

## Análise da evolução da pandemia de covid-19 em relação a indicadores macroeconômicos, demográficos e políticos

Analysis of the evolution of the COVID-19 pandemic in relation to macroeconomic, demographic and political indicators

David Henrique Teixeira da Costa<sup>1\*</sup>; Renato Máximo Sátiro<sup>2</sup>

Recebido: jun. 02, 2023

Aceito: abr. 19, 2024

<sup>1</sup>Especialista em Data Science e Analytics. Rua Alfredo Mesanelli, 679, Jardim Vitório Lucato, 13481-748, Limeira, São Paulo, Brasil

<sup>2</sup> Doutor em Administração, Companhia de Saneamento de Goiás. Avenida Fued José Sebba, 1245, Jardim Goiás, 74805-100, Goiânia, Goiás, Brasil

\*Autor correspondente: [xdavid0@gmail.com](mailto:xdavid0@gmail.com)

**Resumo:** Este estudo investigou como as condições de riqueza, desenvolvimento e políticas afetaram o desempenho de 168 países no que diz respeito ao número de casos e mortes confirmados por covid-19 por milhão de habitantes após 365 dias do primeiro caso confirmado. Utilizaram-se técnicas de “machine learning” supervisionadas e não supervisionadas, incluindo clusterização para explorar os dados, análise de componentes principais para aprofundar a compreensão dos dados, e análise de componentes principais e modelagem multinível para confirmar as relações e padrões identificados. Os resultados indicaram que as condições pré-existent de riqueza, desenvolvimento e políticas exerceram um impacto significativo nos padrões de desempenho dos países analisados em relação à pandemia. Conclui-se que a pandemia da covid-19 revelou as complexas interações entre variáveis econômicas, sociais e políticas de saúde pública, demonstrando que, mesmo com acesso a uma ampla gama de recursos, países ricos e desenvolvidos enfrentaram altos números de casos e mortes, evidenciando a necessidade de políticas de saúde pública mais equitativas e preparadas para futuras emergências sanitárias.

**Palavras-chave:** coronavírus; “machine learning”; política pública; saúde pública.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Abstract:** This study investigated how wealth, development and political conditions affected the performance of 168 countries with regard to the number of confirmed COVID-19 cases and deaths per million inhabitants after 365 days of the first confirmed case. Supervised and unsupervised machine learning techniques were used, including clustering to explore the data, principal component analysis to deepen understanding of the data, and principal component analysis and multilevel modeling to confirm identified relationships and patterns. The results indicated that pre-existing conditions of wealth, development and policies had a significant impact on the performance standards of the countries analyzed in relation to the pandemic. It is concluded that the COVID-19 pandemic revealed the complex interactions between economic, social, and public health policy variables, demonstrating that, even with access to a wide range of resources, rich and developed countries faced high numbers of cases and deaths, highlighting the need for more equitable public health policies prepared for future health emergencies.

**Keywords:** coronavirus; machine learning; public policy; public health.

## 1. Introdução

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que a epidemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, ligado ao novo coronavírus (causador da covid-19), havia se tornado uma pandemia. Nesse momento, o número de casos confirmados ainda se encontrava em torno de 118 mil, porém existiam preocupações em relação aos níveis de disseminação do vírus<sup>[1]</sup>.

Apesar de a pandemia ter evoluído em um ritmo diferente em cada país, em março de 2021, cerca de um ano após a declaração feita pela OMS, o número de mortes atribuídas ao vírus superava a casa dos 2,6 milhões, sendo, desse total, 250 mil somente no Brasil<sup>[2]</sup>. Ao longo do ano de 2020, além da evolução exponencial ocorrida no número de mortes e casos registrados, outros impactos foram observados ao redor do mundo, como queda das principais bolsas de valores, aumento na taxa de desemprego e recessões econômicas<sup>[3]</sup>.

Um dos fenômenos observados nesse contexto dizia respeito à produção, análise e divulgação dos dados relativos à pandemia. Diariamente observava-se a divulgação de uma infinidade de dados, números e indicadores de diversos aspectos direta ou indiretamente relacionados à progressão da pandemia ao redor do mundo.

Tomando este contexto como base, salienta-se que a análise de dados teve papel fundamental no combate à pandemia, desde o apoio no processo de tomada de decisão em entidades públicas e privadas — para que pudessem reagir e se planejar de forma adequada em relação aos novos e possíveis cenários criados por essa crise —, até à produção de vacinas e medicamentos e à otimização logística dos processos de produção de setores essenciais<sup>[4]</sup>. Nesse sentido, há que se observar que uma parte dos estudos econométricos desenvolvidos em relação a esse período referia-se aos fatores agregados que poderiam se constituir em fatores explicativos da quantidade de desfechos adversos para os casos de covid-19 em diferentes contextos.

Desde o surto global do vírus SARS-CoV-2, a maioria dos países utilizou uma combinação de diferentes intervenções não farmacêuticas para limitar a taxa de propagação da doença, achatar a curva e proteger as populações de alto risco<sup>[5]</sup>. Nesse contexto, há que se destacar que a compreensão dos fatores associados à vacinação contra a covid-19 poderia revelar lacunas e vulnerabilidades nos sistemas de saúde pública<sup>[6]</sup>. Segundo os autores, a renda do trabalhador e o histórico de compra de medicamentos foram os principais fatores associados à vacinação contra a covid-19. Por outro lado, condições de saúde mental e parentes de primeiro grau não vacinados foram associados à redução da vacinação.

Considerando o contexto sem precedentes na história recente da humanidade, a produção e disseminação de dados relativos ao contexto pandêmico e, ainda, a importância da produção de estudos sobre a emergência em saúde pública representada pela covid-19, o presente trabalho teve como objetivo analisar o comportamento e as possíveis relações entre as condições pré-existentes em cada país, representadas por indicadores macroeconômicos, demográficos e políticos selecionados, e o número de casos e mortes confirmadas por covid-19 após 365 dias do primeiro caso confirmado, para os países disponíveis na amostra coletada e utilizando modelos supervisionados e não supervisionados de “machine learning”.

## 2. Material e métodos

### Dados

Em uma breve revisão de estudos anteriores acerca da temática, observou-se que diferentes trabalhos analisaram o assunto covid-19 sob diversos prismas, tentando estabelecer relações entre as variáveis preditoras e os diferentes fatores relacionados à pandemia. Nesse sentido, destaca-se o estudo de Re'em et al.<sup>[7]</sup>. Para os autores, os impactos sem precedentes da pandemia da covid-19, incluindo perturbações na vida cotidiana, perdas econômicas e sofrimento emocional, recaíram desproporcionalmente sobre as populações de menor renda e sobre as comunidades de diferentes grupos raciais/étnicos<sup>[7]</sup>.

Destaca-se ainda o estudo de Rostila et al.<sup>[8]</sup>, para os quais o risco de infecção, doença e morte por covid-19 não foi distribuído igualmente entre grupos étnicos, raciais e migrantes durante a pandemia. Nesse sentido, os migrantes foram mais afetados pela pandemia da covid-19 do que a população geral. No entanto, ainda não estava claro se essa disparidade se manteve constante ao longo da pandemia. Para investigar a questão, os autores examinaram como as desigualdades na admissão e morte em unidades de terapia intensiva (UTI) relacionadas à covid-19 por país de nascimento evoluíram ao longo da pandemia. Também foi considerada a contribuição das condições sociais e da vacinação.

