

Revista de
**Direito Econômico e
Socioambiental**

ISSN 2179-8214

Licenciado sob uma Licença Creative Commons



REVISTA DE DIREITO ECONÔMICO E SOCIOAMBIENTAL

vol. 14 | n. 2 | maio/agosto 2023 | ISSN 2179-8214

Periodicidade quadrimestral | www.pucpr.br/direitoeconomico

Curitiba | Programa de Pós-Graduação em Direito da PUCPR



Os impactos ambientais da pandemia de Covid-19 e seus reflexos na saúde e na economia

The environmental impacts of the COVID-19 pandemic and its effects on health and the economy

Rita de Cássia Neves Leite*

Universidade de Pernambuco (Recife – PE, Brasil)

ritadecassia.neves@upe.br

<https://orcid.org/0000-0002-4173-5818>

Mariana Guenther**

Universidade de Pernambuco (Recife – PE, Brasil)

mariana.guenther@upe.br

<https://orcid.org/0000-0002-3104-3105>

Como citar este artigo/*How to cite this article*: LEITE, Rita de Cássia Neves; GUENTHER, Mariana. Os impactos ambientais da pandemia de Covid-19 e seus reflexos na saúde e na economia. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 14, n. 2, e248, maio/ago. 2023. doi: 10.7213/revdireconsoc.v14i2.29507

* Mestre em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável pela Universidade de Pernambuco (Recife-PE, Brasil). Especialista em Direito Administrativo e Gestão Pública pelo Centro Universitário de Patos (Patos-PB, Brasil). Graduada em Direito pela Universidade Estadual da Paraíba (João Pessoa-PB, Brasil). Assistente em Administração do Instituto Federal de Pernambuco - Campus Cabo de Santo Agostinho (Cabo de Santo Agostinho - PE, Brasil).

** Professora Associada e Livre Docente da Universidade de Pernambuco (Recife-PE, Brasil). Doutora em Ciências – Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo (São Paulo-SP, Brasil) com Pós-Doutorado em Oceanografia pela Universidade da Califórnia em San Diego (San Diego-CA, USA). Mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro-RJ, Brasil). Graduada em Ciências Biológicas – Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro-RJ, Brasil). Coordenadora do Núcleo de Pesquisas em Educação Ambiental e Comunicação da Ciência (NUPEAC). Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável da Universidade de Pernambuco (Recife-PE, Brasil).

Recebido: 18/07/2022
Received: 07/18/2022

Aprovado: 28/11/2023
Approved: 11/28/2023

Resumo

A pandemia de Covid-19 exigiu medidas sanitárias extremas para a contenção da transmissão do vírus, como o isolamento social ou *lockdown*, adotado em muitos países nos momentos de surto. Tais medidas restritivas modificaram totalmente a vida das pessoas em todo o planeta, afetando o meio ambiente e a economia global. Nesse trabalho, realizamos uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de mapear os impactos ambientais e econômicos da pandemia. Nossos resultados mostram que o isolamento social teve um efeito positivo sobre o meio ambiente, principalmente no que se refere à melhoria da qualidade do ar com a redução das emissões de gases poluentes pelas indústrias e veículos. As mudanças ambientais observadas se refletiram na economia e na saúde da população, trazendo importantes reflexões sobre os efeitos das nossas atividades sobre o planeta e as estratégias possíveis de combate à degradação ambiental, mas preservando a economia visando o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) constantes da Agenda 2030.

Palabras-clave: Covid-19; lockdown; poluição atmosférica; desenvolvimento sustentável; Agenda 2030.

Abstract

The COVID-19 pandemic required extreme sanitary measures to contain virus transmission, such as the lockdown adopted in many countries during outbreak periods. Such restrictive measures have fully changed human lives across the planet, affecting the environment and the global economy. In this study, we carried out a systematic literature review to analyze the pandemic environmental and economic impacts. Our results show that the lockdowns had a positive effect on the environment, especially through air quality improvements due to the reduction of pollutant gas emissions from industries and vehicles. These environmental changes affected the economy and the population's health, leading us to think about the effects of our activities on the planet and the possible strategies to halt environmental degradation while preserving the economy, thus fulfilling the Sustainable Development Goals (SDGs) included in the 2030 Agenda for sustainable development.

