o início da campanha de vacinação, com 80% dos indivíduos com mais de 60 anos já vacinado, houve uma queda de aproximadamente 49% no número de casos, queda de 36% nas internações

relacionadas à COVID-19 e queda de 29% em pacientes graves em comparação com 21 dias atrás (ROSSMAN et al., 2021).

A variável *proxy* do capital humano - nível de escolaridade – resultou negativa e significativa. Indicando que o grupo populacional com maior nível de escolaridade possuía menor probabilidade de morrer pela Covid-19, em comparação com o grupo sem escolaridade. Logo, não houve diferença do resultado encontrado na análise realizada em 2020. O mesmo ocorreu com o IDHM, estatisticamente significativo. Ratificando a hipótese de que munícipios que possuem o indicador maior, têm menores perspectivas de mortes em virtude da pandemia do Novo Coronavírus.

Entretanto, as variáveis de saneamento básico, POP_AGUA_ENC e POP_COL_LIXO, inseridas nos Modelos 9 e 10, respectivamente, não apresentaram significância estatística. Apesar dos modelos não terem captado essas correlações, é inegável a importância dessas variáveis para mitigação da propagação do vírus e redução das taxas de mortalidade. Portanto, são necessários estudos mais específicos nesta área. Da mesma forma, a variável de renda, o lnPIBpc, não apresentou significância estatística.

Por fim, observa-se que não houve divergências entre os resultados encontrados nos dois períodos analisados. Os resultados indicam que as variáveis de primeiro nível exercem uma relação direta com as taxas de mortalidade causada pela Covid-19, ao passo que as variáveis de segundo nível não revelaram estatisticamente significante, com exceção apenas do IDHM.

5.1 Discussão dos Resultados

A Região Nordeste é marcada pela desigualdade socioeconômica e pela pobreza, circunstâncias que ajudam a explicar o impacto da pandemia de COVID-19 no território composto por nove estados e 1793 munícipios, com uma população estimada em mais de 57,3 milhões de habitantes, classificando-se, portando, como a segunda região mais populosa do país (IBGE, 2021).

Considerando os dados acumulados de casos e óbitos, desde 26 de fevereiro de 2020 até 25 de dezembro de 2021, conforme dados do Boletim epidemiológico especial divulgado pelo Ministério da Saúde (2021), a Região Nordeste teve uma incidência de 8.606,3 casos/100 mil hab. e mortalidade de 208,9 óbitos/100 mil hab., com o estado de Sergipe apresentando a maior incidência (12.009,2 casos/100 mil hab.) e o Ceará com a maior mortalidade (269,6 óbitos/100 mil habitantes).

Neste sentido, os resultados da presente pesquisa mostraram quais os principais fatores estão diretamente associados a maior probabilidade de óbitos devido à infecção causada pelo SARS-CoV-2.

No quesito cuidados médicos, foi constatado que os homens figuram o grupo com maior probabilidade de morrer de Covid-19. As divergências entre os gêneros em surtos de doenças e na disparidade em desfechos de saúde compreendem tanto mecanismos físicos, como os fatores biológicos baseados no sexo, que modulam a resposta imune do hospedeiro, quanto perfis socialmente construídos que incluem os aspectos sociais, comportamentais e estilo de vida. Portanto, a COVID-19 não é exceção quando se trata de diferenças de gênero, que se expressam na vulnerabilidade e gravidade da doença e no acesso aos serviços de saúde (OPAS, 2021).

Considerando os mecanismos biológicos que combatem as infecções virais, as mulheres, em geral, tendem a produzir uma resposta imune mais eficaz e adaptativa aos vírus, contribuindo para um quadro menos grave da COVID-19 (OPAS, 2021). Outro fator associado a maior taxa de mortalidade por Covid-19 entre pessoas do sexo masculino é a existência de doenças prévias subdiagnosticadas, como hipertensão, diabetes, doença cardiovascular que são, em tese, predominantes entre os homens (PORTO et al., 2021). Além disso, os homens tentem a se envolver em atividades de maior risco que geram potencial para contrair a doença e são mais propensos a minimizar a gravidade do potencial do vírus para prejudicá-los (GRIFFITH et al.,2020).

Possuir comorbidades e/ou idade avançada apresentaram correlação direta com a maior probabilidade de óbitos devido à COVID-19. Esse resultado encontra respaldo na literatura. Desde os primeiros meses de pandemia, no Brasil, tem-se registrado um percentual maior de óbitos por COVID-19 de pessoas idosas, além de apresentarem taxas de letalidade acumulada superiores às observadas na população em geral (GALVÃO; RONCALLI, 2021).

