

# Correlação entre Indicadores Socioeconômicos e a COVID-19: uma revisão sistemática da literatura

Lucelia Lima Souza<sup>1</sup>, Tiago Bonini Borchardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - PPGCC  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Caixa Postal 65080-805 – São Luís – MA – Brasil

lucelia.lima@discente.ufma.br, tiago.bonini@ufma.br

**Abstract.** *The Covid-19 pandemic was caused by the new Corona Virus (SARS-CoV-2), in December 2019 in the city of Wuhan, province of Hubei, in China. This article intends to present a systematic review that analyses the correlation between socio economic indicators and the COVID-19 pandemic through machines learning algorithm, identifying the methods and softwares of data analyses that were utilized. The most relevant researches publicished from 2018 to 2022 addresses the proposed subject. After a complete screening, the research highlights 10 selected articles from a total of 814 analysed.*

**Keywords:** *COVID-19, socioeconomic indicators, machine learning algorithm.*

**Resumo.** *A pandemia da COVID-19, causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), iniciou-se em dezembro de 2019 na China, colocando a saúde da população mundial em grande alerta. Este artigo objetiva apresentar uma Revisão Sistemática da Literatura que análise a correlação entre indicadores socioeconômicos e a pandemia da COVID-19 através de técnicas de aprendizagem de máquina, identificando quais técnicas e software de análise de dados foram utilizados. Foram identificados os estudos mais relevantes publicados no período de 2018 a 2022, que abordam o tema proposto. Após a triagem completa a pesquisa destacou 10 artigos selecionados no total de 814 analisados.*

**Palavra-Chave:** *COVID-19, indicadores socioeconômicos, algoritmos de aprendizagem de máquina.*

## 1. Introdução

O surto do vírus SARS-CoV-2 se espalhou rapidamente por todo o mundo após o primeiro caso relatado no final de dezembro de 2019 e foi declarada uma pandemia global pela Organização Mundial da Saúde - OMS (*Organization World Health - WHO*) em 11 março de 2020 [Mihoub et al. 2020]. A COVID-19 afetou a saúde humana como também a economia global. Em 11 de março de 2021, havia mais de 118 milhões de casos positivos notificados no mundo e mais de 2,5 milhões de mortes. É necessário um grande esforço global para interromper a propagação do vírus enquanto as vacinas são administradas e os tratamentos são desenvolvidos.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (*Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD*) alertou sobre o impacto

negativo que o Coronavírus terá no mundo em relação ao sistema econômico internacional. Em março de 2020, A OCDE divulgou um relatório que estimou que a crise da COVID-19 foi capaz de reduzir pela metade o crescimento da economia mundial até 2020, sendo que os efeitos adversos poderiam continuar até 2022 [Magazzino et al. 2021a].

A Inteligência Artificial e o Aprendizado de Máquina (*Machine Learning - ML*) podem ser armas eficazes contra esse vírus progressivo notoriamente rápido [Kannan et al. 2020]. Algoritmos de aprendizado de máquina desempenham um papel importante na análise e previsão de epidemias [Punn et al. 2020]. No geral as técnicas de aprendizagem de máquina vem sendo inovadoras e úteis ao prever tendências futuras em casos de COVID-19 e em relação aos aspectos de fatores econômicos.

A execução desta RSL traz a oportunidade de melhor compreender e analisar um problema urbano relevante e atual que é a pandemia da COVID-19. Esta compreensão é importante para o desenvolvimento da nossa sociedade como um todo, sendo fundamental para os grandes centros urbanos, que foram os locais mais afetados pela disseminação do vírus causador do vírus SARS-CoV-2.

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática abrangente da literatura, encontrando trabalhos que através do aprendizado de máquina analisaram a correlação entre indicadores socioeconômicos e os efeitos da pandemia da COVID-19, identificando quais os modelos e as ferramentas de aprendizagem de máquina foram utilizadas. No geral, pode-se observar que as técnicas de aprendizagem de máquina vêm sendo inovadoras e muito úteis ao prever tendências futuras em casos de COVID-19 e em relação a aspectos de fatores econômicos.