Keywords: COVID-19; lockdown; atmospheric pollution; sustainable development; 2030 Agenda.

Sumário

1. Introdução. 2. Metodologia. 3. Resultados e Discussão. 4. Considerações finais. 5. Referências.

1. Introdução

Em 31 de dezembro de 2019 a Organização Mundial de Saúde (OMS) foi notificada sobre a ocorrência de um tipo de pneumonia na província de Wuhan, China, de origem e causa desconhecida (OMS, 2020a) e em 09 de janeiro de 2020, as autoridades sanitárias chinesas descobriram que esta doença era causada por um novo coronavírus semelhante ao causador da SARS. O vírus foi denominado SARS-CoV-2, e a doença, 2019-nCoV - Doença do novo coronavírus ou como ficou mais popularmente conhecida, Covid-19 - *Coronavirus Disease-19* (OMS, 2020b).

No dia 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto do novo coronavírus uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII). Nesta data, a China já contabilizava 7,7 mil casos confirmados e 170 óbitos, além de 98 casos em 18 países. Essa foi a 6ª vez que a OMS emitiu a declaração de ESPII, após o H1N1 em 2009, o Poliovírus e o Ebola (na África Ocidental) em 2014, o Zika vírus em 2016 e novamente o Ebola (no Congo) em 2018 (OMS, 2020b; OPAS, 2020).

No Brasil, o primeiro caso de Covid-19 foi registrado em 26 de fevereiro de 2020, na cidade de São Paulo (BEZERRA et al., 2020). Em 11 de março de 2020 a Covid-19 foi declarada pandemia pela OMS, com casos confirmados em 114 países e 4,2 mil óbitos (OMS, 2020c). Para denominar-se pandemia não é considerada a gravidade da doença, mas sim a sua rápida disseminação por várias regiões e países. Segundo a OMS, essa é a primeira vez que uma pandemia é causada por um coronavírus, que ocorreu mais de um século após a pandemia do vírus H1N1 de 1918, popularmente conhecida como “gripe espanhola”.

A pandemia de Covid-19 exigiu medidas sanitárias emergenciais, resultando em grandes mudanças no dia a dia das pessoas devido à necessidade de distanciamento social. Uma pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em maio de 2020 demonstrou que dos 24 países mais afetados pelo coronavírus, 96% adotou medidas de restrição à livre circulação de pessoas, e destes, 83% decretou o *lockdown* (VARGAS et al., 2020).

O isolamento social durante a pandemia levou a uma série de impactos, tanto positivos quanto negativos, sobre o meio ambiente (GUENTHER et al, 2022), mas além dos impactos ambientais, a pandemia de

Covid-19 teve, e continua tendo, efeitos marcantes também do ponto de vista econômico e social. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi realizar um mapeamento dos impactos ambientais e econômicos da pandemia através de uma revisão sistemática da literatura (RSL).

2. Metodologia

A revisão sistemática de literatura (RSL) foi escolhida com a finalidade de se obter um resultado com rigor metodológico e transparência, sem possíveis vieses relacionados à escolha do pesquisador. O processo de revisão sistemática seguiu o método descrito por Snyder (2019) que possui quatro fases: a concepção, a condução, a análise e a escrita.

A pesquisa utilizou as bases de dados *Web of Science (WoS)* e *Scopus*, que são as duas bases de dados melhor classificadas no ranking de pesquisas acadêmicas (PAPERPILE, 2019). As palavras-chave utilizadas foram: *environment, social, economic, impact, COVID-19, lockdown*, utilizando a seguinte combinação de palavras (*string*) com os indicadores booleanos AND e OR: "*environment* impact**" AND COVID-19* AND lockdown* OR "*social* impact**" AND COVID-19* AND lockdown* OR "*economic* impact**" AND COVID-19* AND lockdown*. Como se pode notar, foram utilizados os indicadores booleanos AND e OR. O caráter curinga "*" foi utilizado para garantir o retorno do máximo de combinações possíveis com essas palavras-chave. As aspas foram utilizadas para delimitar a combinação exata.