Objetivando analisar os fatores de risco para óbito em indivíduos com síndrome respiratória aguda grave por COVID-19 no estado do Acre, Prado et al., (2021) constataram que ser homem, ter idade igual ou superior a 60 anos e apresentar comorbidades, com destaque para cardiopatas e diabetes mellitus, constituem os principais fatores de risco para o óbito. Resultado similar foi encontrado por Galvão e Roncalli (2021) ao fazer uma análise de sobrevivência de indivíduos diagnosticados com COVID-19 identificados pelos sistemas de informação em saúde, verificaram que o maior risco de ocorrência de óbitos por COVID-19 foi observado em indivíduos idosos, sobretudo os com idade acima de 80 anos, com comorbidades, homens e com cor de pele não branca. Além desses, uma série de outros

estudos constataram os mesmos resultados (DE NEGRI et al., 2021; MASCARELLO et al., 2021; HASTENREITER FILHO; CAVALCANTE, 2022).

Os resultados apontaram que os indivíduos autodeclarados pardos e amarelos apresentaram menor risco de óbito pela COVID-19 em comparação com a população branca. Ressalta-se que na análise realizada, 56,32% e 58,93%, dos indivíduos se autodeclararam pardos nos períodos considerados em 2020 e 2021, respectivamente. Resultado parecido foi encontrado por Porto et al., (2021) em estudo que buscou identificar a mortalidade pela doença no Brasil nas 6 primeiras semanas após a confirmação do primeiro caso de óbito visando traçar o perfil desses indivíduos, verificou maior mortalidade entre os indivíduos da cor branca. Entretanto, estudos apontam que a letalidade tem sido maior entre pardos e negros (DE NEGRI et al., 2021; DE LIMA; LIMA, 2021; GALVÃO; RONCALLI, 2021). Conforme evidenciado por Porto et al., (2021), ainda não há hipóteses para tais achados.

O desenvolvimento das vacinas corresponde há um grande avanço da humanidade no combate às doenças, tendo como principal objetivo estimular as defesas imunológicas do organismo (BOUSADA; PEREIRA, 2017). Neste sentido, os resultados obtidos neste trabalho indicaram menor probabilidade de óbitos entre aqueles que tomaram tanto a vacina antiviral quanto entre aqueles que tomaram o imunizante contra a COVID-19. Em análise preliminar realizada no Estado de Mato Grosso, mesmo com o esquema vacinal em fase inicial, evidências apontaram eficácia da vacina contra Covid-19 no quesito redução de mortalidade no grupo prioritário de idosos maiores de 70 anos (OLIVEIRA et al., 2021). Além desse, outros estudos preliminares reforçam a tese de eficácia das vacinas na redução de mortes pelo vírus SARS-CoV-2, conforme pode ser visto ao longo deste capítulo.

Quanto à variável de interesse, o nível de escolaridade, *proxy* do capital humano, foi observado que os indivíduos mais escolarizados apresentaram menor risco de óbitos em virtude da COVID-19. A variável em questão revelou-se estatisticamente significativa, indicando que aqueles sem escolaridade apresentam maior probabilidade de morrer pela doença. Diversos estudos apontam o mesmo resultado (BATISTA et al., 2020; PIRES; CARVALHO; XAVIER, 2020; BORGES; CRESPO, 2020; PINHEIRO et al., 2020; DE NEGRI et al., 2021). Entretanto, esse resultado deve ser analisado com cautela, pois é importante considerar o conjunto de caracteres intrínsecos a região e a essa parcela da população.

Conforme foi mencionado, a Região Nordeste é caracterizada pela desigualdade socioeconômica e pobreza que reflete em desigualdades entre a população de modo geral. A desigualdade de oportunidades pode alocar os indivíduos em distintas posições

socioeconômicas, de acordo com sua raça, gênero, grupo social e sexo, dificultando o acesso à educação, trabalho e renda. Neste sentido, pessoas mais vulneráveis socioeconomicamente tendem a ser exposta ao vírus de forma diferenciada, porque pessoas nessas situações contam com moradia de pior qualidade, residem em habitações com maior número de pessoas, usam o transporte público com maior aglomeração, possuem as piores ocupações que dificultam adotar as medidas de distanciamento social, além da insegurança alimentar e restrições no acesso aos cuidados médicos, o que propicia taxas mais elevadas de mortes nesse subgrupo populacional (DEMENECH, et al., 2020).

Populações com baixa renda são mais expostas à contaminação por doenças infecciosas, incluindo pelo SARS-CoV-2, devido à falta de acesso a saneamento básico e à água tratada, à falta de acesso à educação e aos serviços de saúde, à dificuldade de realizarem o isolamento, por morarem em residências precárias ou também por estarem mais frequentemente desempregadas ou engajadas em empregos informais (KERR et al., 2020). Exatamente neste subgrupo que estão os menos escolarizados.