Com base em dados do Departamento de Saúde da cidade de Nova York, publicado pelo jornal The New York Times em 2 de abril de 2023, mostrou que bairros de baixa renda foram mais afetados pela pandemia de covid-19. O estudo revelou que não apenas o número de casos confirmados foi maior nesses bairros, mas também sua gravidade. Isso significa que, além de estarem mais expostos ao vírus, os moradores de baixa renda tinham maior probabilidade de desenvolver formas graves da doença<sup>[9]</sup>. Em uma perspectiva pós-pandemia, ainda há relações não plenamente

estudadas e compreendidas. Por exemplo, a relação entre a covid-19 prolongada e os resultados psiquiátricos, bem como os fatores associados à sua presença ou ausência, ainda é pouco compreendida<sup>[10]</sup>.

Muito embora a condição pós-covid-19 aguda ligeira esteja sendo cada vez mais estudada, ainda não se sabe quais são os fatores de risco para seu desenvolvimento ou se ela pode ser prevista<sup>[11]</sup>. Nessa mesma perspectiva, é necessário ressaltar que políticas semelhantes de resposta à pandemia da covid-19 tiveram diferentes resultados. Embora muitos fatores contribuam para essas variações, o estudo de Cao e Heydari<sup>[5]</sup> sugeriu que a estrutura das interações sociais em nível micro, medida pelo tamanho médio das famílias e pela taxa de contato social presencial, pode ter sido um fator importante a considerar<sup>[5]</sup>.

Para este estudo, foram selecionadas as variáveis descritas na Tabela 1 para um total de 168 países. Os países foram selecionados de acordo com a disponibilidade na base de dados, considerando aqueles que não possuíssem valores em branco para nenhuma das variáveis especificadas. A primeira data disponível na base utilizada era 22 de janeiro de 2020.

**Tabela 1.** Variáveis selecionadas

Variáveis <sup>1</sup>	Período	Fonte
Casos confirmados por covid-19 por milhão de habitantes	Primeira data disponível após 365 dias do primeiro caso confirmado	Mathieu et al. <sup>[12]</sup>
Mortes confirmadas por covid-19 por milhão de habitantes	Primeira data disponível após 365 dias do primeiro caso confirmado	Mathieu et al. <sup>[12]</sup>
População	2020	Mathieu et al. <sup>[12]</sup>
PIB per capita (USD)	2019	The World Bank <sup>[13]</sup>
População em área urbana (% população total)	2020	The World Bank <sup>[13]</sup>
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	2019	Mathieu et al. <sup>[12]</sup>
Percepção de controle à corrupção	2019	The World Bank <sup>[13]</sup>

Fonte: Dados originais da pesquisa

Nota: <sup>1</sup>PIB: Produto Interno Bruto; USD: valor em dólar referente ao ano de 2017 com paridade de poder de compra

As variáveis de casos e de mortes confirmadas por covid-19 foram analisadas por milhão de habitantes, sendo consideradas um recorte da situação de cada país após 365 dias do primeiro caso confirmado no território, de forma a buscar garantir a comparabilidade entre países. Ambas foram utilizadas para avaliar o desempenho dos países em relação à contenção da propagação do vírus. Essa variável foi um indicador da magnitude da pandemia em um país; países com mais casos confirmados por milhão de habitantes geralmente apresentavam taxas de mortalidade por covid-19 mais altas. Isso ocorria porque, quanto mais casos confirmados, maior era o número de pessoas infectadas e, conseqüentemente, maior o número de mortes.

As variáveis população e população em área urbana foram extraídas para 2020, que correspondeu ao ano em que foi registrado o primeiro caso para a maioria dos países. Essa variável foi um fator importante a ser considerado, pois quanto maior a população, maior o número potencial de pessoas infectadas. Isso se deu porque a covid-19 é uma doença altamente transmissível e, portanto, é mais provável que se espalhe rapidamente em áreas com grandes populações.

Produto Interno Bruto (PIB) per capita com paridade de poder de compra, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e percepção de controle à corrupção foram extraídos para o ano de 2019, por ser o ano mais recente em relação ao início da pandemia cujos dados estavam disponíveis com seus respectivos efeitos, permitindo a comparação das condições pré-estabelecidas em cada país. A população de cada país foi utilizada para ponderar as demais variáveis, quando necessário, e avaliar a abrangência dos padrões observados.

O PIB per capita com paridade de poder de compra foi selecionado como uma forma indireta de avaliar o nível de recursos disponíveis para cada país para a adoção de medidas de combate e prevenção. A inclusão do PIB per

capita com paridade de poder de compra (PPC) enriqueceu a análise ao proporcionar uma medida mais precisa do poder de compra e do padrão de vida em diferentes países, levando em conta as variações nos custos de vida. Essa variável visou identificar e compreender as disparidades econômicas entre as nações, desempenhando um papel crucial na capacidade de resposta e adaptação dos sistemas de saúde diante da pandemia. A utilização do PIB per capita com PPC possibilitou uma análise mais refinada das condições socioeconômicas da população, contribuindo para uma avaliação abrangente dos fatores que influenciavam as taxas de mortalidade pela covid-19. Assim, a inclusão da variável proporcionou uma perspectiva mais completa sobre as intrincadas interações entre aspectos econômicos e desfechos de saúde durante a pandemia.

A variável percentual de população em área urbana foi selecionada para representar o nível de aglomeração de pessoas em cada país, que, por sua vez, pode ter impactado os níveis de disseminação do vírus. A população em área urbana também foi um determinante importante da mortalidade por covid-19. Pessoas que viviam em áreas urbanas geralmente tinham mais contato com outras pessoas, o que aumentou o risco de infecção. Além disso, as áreas urbanas tendiam a ter densidade populacional mais alta, o que também pode ter facilitado a propagação da doença.

O IDH foi utilizado para comparar o nível geral de desenvolvimento de cada país. Apesar de incluir níveis de riqueza em seu cálculo, representado pelo PIB per capita, também incluiu outras métricas importantes, como escolaridade esperada e média da população, e expectativa de vida — que serviu de “proxy” para a qualidade e acesso aos sistemas de saúde no país e para a idade média da população. O IDH é um índice que mede o desenvolvimento humano de um país, levando em consideração fatores como renda, educação e saúde. Países com IDH mais alto geralmente têm melhores condições de vida, o que pode ter levado a uma menor mortalidade por covid-19. Isso ocorreu porque as pessoas que viviam em países com IDH mais alto provavelmente tinham acesso a alimentos, água potável, saneamento básico, educação e cuidados de saúde de qualidade.

A variável percepção de controle à corrupção foi utilizada para representar os níveis de corrupção em cada país, fator que pode ter impactado a tomada de medidas adequadas pelo poder público e o uso adequado dos recursos disponíveis. A percepção de controle à corrupção foi um indicador de como as pessoas avaliavam a capacidade do governo de combater a corrupção. Países com percepção de controle à corrupção mais baixa geralmente tinham sistemas governamentais mais fracos, o que pode ter dificultado a implementação de políticas e programas eficazes para combater a covid-19. Isso ocorreu porque os governos fracos tinham menos recursos e capacidade para implementar políticas e programas de saúde pública.

### “Clustering” pelo método “K-means”

A análise de “clusters” é uma ferramenta que utiliza técnicas iterativas para agrupar conjuntos de dados. Esses agrupamentos têm por finalidade auxiliar a exploração e identificação de relações dentro do conjunto de dados<sup>[14]</sup>. O “K-means”, por sua vez, é um método de aglomeração não hierárquico, ou seja, que utiliza um algoritmo para maximizar a homogeneidade dos “clusters” sem fazer uso de um processo hierárquico. Esse método requer que um número K de “clusters” seja definido de forma preliminar. Inicialmente, as observações são alocadas de forma arbitrária em K “clusters”; após isso são calculados os centroides de cada um dos “clusters”, e as observações são realocadas considerando o centroide mais próximo. Esse processo é repetido até que não ocorram mudanças na composição dos “clusters”<sup>[15]</sup>.