Além da introdução, o trabalho está dividido da seguinte forma: a Seção 2 descreve os métodos da revisão sistemática; a Seção 3 apresenta os principais trabalhos relacionados encontrados na literaturas; e a Seção 4 traz os resultados e discussões finais relevantes.

## 2. Método da Revisão Sistemática

De acordo com [Galvao and Ricarte 2019], uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é um termo genérico, que compreende todos os trabalhos publicados que oferecem um exame da literatura abrangendo assuntos específicos. Revisar a literatura é essencial para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e científicos.

Esta RSL está organizada, conforme as diretrizes da ferramenta online Parsifal<sup>1</sup>, abrangendo as seguintes definições: Objetivos e Questões de Pesquisa, Seleção de Fontes de Pesquisa, Critérios de inclusão e exclusão de artigos, Processo de Seleção e Estratégia de Extração de Dados. Segue em Anexo I<sup>2</sup> o Protocolo Completo de Execução da RSL.

A RSL tem como objetivo realizar uma pesquisa referente ao período de 2018 a 2022, aplicando algumas técnicas de aprendizado de máquina correlacionados entre os indicadores socioeconômicos e os efeitos da pandemia da COVID-19. E tem como perguntas norteadoras da pesquisa as seguintes questões:

---

<sup>1</sup><https://parsif.al/> - é uma ferramenta online desenvolvida para apoiar pesquisadores na realização de revisões sistemáticas de literatura no contexto da Engenharia de Software.

<sup>2</sup>O Protocolo encontra-se no link: <https://bit.ly/3ETSZdh>

- QP1 - Quais os perfis socioeconômicos que correlacionam com elevados números de mortes por COVID-19?
- QP2 - Quais os indicadores socioeconômicos mais relevantes em relação a saúde pública?
- QP3 - Quais as técnicas de aprendizagem de máquinas mais utilizadas em análise socioeconômica?
- QP4 - Quais os softwares de análise de dados utilizados para aplicação de técnicas de aprendizagem de máquina no contexto da pandemia de COVID-19?

De acordo com os processos de busca sistemática foram selecionados, a princípio, 814 artigos relacionados ao tema desta RSL como apresentado no Anexo II<sup>3 4 5 6</sup> (a. Resultado da busca sistemática). Na primeira filtragem, realizada através da leitura do título e do resumo destes trabalhos, foram escolhidos 91 artigos que mais se adequavam ao tema (b. Resultado da aplicação dos critérios de exclusão), sendo que após essa análise somente 24 artigos se enquadraram em todos os critérios de inclusão (c. Resultado da aplicação de critérios de inclusão). Neste trabalho apenas os 10 artigos que se mostraram de acordo com as questões de pesquisa, propostas inicialmente, serão detalhados e discutidos. (d. Filtragem após o processo de seleção).

Os artigos foram avaliados de acordo com os critérios de qualidade por meio de 5 questões de avaliação, onde as respostas são atribuídas as três possíveis notas: Sim (1,0), Parcialmente (0,5) e Não (0,0). Questões essas apresentadas a seguir:

- QA1 - O estudo apresenta objetivos de pesquisa bem definidos?
- QA2 - O estudo identifica os indicadores socioeconômicos de forma clara?
- QA3 - O estudo informa os números de casos/mortes por COVID-19?
- QA4 - O estudo apresenta métodos, técnicas ou ferramentas de aprendizagem de máquina para auxiliar na abordagem?
- QA5 - O estudo avaliado apresenta uma breve comparação dos estudos com outros trabalhos relacionados ou algum tipo de experimento?

As perguntas de qualidade e as notas de avaliação, foram atribuídas a cada artigo, por fim, as notas foram somadas para possibilitar uma comparação entre os estudos. Pode-se então perceber o grau de coerência dos artigos selecionados para resolução das questões norteadoras desta pesquisa, conforme as notas atribuídas e descritas na Tabela 1.

### 3. Trabalhos Relacionados

Em seguida, serão apresentados de forma breve os trabalhos que obtiveram maior relação com as questões de pesquisa elencadas nesta RSL.