Por isso, Souza et al. (2020) afirmam que esta pandemia tem raça, cor, gênero e classe social. Com uma parcela da população tendo o privilégio de usufruir das medidas de contenção do vírus sem maiores prejuízos; enquanto a parcela mais vulnerável se vê obrigada a se expor ao vírus para lutar por sobrevivência.

Quanto às variáveis de saneamento básico e renda per capita, não apresentaram significância estatística em ambos os períodos analisados, isto é, não foi encontrado evidências da importância que elas exercem no contexto da pandemia, apesar dos trabalhos de Ferreira, Silva e Figueiredo Filho (2021); Chaudhry et al. (2020); Vasconcelos e Muylder (2022) indicarem que são importantes. Portanto, são necessários estudos mais específicos nestas áreas para os munícipios da Região Nordeste.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do capital humano, representado pelo nível de escolaridade, sobre as mortes causadas pela COVID-19, em dois períodos distintos da pandemia: julho de 2020 e abril de 2021, respectivamente. Especificamente, este trabalho visou investigar se o maior nível de capital humano dos indivíduos dos municípios da Região Nordeste, precisamente dos 1793 municípios que compõem a referida região, está associado a uma menor taxa de mortalidade provocada pela COVID-19. Esperava-se que quanto maior o nível de capital humano dos indivíduos, menor seria a taxa de letalidade causada pela COVID-19.

Para obtenção dos resultados, foram estimados modelos logísticos hierárquicos com variáveis a nível individual e ambiental. Conforme pode ser visto, os resultados indicaram significância estatística das variáveis a nível individual em praticamente todos os modelos estimados, nos dois períodos analisados. Quanto às variáveis a nível ambiental, apenas o IDHM apresentou significância estatística. Além disso, verificou-se que não houve diferença entre os dois períodos aqui analisados, julho de 2020 e abril de 2021.

Em conformidade com os resultados obtidos, as mulheres têm menor probabilidade de morrer de Covid do que os homens. As explicações para tal achado encontra respaldo em questões biológicas, sociais e culturais. Pessoas idosas e/ou com comorbidades figuram entre os grupos com maior probabilidade de vir a óbito devido à COVID-19. Essas pessoas possuem o sistema imunológico enfraquecido, levando, portanto, ao aumento da gravidade das doenças infecciosas (MINUSSI et al., 2020). Neste sentido, as vacinas desempenham papel fundamental. Como observado, as pessoas vacinadas tanto com a vacina antiviral quanto com a vacina específica para a Covid-19 apresentaram risco menor de morrer em virtude das complicações causadas pela COVID-19.

Quanto à raça, aqueles que se declararam pardos e amarelos têm menor probabilidade de morrer do que aqueles que se declararam brancos. Esse resultado, apesar de encontrar amparo em na literatura, divergiu da maioria dos estudos sobre o tema.

A variável de interesse, o nível de escolaridade, resultou estatisticamente significativa, isto indica que os indivíduos mais escolarizados apresentam menor risco de óbito em virtude da COVID-19. Entretanto, esse resultado deve ser analisado cautelosamente, pois não são as pessoas mais escolarizadas que morrem menos simplesmente por ter um nível de escolaridade maior, mas porque essa parcela da população possui poder aquisitivo maior, empregos com condições sanitárias adequadas, habitações com infraestrutura satisfatória. Além de mais acesso à saúde, alimentação de qualidade e praticam mais esportes. Portanto, essas pessoas

dispõem de condições adequadas para aderir às medidas de isolamento e distanciamento social sem maiores prejuízos a sua sobrevivência e desta forma, estão menos suscetíveis a exposição do vírus.

Em relação às variáveis de segundo nível, apenas o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal mostrou-se significativo, ou seja, munícipios que apresentam o indicador melhor, os indivíduos têm menor chance de morrer de COVID-19. As demais variáveis não foram significantes. Deste modo, no caso dos municípios do Nordeste, não se pode afirmar que as variáveis de saneamento básico e renda per capita tiveram impacto significativo sobre a chance de mortes pelo SARS-CoV-2.

A ocorrência de dados faltantes é um problema em pesquisas científicas, principalmente na área da saúde e das Ciências Sociais (NUNES; KLÜCK; FACHEL, 2009). Neste sentido, a quantidade de dados faltantes constituiu a principal limitação deste estudo, pois o banco de dados disponibilizado pelo Ministério da Saúde (OpenDataSUS) possuía uma grande quantidade de dados ausentes, sendo necessário recorrer a técnica estatística de imputação de dados. Entretanto, apesar das limitações, foram obtidos resultados satisfatórios e coerente com a literatura que trataram do assunto, conforme foi observado ao longo do texto.

Assim, diante dos resultados obtidos, que este estudo possa subsidiar estratégias e políticas públicas voltadas, principalmente, para os grupos mais vulneráveis economicamente e socialmente que tendem a sofrer mais diante das circunstâncias adversas de uma crise.