Essa ferramenta foi utilizada neste trabalho para facilitar a análise preliminar dos dados, e foram considerados os indicadores PIB per capita, IDH e percepção de controle à corrupção, de forma a agrupar os países por suas condições socioeconômicas e políticas.

### Análise fatorial por componentes principais

A análise fatorial é uma técnica de análise exploratória que permite o agrupamento de variáveis que apresentem correlação significativa entre si. A partir deste método são criadas variáveis, chamadas de fatores, que resumem os comportamentos das variáveis originais e suas interdependências. Os fatores possibilitam, além da redução no dimensionamento da base de dados, a observação de fenômenos que não são evidentes apenas com a análise direta das variáveis originais. Tais fatores são também chamados de variáveis latentes ou constructos, e, para obtê-los, é necessário calcular os autovalores (“eigenvalues”), que representam quanto da variância total das variáveis originais é explicado por cada fator; as cargas fatoriais, que determinam a correlação de Pearson entre os fatores e as variáveis originais; e, por fim, os “scores” fatoriais, que são os parâmetros que relacionam os fatores às variáveis originais. Os fatores resultantes desta técnica são ortogonais entre si, ou seja, possuem correlação igual a zero e podem ser utilizados para técnicas que demandem a ausência de multicolinearidade<sup>[15],[16]</sup>.

Este trabalho fez uso da análise fatorial, primariamente, para tentar identificar e analisar os possíveis padrões de comportamento entre o número de casos e mortes por milhão de habitantes e os indicadores PIB per capita, IDH e percepção de controle à corrupção. Para determinar a viabilidade da análise fatorial para as variáveis propostas, foi realizado o teste de esfericidade de Bartlett; para definir o número de fatores, por sua vez, foi utilizado o critério de Kaiser, no qual são selecionados os fatores com autovalor superior a um.

### Modelagem multinível

Os modelos multinível apresentam vantagens em relação aos modelos clássicos de regressão linear por permitirem a análise dos dados de forma hierárquica, ao passo que levam em consideração a existência de dependência entre observações pertencentes a um mesmo grupo. Dessa forma, é possível capturar o comportamento das variáveis estudadas em cada um dos níveis propostos<sup>[17],[18]</sup>.

Devido à complexidade do tema, esse tipo de modelo foi utilizado como forma de mitigar os efeitos de variáveis da ausência de outras variáveis importantes que não estiveram presentes neste estudo, em especial as ligadas às condições regionais de cada país. Conforme estudo de Hartonen et al.<sup>[6]</sup>, algumas dessas variáveis incluíam os seguintes fatores: padrão de compra de medicamentos, histórico de doenças, fatores laborais, benefícios sociais, questões educacionais, cobertura relacionada à seguridade social, local de moradia (região geográfica), entre outros.

Em relação à hierarquia do modelo, os países foram utilizados como nível 1, e para o nível 2 foram utilizadas as sub-regiões do sistema de classificação M49, desenvolvido pela Divisão de Estatística das Nações Unidas. Nesse escopo, foi considerado inicialmente o modelo com interceptos aleatórios indicado na eq. (1):

$$CCM_{ij} = Y_{00} + V_{0j} + Y_{10} \times PIB_{ij} + Y_{20} \times IDH_{ij} + Y_{30} \times PU_{ij} + Y_{40} \times CC_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

onde,  $CCM_{ij}$ : são os casos por milhão de habitantes do país  $i$ , pertencente à sub-região  $j$ ;  $Y_{00}$ : é o intercepto do modelo;  $v_{0j}$ : é o intercepto do modelo para a sub-região  $j$ ;  $Y_{q0}$ : são os coeficientes da variável  $q$ ;  $PIB_{ij}$ : é o PIB per capita do país  $i$ , pertencente à sub-região  $j$ ;  $IDH_{ij}$ : é o IDH do país  $i$ , pertencente à sub-região  $j$ ;  $PU_{ij}$ : é a população em área urbana do país  $i$ , pertencente à sub-região  $j$ ;  $CC_{ij}$ : é a percepção de controle à corrupção do país  $i$ , pertencente à sub-região  $j$ ; e  $\varepsilon_{ij}$ : são os termos de erro do país  $i$ , pertencente à região  $j$ .

## 3. Resultados e discussão

### Clusterização e exploração dos dados

Utilizando o método “K-means” foram definidos cinco “clusters”, considerando as variáveis PIB per capita, IDH e percepção de controle à corrupção, com o objetivo de agrupar países que apresentassem condições vigentes similares para seus habitantes no contexto em estudo. Com base nos “clusters” identificados, foram calculadas médias ponderadas pelo número de habitantes para as variáveis utilizadas para a composição dos “clusters” e demais variáveis levantadas para o estudo. Os “clusters” foram reordenados em ordem crescente e renomeados conforme o PIB per capita médio de cada um. Os resultados estão dispostos na Tabela 2 e na Figura 1.

**Tabela 2.** Agrupamento das variáveis por “cluster” (média)

Variáveis <sup>1</sup>	“Clusters”					Total
	1	2	3	4	5	
Nº de países	22	29	48	44	25	168
População (milhões)	526,76	1.143,72	4.569,33	569,01	854,82	7.663,65
Casos confirmados por milhão de habitantes	1.958,53	2.302,30	9.317,91	36.952,63	46.232,49	13.934,44
Mortes confirmadas por milhão de habitantes	28,47	46,29	254,08	768,12	879,13	315,45
PIB per capita (USD)	2.999	4.256	12.434	33.468	54.871	16.861
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,5156	0,5570	0,7205	0,8584	0,9272	0,7153
População em áreas urbanas (%)	32,80	42,06	54,59	75,93	83,97	56,09
Percepção de controle à corrupção	-0,45	-1,10	-0,38	0,27	1,49	-0,24

Fonte: Resultados originais da pesquisa; The World Bank<sup>[13]</sup>; Mathieu et al.<sup>[12]</sup>

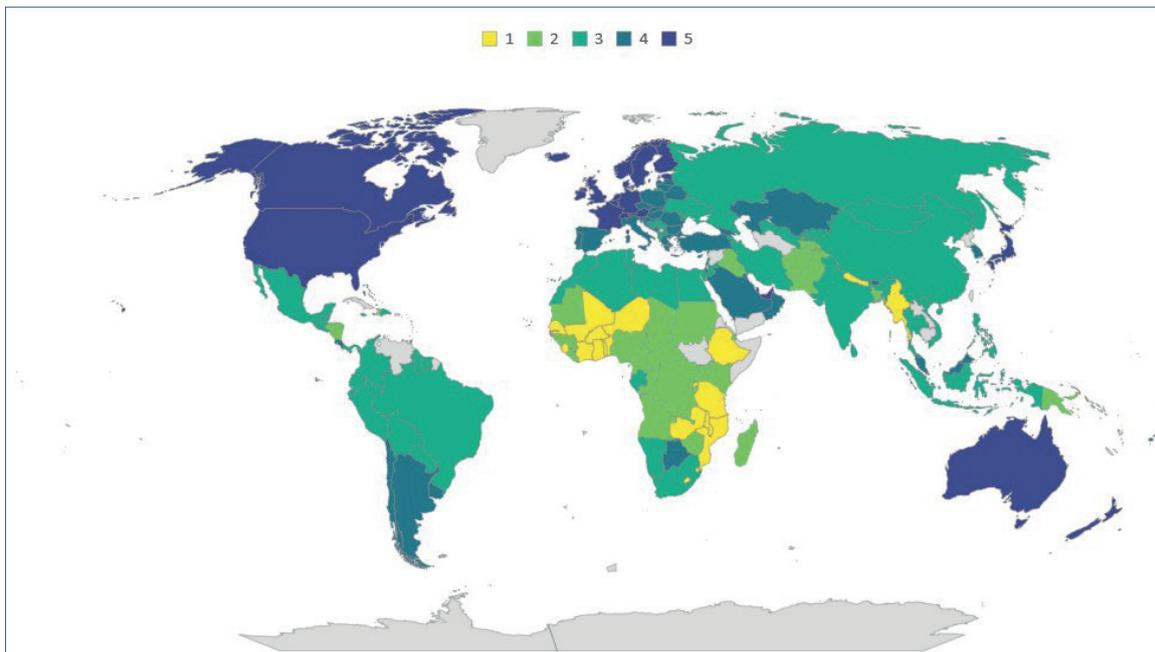
Nota: <sup>1</sup>PIB: Produto Interno Bruto; USD: valor em dólar referente ao ano de 2017 com paridade de poder de compra; Percepção de controle à corrupção: quanto maior o valor, melhor a percepção da população em relação ao controle à corrupção. Os valores variam aproximadamente de -2,5 a 2,5