A busca foi realizada por: tópicos (títulos, resumos e palavras-chave); tipo de documento (apenas artigos); fonte de publicação (apenas trabalhos publicados em periódicos); e ano de publicação (2020, 2021 e 2022). Como resultado obtivemos 265 artigos na WoS e 297 na Scopus. A partir dos artigos encontrados, utilizamos um filtro por área de conhecimento: *Environmental Science, Social Sciences e Economics*, na Scopus, e *Environmental Sciences, Social Science, Other Topics e Business Economics*, na WoS. Resultando em 158 artigos na Scopus e 113 na WoS. Retirando-se os trabalhos duplicados nas duas bases de dados utilizando o aplicativo *Rayyan* (OUZZANI et al., 2016), chegamos a 219 artigos.

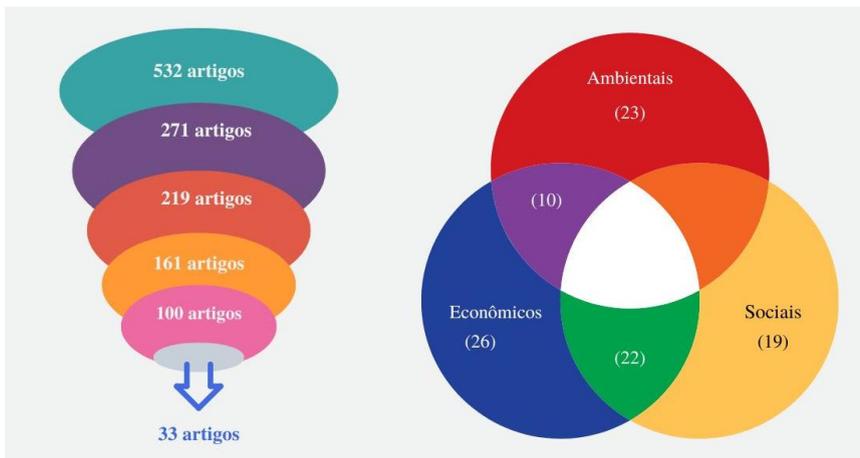
O próximo filtro utilizado foi o fator de impacto (FI) dos periódicos, onde selecionamos apenas os artigos publicados em periódicos enquadrados no primeiro e segundo quartis, Q1 e Q2, da área de conhecimento, segundo a classificação dos rankings 2020 do *Journal Citation Reports (JCR, 2020)* e da

Scimago (SCIMAGO, 2020). Após a catalogação dos FI, obtivemos um total de 161 artigos.

A etapa seguinte da análise foi a leitura dos títulos e resumos para selecionar os artigos que entrariam no estudo a partir dos seguintes critérios de inclusão: a) apenas artigos primários (todos os artigos de revisão foram excluídos); b) apenas artigos publicados em periódicos que utilizam o processo de revisão por pares (*peer review*); c) apenas artigos que se enquadram no escopo da pesquisa; d) apenas artigos que estivessem disponíveis para acesso gratuito (*open access*). Após essa análise, obedecendo aos critérios de inclusão, obtivemos um total de 100 artigos.

Após a leitura dos artigos, classificamo-nos de acordo com o tipo de impacto pesquisado: ambiental, econômico ou social e a partir desse resultado, decidimos focar, para o presente estudo, nos artigos que pesquisaram os impactos ambientais e aos que se encontram na sua interseção com os impactos econômicos, resultando em 33 artigos (Figura 1).

Figura 1. Etapas da seleção dos artigos com a aplicação dos filtros descritos na metodologia (à esquerda), quantidade de artigos selecionados de acordo com o tipo de impacto pesquisado: ambiental, econômico ou social, bem como aqueles localizados na interseção desses temas (à direita)

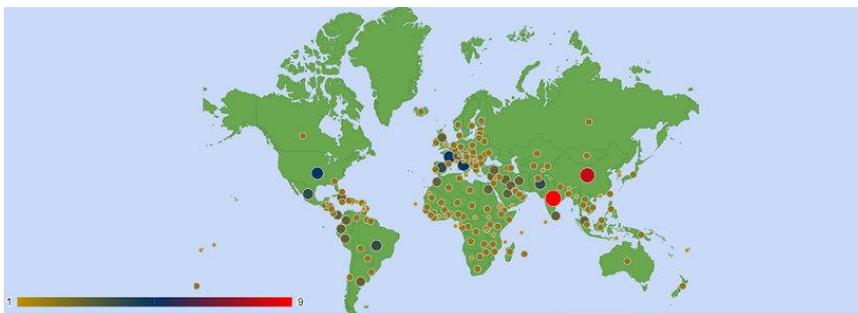


Fonte: Os autores.