[Mihoub et al. 2020] propõem estudar a correlação entre a propagação do COVID-19 e os indicadores socioeconômicos de diferentes países usando técnicas de inteligência artificial. Os níveis de propagação foram divididos em três datas diferentes, entre abril e maio de 2020. Para definir o nível de classe de cada país, três classificadores são propostos e testados: *Support Vectors Machines (SVM)*, *Multi-Layer Perceptrons*

---

<sup>3</sup>a. <https://bit.ly/3KvGu8E>

<sup>4</sup>b. <https://bit.ly/3voWYve>

<sup>5</sup>c. <https://bit.ly/3knMrtM>

<sup>6</sup>d. <https://bit.ly/3y3K07M>

**Tabela 1. Notas de Avaliação dos Artigos com Critérios de Qualidade**

ID	Artigo	QA1	QA2	QA3	QA4	QA5	Total
A1	Predicting COVID-19 Spread Level using Socio-Economic Indicators and Machine Learning Technique [Mihoub et al. 2020]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0
A2	Prediction of COVID-19 cases using machine learning for effective public health management [Ahmad et al. 2021]	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	4,5
A3	Satellite data and Machine learning reveal a significant correlation between NO2 and COVID-19 mortality [Amoroso et al. 2021]	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	3,5
A4	Correlation between temperature and COVID-19 (suspected, confirmed and death) cases based on machine learning analysis [Siddiqui et al. 2020]	0,5	0,0	1,0	0,5	1,0	3,0
A5	The nexus between COVID-19 deaths, air pollution and economic growth in New York state: Evidence from Deep Machine Learning [Magazzino et al. 2021b]	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3,0
A6	The quest for multidimensional financial immunity to the COVID-19 pandemic: Evidence from international stock markets [Zaremba et al. 2021]	0,0	1,0	0,5	1,0	0,0	2,5
A7	Pollution, economic growth, and COVID-19 deaths in India: a machine learning evidence [Mele and Magazzino 2021]	0,0	1,0	0,5	1,0	0,0	2,5
A8	The relationship between renewable energy and economic growth in a time of Covid-19: A Machine Learning experiment on the Brazilian economy [Magazzino et al. 2021a]	0,0	0,5	0,5	0,5	1,0	2,5
A9	Socio-economic disparities and COVID-19 in the USA [Paul et al. 2021]	0,5	0,5	1,0	0,0	0,5	2,5
A10	Data analytics to evaluate the impact of infectious disease on economy: Case study of COVID-19 pandemic [Hyman et al. 2021]	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0

(MLP) e *Random Forests (RF)*. O resultado de melhor relevância foi obtido pelo classificador RF, com uma medida F igual a 93,85%, para data de 15 de abril de 2020. As bibliotecas utilizadas para criação do modelo foram: *Python Data Science*, especialmente *Numpy*, *Pandas*, *Matplotlib* e *Scikit-learn*.

O estudo [Ahmad et al. 2021] teve como objetivo prever o número de casos de COVID-19 com base em fatores ambientais (temperatura, umidade, velocidade do vento, índice ultravioleta, elevação, índice de qualidade do ar e nível de poluição) e não ambientais (população, densidade populacional, proporção de gênero e índice de desenvolvi-

mento humano). Foi construído um modelo de classificação binária para predição dos casos de COVID-19 usando os algoritmos *Shallow Single-Layer Perceptron Neural Network* – *SSLPNN* e *Gaussian Process Regression (GPR)*. O modelo com o algoritmo SSLPNN teve um desempenho excelente, prevendo o número de casos de COVID-19 com uma precisão de 99,09% durante treinamento e uma precisão de 99,04% durante o teste.

O objetivo de [Amoroso et al. 2021] foi avaliar a existência de associação estatística entre a exposição a poluentes e a mortalidade por COVID-19. Foram coletados três tipos distintos de dados, as concentrações de poluentes recuperadas dos dados S-5p (monitoramento da atmosfera da Terra, da qualidade do ar, do clima e da camada de ozônio), dados climáticos do ERA5 (cobertura completa das variáveis climáticas em toda a Europa) e os dados que caracterizam o contexto socioeconômico, incluindo taxas de mortalidade, coletados em vários repositórios online. Modelos de regressão multivariada como *Random Forest (RF)*, *Multilayer Perceptron (MLP)*, *Support Vector Machine (SVM)* e modelo de Regressão Linear Simples (LR) foram utilizados. Os autores revelaram uma associação estatística significativa entre a poluição do ar  $\text{NO}_2$  e a mortalidade por COVID-19 e um papel significativo desempenhado pelas características sociodemográficas, como o número de enfermeiros, leitos hospitalares e o produto interno bruto per capita - PIB.