A maior parte população dos países presentes na amostra, cerca de 59,6%, estava alocada no “cluster” 3, que incluía países como China, Brasil e Índia. Os valores de IDH e percepção de controle à corrupção desse agrupamento estavam relativamente próximos à média, porém o PIB per capita para esse grupo foi 26,3% menor e correspondeu a apenas 22,7% do valor apresentado pelo “cluster” 5. O número de casos e mortes confirmados por covid-19 por milhão de habitantes do “cluster” 3 eram respectivamente 33,1% e 19,5% menores que a média, apesar de países como Brasil e Índia liderarem o número total de casos.

Foi possível notar que os “clusters” que possuíam os menores valores para PIB per capita, IDH e percepção de controle à corrupção apresentaram um número significativamente menor de casos e mortes confirmadas por covid-19 por milhão de habitantes. Apenas com a análise de “clusters”, porém, não foi possível inferir que havia uma relação positiva entre os números de casos e mortes por milhão de habitantes e PIB per capita, IDH e percepção de controle à corrupção.

No caso dos países definidos pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) como menos desenvolvidos, concentrados principalmente na África e Ásia, esse fenômeno pôde ser explicado por: 1) ter ocorrido subnotificação, devido às capacidades limitadas de testagem; 2) terem sido afetados mais tarde, dispondo de mais tempo para elaboração e implementação de políticas de prevenção; 3) possuírem políticas e instituições desenvolvidas para enfrentar outras epidemias; 4) terem maior percentual de jovens na população — que, em geral, são mais resilientes aos efeitos do vírus — em comparação a outros países afetados; e 5) terem baixa densidade demográfica e parcela significativa da população vivendo em áreas rurais<sup>[19]</sup>.

A alocação dos países em cada “cluster” pode ser observada na Figura 1.



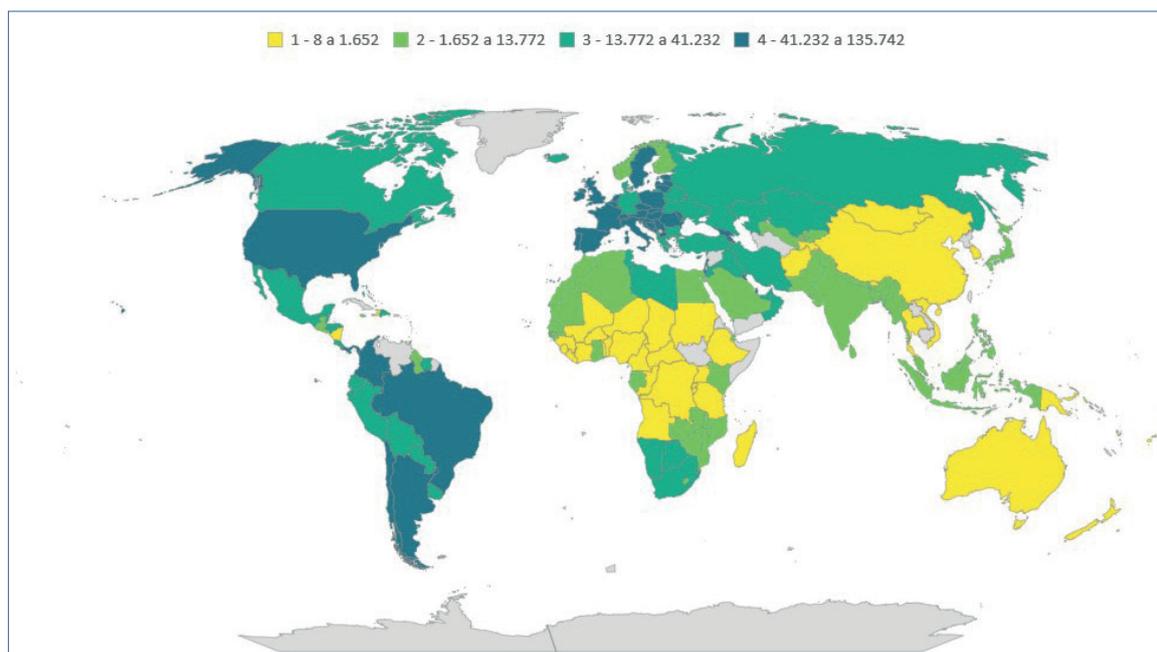
**Figura 1.** Distribuição dos países por “cluster”

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Países em cinza não possuíram um “cluster” atribuído devido à ausência de dados

Na Figura 1, é possível observar que, em geral, países alocados no mesmo “cluster” estavam próximos geograficamente, o que permitiu levantar a hipótese de que havia um efeito espacial que fazia com que as características representadas pelas variáveis selecionadas se propagassem. Essa hipótese foi condizente com outros trabalhos encontrados na literatura, como os de Ades e Chua<sup>[20]</sup> e Grechyna<sup>[21]</sup>, que exploraram os impactos significativos de países vizinhos sobre o desenvolvimento econômico e a estabilidade política de uma nação.

Foi verificado um comportamento análogo no número de casos por milhão de habitantes (Figura 2), o que leva a crer que esse indicador possivelmente também sofria impacto de características regionais.