REFERÊNCIAS

ABREU, Mery Natali Silva; SIQUEIRA, Arminda Lucia; CAIAFFA, Waleska Teixeira. Regresión logística ordinal en estudios epidemiológicos. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 1, p. 183-194, 2009.

ALBERTI, Adriano et al. Associação do maior número de mortes por COVID-19 e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Cidades Catarinenses/Association of the highest number of deaths by COVID-19 and the Human Development Index (HDI) of cities in Santa Catarina. **ID on line Revista de Psicologia**, v. 15, n. 54, p. 427-434, 2021.

ARAUJO, Igor Gomes et al. COVID-19 no Estado do Ceará: Impacto do índice de desenvolvimento humano (IDH) na casuística. **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**, v. 2, n. 3, p. 21-30, 2020.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Desenvolvimento humano nas macrorregiões brasileiras. Brasília: PNUD/IPEA/FJP, 2016. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br. Acesso em: 2 jun. 2021.

ANDRADE, Mônica Viegas et al. Desigualdade socioeconômica no acesso aos serviços de saúde no Brasil: um estudo comparativo entre as regiões brasileiras em 1998 e 2008. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 4, p. 623-645, 2013.

BALASSIANO, M.; SEABRA, A. A.; LEMOS, A. H. Escolaridade, salários e empregabilidade: tem razão a teoria do capital humano?. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 31-52, 2005.

BARBOSA, A. L. N. H.; COSTA, J. S.; HECKSHER, M. Mercado de trabalho e pandemia da covid-19: Ampliação de desigualdades já existentes? Nota técnica. Mercado de trabalho, nº 69, 2020.

BARROS, R. P.; MENDONÇA, R. Investimentos em educação e desenvolvimento econômico. Texto para discussão, n. 525, **IPEA**, 1997.

BATISTA, Amanda et al. Análise socioeconômica da taxa de letalidade da COVID-19 no Brasil. **Núcleo de Operações e Inteligência em Saúde (NOIS)**, 2020.

BECKER, Gary. S. **Human capital**: a theoretical and empirical analysis with special reference to education. New York, 1964.

BELLEI, Nancy; MELCHIOR, Thaís Boim. H1N1: pandemia e perspectiva atual. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 47, p. 611-617, 2011.

BESARRIA, Valéria Siqueira de Carvalho et al. Análise da relação entre escolaridade e a saúde da população brasileira. **Revista Espacios**, [s. l.], v. 37, n. 2, 2016. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a16v37n02/16370210.html. Acesso em: 5 out. 2021.

BORGES, Gabriel Mendes; CRESPO, Claudio Dutra. Aspectos demográficos e socioeconômicos dos adultos brasileiros e a COVID-19: uma análise dos grupos de risco a partir da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, 2020.

BOUSADA, Guilherme Mateus; PEREIRA, Erlon Lopes. Produção de vacinas virais parte I: engenharia de bioprocessos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 309-332, 2017.

BRIAN, Keeley. **Human Capital**: How What You Know Shapes Your Life. 1. ed. OECD publishing, 2007. 150 p.

BRITO, Sávio Breno Pires et al. Pandemia da COVID-19: o maior desafio do século XXI. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia (Health Surveillance under Debate: Society, Science & Technology)–Visa em Debate**, v. 8, n. 2, p. 54-63, 2020.

CABRAL, Antônio; SILVA, Claudia Luciene de Melo; SILVA, Lamara Fabia Lucena. Teoria do capital humano, educação, desenvolvimento econômico e suas implicações na formação de professores. In: **Revista Principia**. IFPB, João Pessoa, Dezembro, p. 35-41, 2016.

CAHUC, P. e ZYLBERBERG, A.. **Labor Economics**. Cambridge: MIT Press, 2004, cap. 2.

CAMPOS, L. C.; MIRANDA, G. J. Relevância do Capital Humano para Enfrentamento de Crises: um olhar a partir da Teoria do Capital Humano nas organizações em tempos de pandemia. In: XXI USP INTERNATIONAL CONFERENCE IN ACCOUNTING, 21º, 2021, São Paulo. **Conferência [...].** São Paulo. 2021.

CANGUSSU, Ricardo Corrêa; SALVATO, Márcio Antônio; NAKABASHI, Luciano. Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: MRW versus Mincer. **Est. econ**., São Paulo, v. 40, n. 1, p. 153-183, 2010.

CANO, Wilson; GUIMARÃES NETO, Leonardo. A questão regional no Brasil: Traços gerais de sua evolução histórica. In: Pensamento Iberoamericano. **Revista de Economia Política**, 1986.

CEPAL, N. U. Panorama Social da América Latina 2020. Resumo executivo. 2021.