Os autores [Siddiqui et al. 2020] analisaram a correlação entre a temperatura e as diferentes situações de casos da COVID-19 (casos suspeitos, confirmados e óbitos). Com o método de aprendizado de máquina baseado em *cluster k-means* e o uso da ferramenta WEKA, foram utilizados conjuntos de dados de diferentes regiões da China (conforme relatório da OMS). O experimento foi realizado com três tendências de análise com *cluster* onde a cidade de *Hubei* (onde surgiu o vírus da COVID-19) obteve o maior resultado em todas como: Tendência 1: efeito da temperatura nos casos de óbito, obtendo 33,14% mais números de casos de óbitos. Tendência 2: efeito da temperatura em casos confirmados. Tendência 3: efeito da temperatura em casos suspeitos.

O objetivo do estudo [Magazzino et al. 2021b] em sua pesquisa foi avaliar a relação entre mortes relacionadas ao COVID-19, crescimento econômico e concentração de poluentes ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  e  $\text{NO}_2$ ) no estado de Nova York. Os autores analisam a relação entre os poluentes e o número de mortes por COVID-19 utilizando árvore de decisão. Depois, utilizam os resultados das equações hiperbólicas da primeira expressão em (Redes Neurais Artificiais - RNAs) para gerar um efeito causal a respeito da mudança no crescimento econômico do estado de Nova York.

Diante da pergunta "O que determina a imunidade financeira de um país a uma pandemia global?" os autores [Zaremba et al. 2021] investigaram o comportamento de 67 mercados de ações em todo o mundo durante a pandemia da COVID-19 em 2020. Com um conjunto de dados multidimensional contendo: fatores de finanças, economia, demografia, desenvolvimento tecnológico, saúde, governança, cultura e lei, aplicaram técnicas de aprendizado de máquina. Obtiveram como resultados que o mercado de ações em países com baixa taxa de desemprego e povoados por empresas com políticas de investimentos conservadores tendem a ser mais imunes à crise de saúde.

De acordo [Mele and Magazzino 2021], o artigo teve como objetivo analisar a relação entre crescimento econômico, emissões de poluentes e mortes por COVID-19 na Índia. Usando dois métodos: o modelo econométricos que verificou a relação causal

unidirecional entre o crescimento econômico e emissão de  $PM_{2,5}$ ,  $CO_2$  e  $NO_2$ . E a análise de aprendizado de máquina com algoritmo  $D_2C$ , que mostrou uma relação direta entre concentração de  $PM_{2,5}$  e as mortes de COVID-19.

A relação entre o consumo de energia renovável e o crescimento econômico do Brasil foi examinada no artigo [Magazzino et al. 2021a], utilizando *Multilayer Perceptron (MLP)*. Com o experimento foi verificado o uso mais intensivo de energia renovável que poderá gerar uma aceleração positiva do PIB brasileiro, podendo compensar os efeitos prejudiciais da pandemia global da COVID-19.

O principal objetivo do estudo de [Paul et al. 2021] é examinar a correlação entre as várias métricas socioeconômicas, densidade populacional, taxa de casos confirmados e taxa de mortalidade em várias regiões dos EUA, com foco nas variáveis que significativamente estão correlacionadas com a prevalência de COVID-19 e a taxa de mortalidade pela doença. Foi utilizada uma regressão usando conjunto de árvores de decisão para construção de modelo não linear e com o método chamado de valores de *SHAP (SHapley Additive exPlanations)* para calcular a importância de cada variável.

Segundo [Hyman et al. 2021] o objetivo principal de seu trabalho foi desenvolver um modelo de aprendizagem que pode alavancar a análise de dados para avaliar a gravidade do COVID-19 em diferentes países no mundo e seu impacto na economia global. Os autores destacam que os casos de mortes de COVID-19 se relacionam à economia, onde o PIB e a taxa de desemprego mostram que o desempenho da economia foi afetado em comparação ao crescimento potencial de um país trimestralmente.