**Figura 2.** Distribuição dos países por quartil do número de casos por milhão de habitantes

Fonte: Resultados originais da pesquisa

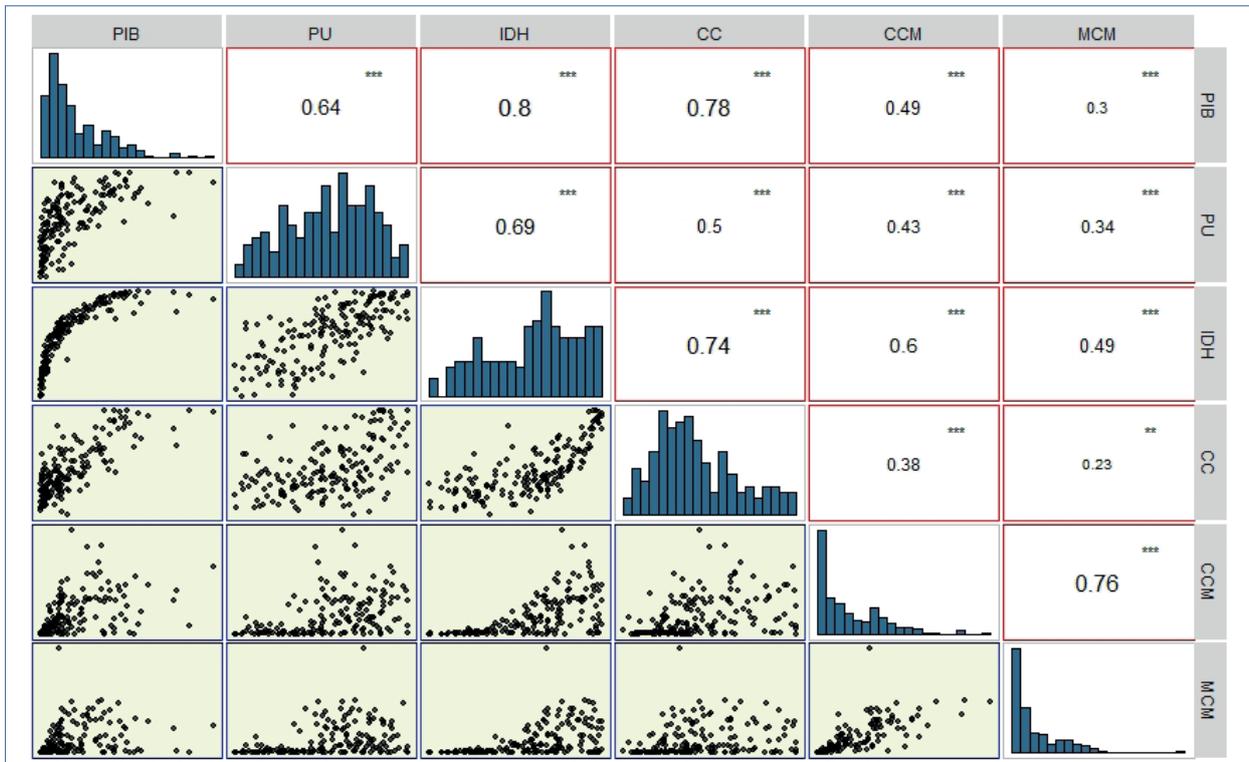
Vale ressaltar, contudo, que alguns países pareceram fugir à hipótese levantada inicialmente de que PIB per capita, IDH e percepção de controle à corrupção possuíam uma relação positiva com o número de casos e mortes confirmados por covid-19 por milhão. Como exemplo, tem-se os casos de Austrália e Japão, que, apesar de estarem alocados no “cluster” 5, apresentaram um número de casos pertencentes ao primeiro e segundo quartil, respectivamente, ao analisar o número de casos por milhão.

Ressalta-se que a pandemia da covid-19 não afetou todas as regiões do mundo de maneira uniforme, revelando um panorama complexo de desigualdades e interações sociopolíticas. Para entender melhor essas variações, é crucial considerar de que maneira fatores como governança, políticas de saúde pública, condições socioeconômicas e cultura influenciaram os resultados relacionados à pandemia. Dentro de cada país, é possível argumentar que a distribuição dos recursos de saúde e as medidas de contenção podem variar significativamente, impactando diretamente os impactos da covid-19 em diferentes comunidades. Entre as nações, por sua vez, essas diferenças tornam-se ainda mais pronunciadas, refletindo não apenas a capacidade de resposta à saúde, mas também o entrelaçamento de políticas internacionais e nacionais, que podem facilitar ou impedir esforços eficazes de controle da doença.

Além disso, a análise de tais fatores deve levar em conta o contexto político, no qual decisões rápidas e eficazes podem ser obstruídas ou facilitadas pela estabilidade e orientação política dos governos. Neste sentido, pode-se inferir que, provavelmente, questões como transparência, “accountability” e nível de confiança pública nas autoridades têm um impacto direto na eficácia das intervenções contra pandemias. Por exemplo, países com altos níveis de confiança nas instituições tendem a apresentar melhor adesão às medidas sanitárias e, conseqüentemente, resultados mais favoráveis em termos de controle da disseminação do vírus. Portanto, uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas sociopolíticas permite não apenas elucidar as causas das diferentes trajetórias da pandemia, mas também formular respostas mais adequadas e equitativas para futuras crises de saúde pública.

### Análise de componentes principais

Para a análise de componentes principais [do inglês “principal component analysis” (PCA)] foi necessário avaliar primeiramente as correlações entre as variáveis estudadas (Figura 3).



**Figura 3.** Correlação de Pearson

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: PIB: Produto Interno Bruto per capita; PU: população em áreas urbanas; IDH: Índice de Desenvolvimento Humano; CC: percepção de controle à corrupção; CCM: casos confirmados por milhão; MCM: mortes confirmadas por milhão

Todas as correlações foram significantes a um nível de pelo menos 1%, sendo a maior correlação entre IDH e PIB per capita, e a menor entre mortes por milhão e percepção de controle à corrupção. Das variáveis selecionadas, o IDH apresentou as maiores correlações com os números de casos e mortes por milhão de habitantes.

Para garantir a adequabilidade dos dados para a análise fatorial, também foi realizado o teste de esfericidade de Bartlett (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teste de esfericidade de Bartlett

Teste	$\chi^2$	Valor de p	Graus de liberdade
Esfericidade de Bartlett	686,0880	0,0000	15

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Com base no teste de esfericidade de Bartlett, para um nível de significância de 5%, rejeitou-se a hipótese nula de que a matriz de correlações de Pearson para as variáveis selecionadas fosse igual a uma matriz identidade de mesma ordem, em outras palavras, que todas as correlações entre as variáveis apresentadas na Figura 3 fossem estatisticamente iguais a zero. Dessa forma, os dados puderam ser considerados adequados para a análise fatorial, visto que, caso as variáveis fossem todas ortogonais entre si, não seria possível agrupá-las e analisar seu comportamento conjunto através dos fatores obtidos. A análise preliminar dos fatores obtidos e a variância compartilhada capturada por cada um podem ser observadas na Tabela 4.

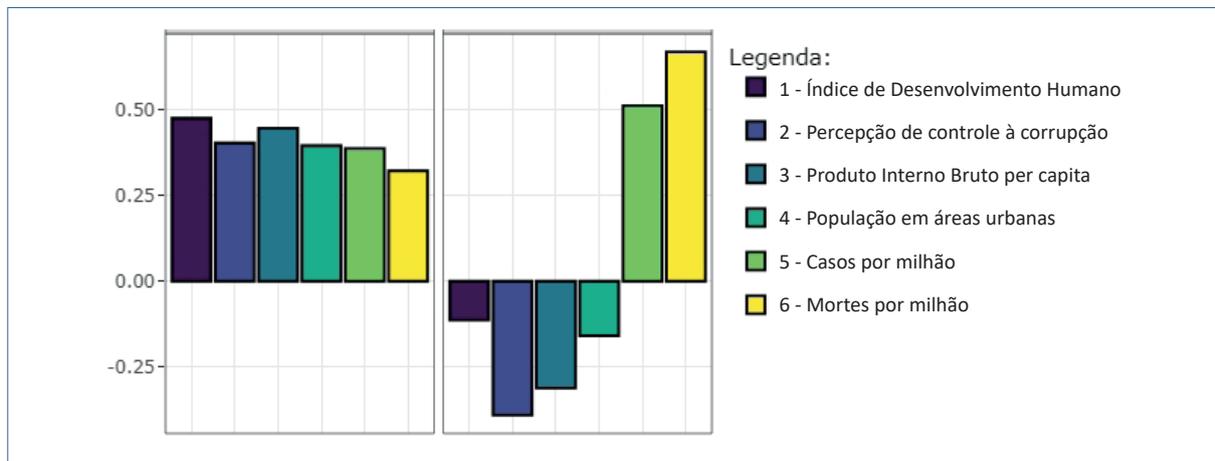
**Tabela 4.** Autovalores e variância compartilhada

Fatores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Autovalor	3,7669	1,1438	0,5070	0,2402	0,1804	0,1617
Variância compartilhada (%)	62,78	19,06	8,45	4,00	3,01	2,70
Variância cumulativa (%)	62,78	81,84	90,29	94,30	97,31	100,00

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: PC: "principal component" (componente principal)

Pelo critério de Kaiser, no qual são selecionados apenas os fatores com autovalor superior a um, ou seja, que capturam o comportamento equivalente a ao menos uma variável, foram selecionados apenas os fatores PC1 e PC2, que capturaram juntos cerca de 81,84% da variância compartilhada das seis variáveis selecionadas. Os pesos de cada variável em cada fator podem ser observados na Figura 4.