CHAUDHRY, Rabail et al. A country level analysis measuring the impact of government actions, country preparedness and socioeconomic factors on COVID-19 mortality and related health outcomes. **EClinicalMedicine**, v. 25, p. 100464, 2020.

COSTA, Érika de Cássia Vieira da. **Contribuição à vigilância e ao diagnóstico da peste bubônica**. 2016. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

COSTA, Ligia Maria Cantarino da; MERCHAN-HAMANN, Edgar. Pandemias de influenza e a estrutura sanitária brasileira: breve histórico e caracterização dos cenários. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. 1, p. 15-15, 2016.

CRUZ, Aline Cristina da. **Os efeitos dos gastos públicos em infraestrutura e em capital humano na renda per capita e na pobreza no Brasil**. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

CRUZ, A. C.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. Os efeitos dos gastos públicos em infraestrutura e em capital humano no crescimento econômico e na redução da pobreza no Brasil. **Economia, Selecta**, Brasília/DF, v. 11, n. 4, p. 163-185, 2010.

DE LIMA, A. L. B.; LIMA, K. C. Fatores Prognósticos de Mortalidade por Covid-19 no Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 25, n. 2, p. 225-234, 2021.

DEMENECH, Lauro Miranda et al. Desigualdade econômica e risco de infecção e morte por COVID-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, 2020.

DE NEGRI, Fernanda et al. **Aspectos socioeconômicos da Covid-19: Evidências dos trabalhadores formais do estado do Rio de Janeiro**. Texto para Discussão, IPEA, Brasília, 2021.

DIEHL, D. A. Pandemia e desigualdades sociais. **InSURgência: revista de direitos e movimentos sociais**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 303–314, 2021. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/insurgencia/article/view/36286. Acesso em: 15 set. 2021.

DUARTE, Renata Lopes; ROCHA, Cézar Henrique Barra; DIAS, Johnny de Souza. Efeitos da pandemia da Covid-19 no Meio Ambiente: uma breve revisão crítica. In: I CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1, 2021, Online. **Anais** [...], 2021. Tema: Pós-pandemia: como será o mundo depois da crise?, Disponível em: https://www.eventoanap.org.br/eventos/paginas/evento/25/pagina/anais. Acesso em: 6 set. 2021.

DUTRA, Gilson José et al. A ocorrência de crimes durante a pandemia de COVID 19: investigações iniciais para o Estado do Rio Grande do Sul. **Texto para Discussão**: Observatório Socioeconômico da COVID-19 da Universidade Federal de Santa Maria, n. 23, 2021.

FERREIRA, Demétrius; SILVA, Lucas; FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto. Saneamento importa? Uma análise da relação entre condições sanitárias e COVID-19 nas capitais brasileiras. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, p. 1079-1084, 2021.

FINK, Günther et al. Inactivated trivalent influenza vaccination is associated with lower mortality among patients with COVID-19 in Brazil. **BMJ evidence-based medicine**, v. 26, n. 4, p. 192-193, 2021.

FRITH, J. The History of Plague – Part 1. The Three Great Pandemics. **Journal of Military and Veterans Health**, vol. 20, n. 2, 2012.

GALVÃO, M. H. R.; RONCALLI, A. G. Fatores associados a maior risco de ocorrência de óbito por COVID-19: análise de sobrevivência com base em casos confirmados. **Revista brasileira de epidemiologia,** v. 23, 2021.

GAMA NETO, Ricardo Borges. Impactos da covid-19 sobre a economia mundial. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 2, n. 5, p. 113-127, 2020.

GREENE, William H. **Econometric analysis**. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 2002.

GRIFFITH, Derek M. et al. Men and COVID-19: a biopsychosocial approach to understanding sex differences in mortality and recommendations for practice and policy interventions. **Preventing chronic disease**, v. 17, p. E63, 2020.

GUILLOT, Carlos Castañeda; SERPA, Geardo Ramos. Principales pandemias en la historia de la humanidad. **Revista Cubana de Pediatría**, v. 92, 2020.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C.. **Econometria Básica**. 5 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
IBGE. Censo Demográfico. Rio de Janeiro, 1991. Disponível em: www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=indice%20de%20gini&filtro-facetas=tabelas&start=20. Acesso em: 5 jun. 2021.

HASTENREITER FILHO, Horacio Nelson; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Variáveis associadas à mortalidade por covid-19 nos municípios brasileiros: um estudo exploratório. **RPER**, n. 60, p. 57-70, 2022.

IBGE. Censo Demográfico. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=indice%20de%20gini&filtro-facetas=tabelas&start=20. Acesso em: 5 jun. 2021.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2021. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 04 set. 2021.