#### **4. Resultados e Discussões Finais**

Depois de analisados os artigos e selecionados os 10 artigos mais relevantes ao tema abordado, percebeu-se que, mesmo sendo filtradas as publicações no período de 2018 à 2022, restaram apenas trabalhos no período de 2020 à 2021 conforme Tabela 1. Como pode-se perceber poucos trabalhos na literatura estudaram sobre a correlação entre a COVID-19 e indicadores socioeconômicos, sendo encontrado somente um estudo (A1) que alcançou muita similaridade ao tema abordado.

Como respostas para as 4 questões de pesquisas definidas inicialmente, destaca-se:

##### **QP1 - Quais os perfis socioeconômicos que correlacionam com elevados números de mortes por COVID-19?**

Foi identificado que destaca-se como característica principal do perfil socioeconômico o Produto Interno Bruto - PIB. Assim como os indicadores climáticos, como a poluição do ar ( $PM_{2,5}$  e  $NO_2$ ), temperatura mínima e média estão extremamente correlacionados com as mortes por COVID-19 (artigos A3, A4, A5, A7, A9 e A10). O A3 investigou variáveis climáticas e poluição do ar em países europeus associados estatisticamente entre poluição do ar  $NO_2$  e mortalidade por COVID-19, desempenhados pelas características sociodemográficas, o PIB - Produto Interno Bruto per Capita. O A4 resultou em sua análise entre os poluentes e os casos de morte por COVID-19. O A5 e o A7 avaliou a relação entre as mortes relacionadas por COVID-19, crescimento econômico e agentes poluentes ( $PM_{2,5}$  e  $NO_2$ ) mostrando que o crescimento econômico insustentável houve um aumento maior com esses poluentes. O A9 analisou que as taxas de mortalidade não estão correlacionadas com as métricas socioeconômicas nos casos de morte

por COVID-19. E A10 como resultado promissores na previsão de casos da COVID-19 por mortes obteve relevante impacto econômico pelas indústrias com preços de ações e impacto no PIB e na taxa de desemprego.

### **QP2 - Quais os indicadores socioeconômicos mais relevantes em relação a saúde pública?**

Os indicadores socioeconômicos mais relevantes a saúde pública, são os indicadores associados as atividades turísticas, Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, Índice de Gini, Renda per capita, entre outros (artigos A1, A2, A6, A9 e A10). os autores A1 e A2 foi possível deduzir os melhores indicadores IDH, Índice de Gini mais influentes. O A6 os fatores socioeconômicos como tamanho da população e baixos níveis de índice de desenvolvimento humano são um fator significativo para doenças infecciosas emergentes e seus efeitos subsequentes na saúde pública. E A9 e A10 de forma sucinta os autores descreve seus crescimento econômico, onde o crescimento do PIB, em países mais desenvolvidos contribui para controlar o nível de gastos com saúde pública.

### **QP3 - Quais as técnicas de aprendizagem de máquinas mais utilizadas em análise socioeconômica?**

As técnicas de aprendizagem de máquina que mais foram utilizadas são: SVM, MLP, RF, RNA e Regressão Linear de acordo com (artigos A1, A2, A3, A5, A6, A7 e A8), foi identificados essas técnicas que melhores obtiveram resultados satisfatórios em casos de COVID-19. Dentre todos o A1 e A3, com uso do modelo RF resultou em uma melhor precisão e robustez na classificação em relação SVM e MLP. No entanto os A2, A5, A6, A7 e A8, obteve um resultado melhor com uso das técnicas de MLP, RNAs e Regressão Linear em várias áreas geográficas.

### **QP4 - Quais os softwares de análise de dados utilizados para aplicação de técnicas de aprendizagem de máquina no contexto da pandemia de COVID-19?**

Com o uso de vários softwares e bibliotecas, as mais utilizadas para aplicações das técnicas foram: Oryx (artigos A5, A7 e A8), Scikit-learn<sup>7</sup>, Weka<sup>8</sup>, Xgboost<sup>9</sup> e Panda do Python<sup>10</sup> (artigos A1, A4, A9 e A10). Pode-se observar que as principais ferramentas utilizadas, são as mesmas que se destacam na aplicação de técnicas de aprendizado de máquina nas mais diversas áreas.