**Figura 4.** Pesos de cada variável em cada fator (autovetores)

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: PC: "principal component" (componente principal)

A partir dos pesos de cada variável em cada fator foi possível validar as hipóteses levantadas na clusterização. No fator PC1, que correspondeu a 62,78% da variância compartilhada, todas as variáveis caminharam em um mesmo sentido, confirmando a hipótese de que PIB, IDH e percepção de controle à corrupção apresentavam uma relação positiva com o número de casos e mortes por milhão. Porém, vale complementar que esses resultados não implicaram necessariamente uma relação de causalidade entre as variáveis selecionadas; não é possível afirmar, por exemplo, que níveis menores de corrupção necessariamente levaram a mais casos e mortes por milhão de habitantes, mas sim que países que apresentaram essa característica foram, em média, mais afetados. No fator PC2, que correspondeu a 19,06% da variância compartilhada, o inverso ocorreu, indicando que nem todos os países seguiam essa regra, como foi o caso de Austrália e Japão, observados anteriormente.

A princípio, um ponto relevante levantado em relação ao fator PC2 foi que o número de casos e mortes por milhão pareceu estar mais vinculado à percepção de controle à corrupção e ao PIB, o que poderia indicar que determinados países, com um maior nível de recursos e baixa corrupção — implicando indiretamente um melhor uso dos recursos e adoção de políticas públicas adequadas —, tiveram em média um desempenho melhor, especialmente em relação ao número de mortes.

No entanto, essa falta de uniformidade nos resultados pode ter advindo de outros fatores, a exemplo de países onde o número de casos e mortes por covid-19 foram impactados por questões como a falta de adoção de políticas adequadas e negacionismo científico, que foi o caso do Brasil<sup>[22],[23]</sup>. Da mesma forma, a Austrália conseguiu manter número diário de novos casos inferior a mil ao longo de todo o primeiro ano de pandemia, chegando, em diversos momentos, a um número igual ou próximo a zero — que se deveu, entre outros fatores, à implementação rápida de políticas públicas para evitar a disseminação do vírus<sup>[24]</sup>. Por fim, há o caso do Japão, onde cinco meses após o primeiro caso registrado, não havia uma conclusão sobre o que exatamente resultou no número baixo de casos e mortes em relação a outros países desenvolvidos, tendo em vista a postura significativamente mais branda adotada. As medidas não contaram com "lockdowns" ou fechamento de fronteiras, e o país teve um desempenho inferior a outros países asiáticos que adotaram medidas mais rígidas, como Coreia do Sul, Tailândia e Vietnã<sup>[25],[26]</sup>.

No contexto deste estudo sobre os efeitos socioeconômicos da pandemia de covid-19, a aplicação de técnicas de redução da dimensionalidade foi uma escolha metodológica deliberada, visando maximizar a compreensão das inter-relações complexas entre um conjunto limitado de variáveis. Apesar de a base de dados conter apenas seis variáveis, a análise de componentes principais permitiu uma inspeção mais aprofundada das correlações e da variância explicada por cada componente, fornecendo uma visão clara de como as variáveis poderiam ser combinadas para representar fenômenos subjacentes. Essa abordagem não apenas facilitou a identificação de padrões essenciais ocultos nos dados, mas também ajudou a simplificar o modelo de análise, reduzindo o ruído e melhorando a eficiência computacional. Portanto, mesmo que os componentes não tenham sido utilizados diretamente na modelagem final, eles foram instrumentais para refinar a compreensão das dinâmicas em jogo e garantir que as variáveis incluídas nas análises subsequentes fossem as mais significativas para os objetivos do estudo.

### Modelagem multinível

Outra forma de tentar avaliar a existência de uma relação entre as variáveis selecionadas e o número de casos confirmados por milhão de habitantes é através da modelagem multinível.

Inicialmente, foi necessário verificar se houve variabilidade no número de casos em função das sub-regiões propostas na metodologia para modelagem multinível. Isso foi feito de duas formas: avaliando se em um modelo multinível nulo, apenas com os interceptos, a variância dos termos de erro dos interceptos aleatórios obtidos com base nas sub-regiões era estatisticamente diferente de zero; e se o modelo multinível nulo era estatisticamente melhor que um modelo de regressão convencional por mínimos quadrados ordinários (MQO), utilizando o teste da razão de verossimilhança. Os resultados podem ser observados nas Tabelas 5 e 6.

**Tabela 5.** Teste da razão de verossimilhança — modelo multinível nulo com interceptos aleatórios e modelo MQO nulo

Modelos	“Log-likelihood” <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>	Valor de p
Modelo multinível	-1892,10		
Modelo MQO <sup>2</sup>	-1949,80	115,34	0,0000

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: <sup>1</sup>“Log-likelihood”: logaritmo da verossimilhança, <sup>2</sup>MQO: mínimos quadrados ordinários

**Tabela 6.** Análise de variância — modelo multinível nulo com interceptos aleatórios

Componentes	Variâncias	Desvio-padrão	%	Z	Valor de p
Interceptos sub-regiões	4,06 10 <sup>8</sup>	1,46 10 <sup>8</sup>	57,40	2,78	0,005
Resíduos	3,01 10 <sup>8</sup>	3,49 10 <sup>7</sup>	42,60	8,61	0,000

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Na Tabela 5 é possível observar que o modelo multinível nulo foi estatisticamente diferente do modelo MQO nulo para um nível de significância de 5% e apresentou um “log-likelihood” melhor, ou seja, mais próximo de zero. Dessa forma, foi possível concluir que o modelo multinível era mais adequado para a análise da variável dependente escolhida. Com base na Tabela 6, rejeitou-se a hipótese nula de que não havia variação estatisticamente significativa entre sub-regiões para um nível de significância de 5%, e foi possível concluir que cerca de 57,4% da variância total do modelo nulo pôde ser explicada pelas sub-regiões.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados do modelo multinível completo com interceptos aleatórios.