IBGE. Estimativas da População - Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 08 mar. 2022.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Resultados do índice de Desenvolvimento da Educação Básica: 2019: resumo técnico [recurso eletrônico]. Brasília: Inep, 2021. Disponível em: http://ideb.inep.gov.br/. Acesso em: 08 de out. 2021.

JONES, Kate E. et al. Global trends in emerging infectious diseases. **Nature**, v. 451, n. 7181, p. 990-993, 2008.

JORGE, M. A., RIBEIRO, L. C. S., SANTANA, J. R., ANDRADE, J. R. L., MOURA, F. R., ESPERIDIÃO, F. Estimação de impactos sobre a criminalidade da pandemia COVID-19 em Sergipe – Parte III: março a julho de 2020. **Boletim Informativo Mensal LEADER-UFS**. nº 07-2020, Laboratório de Economia Aplicada e Desenvolvimento Regional (LEADER) da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Out./2020a.

JORGE, M. A., RIBEIRO, L. C. S., SANTANA, J. R., ANDRADE, J. R. L., MOURA, F. R., ESPERIDIÃO, F.; SANTOS, F. R. E SIMÕES, H. P. Estimação de impactos sobre a criminalidade da pandemia COVID-19 em Sergipe – Parte IV: março a julho de 2020 - Aracaju. **Boletim Informativo Mensal LEADER-UFS**. nº 10-2020, Laboratório de Economia Aplicada e Desenvolvimento Regional (LEADER) da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Dez./2020b.

KERR, Ligia et al. COVID-19 no Nordeste brasileiro: sucessos e limitações nas respostas dos governos dos estados. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 4099-4120, 2020.

LAMEIRAS, M. A. P. Desempenho recente do mercado de trabalho e perspectivas para o ano. Carta de Conjuntura, nº 51, Nota de Conjuntura 6, 2º Trimestre de 2021. **Ipea**, 2021. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=38041&Itemid=3https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=38041&Itemid=3. Acesso em: 7 out. 2021.

LASTER PIRTLE, Whitney N. Racial capitalism: a fundamental cause of novel coronavirus (COVID-19) pandemic inequities in the United States. **Health Education & Behavior**, v. 47, n. 4, p. 504-508, 2020.

LIMA, R. Mercado de trabalho: o capital humano e a teoria da segmentação. **Pesq. Plan. Econ**., Rio de Janeiro, p. 217-272, abr. 1980.

LOPES, Thiago Henrique Carneiro Rios. **Democracia, confiança e crescimento econômico**. 2015. Tese (Doutorado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional e Urbano da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2015.

LOTTER, Hanna; ALTFELD, Marcus. Sex differences in immunity. In: **Seminars in immunopathology**. Springer Berlin Heidelberg, 2019. p. 133-135.

MARQUES, R. C.; SILVEIRA, A. J. T.; PIMENTA, D. N. A pandemia de Covid-19: interseções e desafios para a história da saúde e do tempo presente. **Coleção história do tempo presente**, v. 3, p. 225-249, 2020.

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, 2021.

MATOS, Richer de Andrade; ROVELLA, Syane Brandão Caribé. Do crescimento econômico ao desenvolvimento sustentável: conceitos em evolução. **Revista eletrônica dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis**, [*s. l.*], ed. 3, Jan/Jul 2010. Disponível em: https://www.opet.com.br/faculdade/revista-cc-adm/. Acesso em: 5 jun. 2021.

MINCER, Jacob. Investment in human capital and personal income distribution. **Journal of Political Economy**, New York, v. 66, nº 4, p. 281-302, Aug., 1958.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Boletim epidemiológico especial: doença pelo novo coronavírus - Covid-19. **Semana epidemiológica**, v. 39, n. 22/11 a 28/11/2020, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br. Acesso em: 10 de mar. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Boletim epidemiológico especial: doença pelo novo coronavírus - Covid-19. **Semana epidemiológica**, v. 35, n. 29/08 a 04/09/2021, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br. Acesso em: 08 de dez. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Boletim epidemiológico especial: doença pelo coronavírus Covid-19. **Semana epidemiológica**, v. 51, n. 19/12 a 25/12, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br. Acesso em: 08 de fev. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Boletim epidemiológico especial: doença pelo coronavírus Covid-19. **Semana epidemiológica**, v. 25, n. 14 a 26/6/2021, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br. Acesso em: 04 de mar. 2021.

MINUSSI, Bianca Baptisti et al. Grupos de risco do COVID-19: a possível relação entre o acometimento de adultos jovens "saudáveis" e a imunidade. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 2, p. 3739-3762, 2020.

MOREIRA, Josilene Aires; OLIVEIRA, Catarina Sales. Tempo e gênero na crise do covid-19. *In*: SALES, Catarina; ARAÚJO, Emília; COSTA, Rosalina. **Tempo e Sociedade em Suspenso**. Lisboa: CIES_Iscte, 2020. cap. 11.