Como trabalho futuro pretende-se realizar um estudo experimental, utilizando as técnicas de aprendizagem de máquina e os indicadores identificados na RSL, buscando encontrar resultados mais significativos na associação destes índices à COVID-19. Este trabalho visa analisar artigos publicados posteriormente a 2018, quando surgiram os primeiros casos de COVID-19 no mundo.

Este trabalho apresentou o processo de desenvolvimento de uma RSL, com a apresentação dos resultados dos estudos relacionados encontrados. Apesar da temática dessa análise de dados é relativamente nova, foi possível encontrar conteúdos relevantes ao tema. Podendo observar que as técnicas de aprendizagem de máquinas são de grande

---

<sup>7</sup><https://scikit-learn.org/stable/>

<sup>8</sup><https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

<sup>9</sup><https://xgboost.readthedocs.io/en/stable/>

<sup>10</sup><https://www.python.org/>

importância em relação a pandemia da COVID-19, sendo encontrados mais de 800 artigos com uso dessas técnicas em várias áreas relacionadas à pandemia.

## Referências

- Ahmad, F., Almuayqil, S. N., Humayun, M., Naseem, S., Khan, W. A., and Junaid, K. (2021). Prediction of covid-19 cases using machine learning for effective public health management. volume 66, pages 2265–2282.
- Amoroso, N., Cilli, R., Maggipinto, T., Monaco, A., Tangaro, S., and Bellotti, R. (2021). Satellite data and machine learning reveal a significant correlation between no2 and covid-19 mortality. volume 204, page 111970.
- Galvao, M. C. B. and Ricarte, I. L. M. (2019). Revisao sistematica da literatura: Conceituacao, producao e publicacao. volume 6, page 57–73.
- Hyman, M., Mark, C., Imteaj, A., Ghiaie, H., Rezapour, S., Sadri, A. M., and Amini, M. H. (2021). Data analytics to evaluate the impact of infectious disease on economy: Case study of covid-19 pandemic. volume 2, page 100315.
- Kannan, S., Subbaram, K., Ali, S., and Kannan, H. (2020). The role of artificial intelligence and machine learning techniques: Race for covid-19 vaccine. volume 15. Kowsar.
- Magazzino, C., Mele, M., and Morelli, G. (2021a). The relationship between renewable energy and economic growth in a time of covid-19: A machine learning experiment on the brazilian economy. volume 13.
- Magazzino, C., Mele, M., and Sarkodie, S. A. (2021b). The nexus between covid-19 deaths, air pollution and economic growth in new york state: Evidence from deep machine learning. volume 286, page 112241.
- Mele, M. and Magazzino, C. (2021). Pollution, economic growth, and covid-19 deaths in india: a machine learning evidence. volume 28, pages 2669–2677. Springer.
- Mihoub, A., Snoun, H., Krichen, M., Salah, R. B. H., and Kahia, M. (2020). Predicting covid-19 spread level using socio- economic indicators and machine learning techniques. In *2020 First International Conference of Smart Systems and Emerging Technologies (SMARTTECH)*, pages 128–133.
- Paul, A., Englert, P., and Varga, M. (2021). Socio-economic disparities and COVID-19 in the USA. volume 2, page 035017. IOP Publishing.
- Punn, N. S., Sonbhadra, S. K., and Agarwal, S. (2020). Covid-19 epidemic analysis using machine learning and deep learning algorithms. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Siddiqui, M. K., Morales-Menendez, R., Gupta, P. K., Iqbal, H. M., Hussain, F., Khatoun, K., and Ahmad, S. (2020). Correlation between temperature and covid-19 (suspected, confirmed and death) cases based on machine learning analysis.
- Zaremba, A., Kizys, R., Tzouvanas, P., Aharon, D. Y., and Demir, E. (2021). The quest for multidimensional financial immunity to the covid-19 pandemic: Evidence from international stock markets. volume 71, page 101284.