**Tabela 7.** Modelo multinível completo com interceptos aleatórios — efeito fixos

Variáveis <sup>1</sup>	Valor	Erro padrão	Graus de liberdade	Valor t	Valor de p
Intercepto	-29.603,10	16.810,41	144	-1,7610	0,0804
PIB per capita	0,12	0,13	144	0,9189	0,3597
PU	-45,03	102,01	144	-0,4414	0,6596
IDH	68.882,83	25.563,54	144	2,6946	0,0079
CC	-727,92	2.774,72	144	-0,2623	0,7934
“Log-likelihood”	-1.857,89				

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: <sup>1</sup>PIB: Produto Interno Bruto; PU: população em áreas urbanas; IDH: Índice de Desenvolvimento Humano; CC: percepção de controle à corrupção; “Log-likelihood”: logaritmo da verossimilhança

Das variáveis consideradas, apenas o IDH apresentou um coeficiente estatisticamente significativo, sendo este positivo, o que reforçou os resultados obtidos anteriormente na análise de componentes principais que apontaram para a existência de uma relação positiva entre IDH e número de casos confirmados por milhão. Os coeficientes estimados para cada variável independente permitiram uma análise detalhada de como fatores como políticas de saúde, condições econômicas e demografia impactaram a taxa de infecção (Tabela 7). Notavelmente, variáveis como o PIB per capita e a densidade populacional mostraram coeficientes positivos significativos, sugerindo que países mais ricos ou mais densamente povoados tendiam a relatar mais casos per capita, possivelmente devido à maior capacidade de teste ou maior probabilidade de transmissão em áreas urbanas densas.

Vale ressaltar que, individualmente, todas as variáveis apresentaram significância estatística (Tabela 8). No entanto, quando analisadas de forma conjunta, isso se alterou em função da correlação considerável entre as variáveis preditoras observada na Figura 3, sendo o IDH a variável que apresentou o melhor ajuste.

**Tabela 8.** Análise individual das variáveis preditoras em um modelo multinível com interceptos aleatórios — efeito fixos

Variáveis <sup>1</sup>	Valor	Erro padrão	Graus de liberdade	Valor t	Valor de p
PIB per capita	0,33	0,09	147	3,6390	0,0004
PU	197,30	82,77	147	2,3837	0,0184
IDH	73.425,36	15.296,88	147	4,8000	0,0000
CC	6.100,44	1.962,19	147	3,1090	0,0023

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: <sup>1</sup>PIB: Produto Interno Bruto; PU: população em áreas urbanas; IDH: Índice de Desenvolvimento Humano; CC: percepção de controle à corrupção

Na Tabela 8, a análise foi expandida para incluir interações entre variáveis, oferecendo insights sobre como a combinação de diferentes fatores socioeconômicos poderia alterar os efeitos observados. Por exemplo, a interação entre PIB per capita e políticas de saúde pública poderia indicar que, enquanto o PIB por si só estava associado a um aumento no número de casos, essa relação poderia ser atenuada ou intensificada pela eficácia das respostas de saúde pública. Esse resultado enfatizou a complexidade das dinâmicas de pandemia, em que múltiplas forças operam em conjunto para moldar os padrões de disseminação da doença.

Quanto à interpretação dos coeficientes, especialmente os interceptos negativos, é crucial esclarecer que esses valores representam o número esperado de casos por milhão quando todas as variáveis explanatórias são iguais a zero. Na prática, um intercepto negativo pode surgir devido a ajustes estatísticos no modelo e não implica necessariamente uma expectativa realista de casos negativos. Esse aspecto deve ser explicado para evitar mal-entendidos, destacando que tais valores são artefatos matemáticos decorrentes do modelo de regressão usado e não refletem uma possibilidade física ou epidemiológica. Essa discussão não só clarifica a interpretação dos dados, mas também reforça a importância de considerar o contexto e as limitações das técnicas estatísticas aplicadas no estudo.

Os resultados apontados pelo modelo revelaram uma relação significativa entre o incremento do IDH e o aumento da variável resposta, que neste estudo representou o número de casos de covid-19 por milhão de habitantes. Essa correlação pôde ser interpretada à luz de vários fatores interconectados englobados pelo IDH, como educação, saúde e qualidade de vida. Em países com IDH mais alto, há geralmente maior urbanização e maior densidade populacional, especialmente em centros urbanos, onde o vírus pode se disseminar mais facilmente devido ao contato humano mais frequente. Além disso, esses países tendem a ter maior capacidade e infraestrutura para realizar testes em massa, resultando em um registro mais completo de casos.

Por outro lado, um IDH mais elevado também está associado a melhores sistemas de saúde, o que paradoxalmente poderia ajudar a controlar a disseminação do vírus de maneira mais eficaz. No entanto, o efeito observado sugeriu que os benefícios proporcionados por sistemas de saúde mais robustos poderiam ser inicialmente ofuscados pelo maior número de casos detectados, fruto de uma maior capacidade de teste. Esse aspecto destacou a complexidade das relações entre desenvolvimento humano e pandemias, em que fatores positivos, como maior desenvolvimento, poderiam ter efeitos ambivalentes no curto prazo.

Os interceptos aleatórios obtidos com o modelo completo estão contidos na Tabela 9.

**Tabela 9.** Modelo multinível completo com interceptos aleatórios – efeitos aleatórios

Sub-região	Intercepto
Austrália e Nova Zelândia	-21.407,22
Caribe	-8.559,12
América Central	5.661,23
Ásia Central	-9.714,61
Leste Africano	-4.224,87
Leste Asiático	-22.611,95
Leste Europeu	23.104,70
Melanésia	-9.694,85
África Central	-3.398,23
Norte Africano	-5.588,70
América do Norte	6.830,48
Norte Europeu	3.732,44
Sudeste Asiático	-17.367,75
América do Sul	7.231,64
Sul Africano	1.356,81
Sul Asiático	-5.208,38
Sul Europeu	28.910,10
Oeste Africano	-975,60
Oeste Asiático	15.467,12
Oeste Europeu	16.456,76

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Ao concluir a análise dos resultados obtidos neste estudo, é essencial engajar-se de forma crítica com potenciais contra-argumentos e críticas que poderiam ser levantadas contra as interpretações e conclusões apresentadas. Uma crítica potencial pode surgir em relação à aplicação dos métodos de aprendizado de máquina e análise estatística empregados, que, embora robustos, podem ser questionados quanto à sua capacidade de captar todas as nuances e complexidades dos fatores socioeconômicos em análise. Além disso, a natureza dos dados, predominantemente quantitativa, poderia ser vista como uma limitação na compreensão completa dos impactos sociais e comportamentais que moldaram as respostas dos países à pandemia.

Outro ponto que merece atenção é a generalização dos resultados. Enquanto este estudo procurou fornecer insights aplicáveis a uma variedade de contextos, a variabilidade entre diferentes sistemas de saúde, políticas públicas e respostas sociais pode significar que as conclusões não são universalmente transferíveis. Críticos podem argumentar que os modelos utilizados não se ajustam completamente para fatores contextuais únicos de cada país, o que poderia levar a uma simplificação dos resultados. Ao reconhecer essas potenciais falhas, este trabalho buscou não apenas antecipar tais críticas, mas também sublinhar a importância de abordagens metodológicas que incorporem tanto dados quantitativos quanto qualitativos, proporcionando uma análise holística e mais representativa dos fenômenos estudados.

Ao engajar-se ativamente com esses contra-argumentos, o estudo demonstra uma disposição para o diálogo acadêmico construtivo e uma compreensão das limitações intrínsecas às metodologias empregadas. Este processo não apenas fortalece a robustez do trabalho, mas também encoraja o desenvolvimento de futuras pesquisas que possam abordar essas questões com novas perspectivas e abordagens metodológicas mais integradas.

## 7. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, considerando as análises estatísticas empreendidas no presente trabalho, foi possível concluir que as condições pré-estabelecidas de desenvolvimento e riqueza tiveram impacto significativo nos padrões de desempenho dos países em relação à pandemia. Ao contrário do que se poderia esperar, países mais desenvolvidos e com um maior nível de riqueza apresentaram, em média, números mais altos de casos e mortes

por milhão. O estudo considerou algumas limitações, destacando um recorte da situação de cada país no final do período analisado, resultando em um número limitado de observações. A inclusão da dimensão temporal ampliaria significativamente as observações e possibilitaria conclusões mais detalhadas sobre a evolução do desempenho dos países ao longo do período estudado. Ressalta-se que o complexo cenário abordado não pôde ser totalmente abrangido em um único trabalho. Contudo, reconhece-se a necessidade de estudos futuros que poderão incorporar abordagens mais robustas e diversificadas, buscando uma compreensão mais aprofundada e abrangente que possa efetivamente influenciar políticas de saúde pública globais.