MORETTO, C. F.. O capital humano e a ciência econômica: algumas considerações. **Teor. Evid. Econ**., Passo Fundo, v. 5, ed. 9, p. 67-80, 1997.

MOTTA, V. C. Ideologias do capital humano e do capital social: da integração à inserção e ao conformismo. **Trab. educ. saúde**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, 2008.

NICKOL, Michaela E.; KINDRACHUK, Jason. A year of terror and a century of reflection: perspectives on the great influenza pandemic of 1918–1919. **BMC infectious diseases**, v. 19, n. 1, p. 1-10, 2019.

NUNES, Luciana Neves. **Métodos de imputação de dados aplicados na área da saúde**. 2007. Tese (Doutorado em Epidemiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

NUNES, Luciana Neves; KLÜCK, Mariza Machado; FACHEL, Jandyra Maria Guimarães. Uso da imputação múltipla de dados faltantes: uma simulação utilizando dados epidemiológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, p. 268-278, 2009.

OLIVEIRA, Gilson Batista de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 37-48, 2002. Disponível em: https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/477/372. Acesso em: 2 jun. 2021.
PORTA, Miquel (Ed.). **A dictionary of epidemiology**. Oxford university press, 2008.

OLIVEIRA, Ligia Regina et al. Vacinação contra a covid-19 em Mato Grosso: primeiros resultados. Instituto de Saúde Coletiva-UFMT. Nota Técnica 02/2021, 2021.

OLIVEIRA, M.; OLIVEIRA, E. A. de A. Q.; MORAES, M. B. A relação entre educação e desenvolvimento. In: MIPG - CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO, XVII., 2016, Taubaté/SP. **Anais eletrônicos** […] Taubaté/SP, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316605914_A_RELACAO_ENTRE_EDUCACAO_E_DESENVOLVIMENTO. Acesso em: 23 abr. 2022.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. Desfechos de saúde e COVID-19 nas Américas: diferenças de sexo. Janeiro de 2020 a janeiro de 2021. Washington (DC): **OPAS**; 2021. Disponível em: https://iris.paho.org/handle/10665.2/53602. Acesso em: 08 de mar. 2022.

Organização Pan-Americana da Saúde. Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades. Módulo 1: apresentação e marco conceitual / Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; Ministério da Saúde, 2010.

PERES, Igor Tona et al. Sociodemographic factors associated with COVID-19 in-hospital mortality in Brazil. **Public health**, v. 192, p. 15-20, 2021.

PINHEIRO, Francisco Marton Gleuson et al. Iniquidades regionais e sociais na mortalidade por covid-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 16, n. 4, 2020.

PINHEIRO, Maurício Mota Saboya. As liberdades humanas como bases do desenvolvimento: uma análise conceitual da abordagem das capacidades humanas de Amartya Sen. IPEA: Rio de Janeiro (Texto para Discussão, n. 1794), 2012.

PINTO, Daniela Gomes; COSTA, Marco Aurélio; MARQUES, Maria Luiza de Aguiar. O índice de desenvolvimento humano municipal brasileiro. 2013. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2375. Acesso em: 15 de jul. 2021.

PIRES, Luiza Nassif; CARVALHO, Laura; XAVIER, Laura de Lima. COVID-19 e desigualdade: a distribuição dos fatores de risco no Brasil. **Experiment Findings**, v. 21, 2020.

PNAD. Rendimento de todas as fontes 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de janeiro, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101709_informativo.pdf. Acesso em: 5 de jun. 2021.

PNUD. Relatório do Desenvolvimento Humano 2019 - Além do rendimento, além das médias, além do presente: Desigualdades no desenvolvimento humano no século XXI. New York, USA: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2019.

PORTO, Elias Ferreira et al. Mortalidade por Covid-19 no Brasil: perfil sociodemográfico das primeiras semanas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

PRADO, P. R. et al. Fatores de risco para óbito por COVID-19 no Acre, 2020: coorte retrospectiva. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 30, p. e2020676, 2021.

QUINZANI, M. A. D. . O avanço da pobreza e da desigualdade social como efeitos da crise da covid-19 e o estado de bem-estar social. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 2, n. 6, p. 43–47, 2020. DOI: 10.5281/zenodo.3833203 . Disponível em: http://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/121. Acesso em: 15 set. 2021.

RAUDENBUSH, Stephen W.; BRYK, Anthony S. **Hierarchical Linear Models**: Applications and data analysis methods. Second Edition. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc., 2002.

REIS, Fernanda Oliveira Brito et al. A doença em cada século: a influência do comportamento social nas principais pandemias dos últimos 200 anos. **Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins,** v. 8, n. 1, p. 104-119, 2021.

REZENDE, Joffre Marcondes de. Epidemia, endemia, pandemia. epidemiologia. **Revista de Patologia Tropical**, v. 27, p. 153-155, 6 jun. 1998.

ROLIM, Louise. Segurança pública em números 2020: evolução dos principais indicadores de criminalidade e atividade policial no estado do Rio de Janeiro de 2003 a 2020. **Instituto de Segurança Pública**, Rio de Janeiro, 2020.

ROSSMAN, Hagai et al. Patterns of COVID-19 pandemic dynamics following deployment of a broad national immunization program. **MedRxiv**, 2021.

ROYSTON, Patrick; WHITE, Ian R. Multiple imputation by chained equations (MICE): implementation in Stata. **Journal of statistical software**, v. 45, p. 1-20, 2011.

RUBIN, Donald B. Inference and missing data. Biometrika, Vol. 63, Nº. 3, p. 581-592, 1976.

RUBIN, Donald B. Multiple imputation after 18+ years. **Journal of the American statistical Association**, v. 91, n. 434, p. 473-489, 1996.

RUBIN, Donald B. **Multiple imputation for nonresponse in surveys**. John Wiley & Sons, 1987.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento**: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANCHEZ, Mauro Niskier et al. Mortalidade por COVID-19 no Brasil: uma análise do Registro Civil de óbitos de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021. 2021.

SANDRONI, P.. Novíssimo dicionário de economia. **Best Seller**, São Paulo, ed. 1, 1999.

SANTOS, Luiz Antonio de Castro. Um século de cólera: itinerário do medo. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 4, p. 79-110, 1994.

SCHAFER, Joseph L.; GRAHAM, John W. Missing Data: Our View of the State of the Art. **Psychological Methods**. Vol. 7, Nº. 2, p. 147–177, 2002.

SCHULTZ, T. W. **O Valor Econômico da Educação**. Rio de Janeiro: Zahar, ed. 2, 1962.

SEERS, Dudley. The Meaning of Development. IDS Communication nº. 44, Institute of Development Studies, 1969.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. Editora Companhia das letras, 2018.

SENHORAS, Elói Martins. **Impactos econômicos da pandemia da COVID-19**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2020, 165 p.

SCHUMPETER, Joseph. **The Theory of Economic Devefopment**. Oxford. Oxford University Press, 1978.

SILVA, Vergas Vitória Andrade. A COVID-19 enquanto questão social: classe, escolaridade e cor da pandemia no Pará. **Holos**, v. 1, p. 1-14, 2021.

SMITH, Adam. A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas. **Coleção os Economistas**. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

SOARES, Tufi Machado; MENDONÇA, Márcia Cristina Meneghin. Construção de um modelo de regressão hierárquico para os dados do SIMAVE-2000. **Pesquisa Operacional**, v. 23, n.3, p. 421-441, 2003.

SOUZA, Diego de Oliveira. A pandemia de COVID-19 para além das Ciências da Saúde: reflexões sobre sua determinação social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 2469-2477, 2020.

SOUZA, Fernanda Sumika Hojo et al. On the analysis of mortality risk factors for hospitalized COVID-19 patients: A data-driven study using the major Brazilian database. **PloS one**, v. 16, n. 3, 2021.

SOUZA, Luís Paulo et al. COVID-19 no Brasil: seguimos no mesmo mar, mas não nos mesmos barcos. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 31, n. 03, p. 41-48, 2020.

VAN BUUREN, Stef; OUDSHOORN, Karin. **Flexible multivariate imputation by MICE**. Leiden: TNO, 1999.

VAN BUUREN, Stef. Multiple imputation of discrete and continuous data by fully conditional specification. **Statistical methods in medical research**, v. 16, n. 3, p. 219-242, 2007.

VAN BUUREN, Stef. **Flexible imputation of missing data**. CRC press, 2012.

VASCONCELOS, I. M. P.; MUYLDER, C. F. Os vazios institucionais, saneamento e déficit de água e os primeiros números Covid-19 no Brasil. **Revista de Administração da UFSM**, v. 14, p. 1221-1238, 2022.

VICTORA, Cesar Gomes et al. Condições de saúde e inovações nas políticas de saúde no Brasil: o caminho a percorrer. 2011. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/25211. Acesso em: 15 de jun. 2021.

WHITE, Ian R.; ROYSTON, Patrick; WOOD, Angela M. Multiple imputation using chained equations: issues and guidance for practice. **Statistics in medicine**, v. 30, n. 4, p. 377-399, 2011.

WORLD BANK. Global economic prospects, june 2021. 2021. Disponível em: https://www.worldbank.org/pt/publication/global-economic-prospects. Acesso em: 12 set.

2021.

ZHANG, Paul. Multiple Imputation: Theory and Method. **International Statistical Review**, v.71, n. 3, p. 581–592, 2003.