**Contribuições dos autores:** Todos os autores contribuíram para: Conceitualização; Definição da Metodologia; Aquisição de Dados; Análise de Dados; Escrita e Edição.

**Como citar:** Costa, D.H.T.; Sátiro, R.M. 2024. Análise da evolução da pandemia de covid-19 em relação a indicadores macroeconômicos, demográficos e políticos. *Quaestum* 5: e2675719.

## Referências

- [1] CNN Brasil. 2020. OMS classifica novo coronavírus como pandemia. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/organizacao-mundial-da-saude-oms-classifica-novo-coronavirus-como-pandemia/>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [2] Pires, L.S.; Andriano, B.; Llaneras, K.; Grasso, D. 2021. O mapa do coronavírus: como aumentam os casos dia a dia no Brasil e no mundo. El País. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2020/03/12/ciencia/1584026924\\_318538.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2020/03/12/ciencia/1584026924_318538.html)>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [3] Jones, L.; Palumbo, D.; Brown, D. 2021. Coronavírus: 8 gráficos para entender como a pandemia de covid-19 afetou as maiores economias do mundo. BBC News. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-55835790>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [4] Maia, B. 2020. A importância do analytics na crise da covid-19. MIT Sloan Management Review Brasil. Disponível em: <<https://mitsloanreview.com.br/post/a-importancia-do-analytics-na-crise-da-covid-19/>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [5] Cao, Q.; Heydari, B. 2022. Micro-level social structures and the success of covid-19 national policies. *Nature Computational Science* 2(9): 595-604.
- [6] Hartonen, T.; Jermy, B.; Sõnajalg, H.; Vartiainen, P.; Krebs, K.; Vabalas, A.; FinnGen; Estonian Biobank Research Team; Leino, T.; Nohynek, H.; Sivelä, J.; Mägi, R.; Daly, M.; Ollila, H.M.; Milani, L.; Perola, M.; Ripatti, S.; Ganna, A. 2023. Nationwide health, socio-economic and genetic predictors of covid-19 vaccination status in Finland. *Nature Human Behaviour* 7: 1069-1083.
- [7] Re'em, Y.; Stelson, E.A.; Davis, H.E.; McCorkell, L.; Wei, H.; Assaf, G.; Akrami, A. 2023. Factors associated with psychiatric outcomes and coping in long covid. *Nature Mental Health* 1(5): 361-372.
- [8] Rostila, M.; Cederström, A.; Wallace, M.; Aradhya, S.; Ahrne, M.; Juárez, S.P. 2023. Inequalities in covid-19 severe morbidity and mortality by country of birth in Sweden. *Nature Communications* 14(1): 4919.
- [9] Pires, L.N.; Carvalho, L.; Xavier, L.D.L. 2020. Covid-19 e desigualdade: a distribuição dos fatores de risco no Brasil. *Experiment Findings* 2020. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.27014.73282>.
- [10] Spotswood, E.N.; Benjamin, M.; Stoneburner, L.; Wheeler, M.M.; Beller, E.E.; Balk, D.; McPhearson, T.; Kuo, M.; McDonald, R.I., 2021. Nature inequity and higher covid-19 case rates in less-green neighbourhoods in the United States. *Nature Sustainability* 4(12): 1092-1098.
- [11] Reme, B.A.; Gjesvik, J.; Magnusson, K. 2023. Predictors of the post-COVID condition following mild SARS-CoV-2 infection. *Nature Communications* 14: 5839.
- [12] Mathieu, E.; Ritchie, H.; Rodés-Guirao, L.; Appel, C.; Gavrillov, D.; Giattino, C.; Hasell, J.; Macdonald, B.; Dattani, S.; Beltekian, D.; Ortiz-Ospina, E.; Roser, M. 2020. Coronavirus Pandemic (covid-19). OurWorldInData. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/coronavirus>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [13] The World Bank. 2021. DataBank. Disponível em: <<https://databank.worldbank.org/home.aspx>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [14] Microsoft. 2021. Componente: Clustering K-means. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/machine-learning/algorithm-module-reference/k-means-clustering>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [15] Fávero, L.P.; Belfiore, P. 2017. Manual de análise de dados. Elsevier, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- [16] Matos, D.A.S.; Rodrigues, E.C. 2019. Análise fatorial. Enap, Brasília, DF, Brasil.
- [17] Fávero, L.P. 2008. Time, firm and country effects on performance: an analysis under the perspective of hierarchical modeling with repeated measures. *Brazilian Business Review* 5: 163-180.
- [18] Fávero, L.P.; Hair Jr., J.F.; Souza, R.F.; Albergaria, M.; Bruggi, T.V. 2021. Zero-inflated generalized linear mixed models: a better way to understand data relationships. *Mathematics* 9(10): 1-28. <https://doi.org/10.3390/math9101100>.
- [19] United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). 2020. The Least Developed Countries Report 2020. Disponível em: <<https://unctad.org/webflyer/least-developed-countries-report-2020>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [20] Ades, A.; Chua, H.B. 1997. Thy neighbor's curse: regional instability and economic growth. *Journal of Economic Growth* 2(3): 279-304.
- [21] Grechyna, D. 2017. Political instability: the neighbor vs. the partner effect. MPRA. Disponível em: <<https://mpra.ub.uni-muenchen.de/79952/>>. Acesso em 10 abr. 2024.
- [22] Malta, M.; Vettore, M.; Silva, C.; Silva, A. 2021. Political neglect of covid-19 and the public health consequences in Brazil: the high costs of science denial. *EClinicalMedicine* 35: 100878. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.100878>.
- [23] Barberia, L.; Gómez, E. 2020. Political and institutional perils of Brazil's covid-19 crisis. *The Lancet*. Disponível em: <[https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(20\)31681-0/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(20)31681-0/fulltext)>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [24] Haseltine, W. 2021. What can we learn from Australia's covid-19 response? *Forbes*. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/williamhaseltine/2021/03/24/what-can-we-learn-from-australias-covid-19-response/>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

- 
- [25] Wingfield-Hayes, R. 2020. Coronavírus: com poucos testes e sem lockdown, qual o mistério por trás da baixa mortalidade no Japão. BBC News. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-53298998>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- [26] Lima, L. 2020. Pandemia de covid-19: A polêmica estratégia do Japão de ‘conviver’ com o coronavírus. BBC News. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-54447391>>. Acesso em: 03 mar. 2024.
- [27] Melo, C.; Cabral, S. 2020. Pandemias e comunicação: uma avaliação experimental. *Revista de Administração Pública* (54): 735–757.
- [28] Sátiro, R.M.; Martins, J.V.; Sousa, M.M. 2021. The courts in the face of covid-19 crisis: an analysis of the measures adopted by the Brazilian Judicial System. *International Journal for Court Administration* 12(2): 10.
- [29] Farias, M.N.; Leite Junior, J.D. 2021. Vulnerabilidade social e covid-19: considerações com base na terapia ocupacional social. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional* 29: e2099.
- [30] Kalache, A. 2008. O mundo envelhece: é imperativo criar um pacto de solidariedade social. *Ciência & Saúde Coletiva* 13(4): 1107-1111. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000400002>.