3. Resultados e Discussão

Dos 33 artigos selecionados, publicados nos anos de 2020 (12 artigos) e 2021 (21 artigos), 11 obtiveram mais de 200 citações, dos quais 05 foram citados por mais de 700 vezes. Os menos citados já acumulam mais de 10 citações. Quanto à abrangência dos estudos, dois deles tiveram foco global, incluindo, respectivamente, 187 e 162 países, e os demais enfocaram impactos em nível nacional, regional ou local. Na figura abaixo encontram-se sinalizados os países que foram objeto dos estudos selecionados, bem como a quantidade de estudos por país, variando de 01 (um) a 09, como a China. A Índia foi representada em 08 estudos, França, Itália e EUA em 05 estudos, e México, Brasil, Espanha e Paquistão em 04 estudos (Figura 2).

Figura 2. Países representados dos estudos selecionados. A coloração e o tamanho dos círculos indicam a quantidade de estudos por país



Fonte: Os autores.

Através de uma compilação das palavras-chave dos 33 artigos pesquisados por meio de uma nuvem de palavras, observamos o destaque para as palavras Covid-19 e coronavírus, como esperado, e em seguida palavras como poluição do ar, PM (material particulado), CO (monóxido de carbono) qualidade, emissões e saúde (Figura 3).

Figura 3. Palavras-chave dos 33 artigos pesquisados. O tamanho da palavra indica a quantidade de vezes que esta foi citada como palavra-chave



Fonte: Os autores.

A lista dos artigos selecionados, incluindo local de estudo e números de citações encontra-se no Quadro 1 abaixo, e nos tópicos a seguir serão apresentados e discutidos os principais resultados dos artigos pesquisados.

Quadro 1– Lista dos artigos selecionados para essa pesquisa

Autores	Título	Locais de Estudo	Citações
Ali; Liu; Zhang, 2021	Exploring spatio-temporal variations in environmental impacts from eating out in the United Kingdom	Reino Unido	801
Zhang et al., 2021	Global association between satellite-derived nitrogen dioxide (NO ₂) and lockdown policies under the COVID-19 pandemic	187 países/regiões	761
Malliet et al., 2020	Assessing short-term and long-term economic and environmental effects of the COVID-19 crisis in France	França	742
Aldaco et al., 2020	Food waste management during the COVID-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach	Espanha	742
Lian et al., 2020	Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city	Wuhan e Hubei (China)	737
Rugani & Caro, 2020	Impact of COVID-19 outbreak measures of lockdown on the Italian Carbon Footprint	Itália	291

Janzen e Radulescu, 2020	Electricity use as a real-time indicator of the economic burden of the COVID-19 – related lockdown: evidence from Switzerland	Suíça	277
Kumar et al., 2020	Temporary reduction in fine particulate matter due to anthropogenic emissions switch-off during COVID-19 lockdown in Indian cities	Paquistão	255
Ali et al., 2021	Environmental impacts of shifts in energy, emissions, and urban heat island during the COVID-19 lockdown across Pakistan	Delhi, Calcutá, Chennai, Hyderabad e Mumbai (Índia)	255
Behrwani et al., 2021	Assessment and valuation of health impacts of fine particulate matter during COVID-19 lockdown: a comprehensive study of tropical and sub-tropical countries	Brasil, Índia, Irã, Malásia, Quênia, México, Paquistão, Sri Lanka, Peru e Tailândia	254
Mostafa et al., 2021	The impact of COVID 19 on air pollution levels and other environmental indicators – A case study of Egypt	Cairo e Alexandria (Egito)	222
Coll et al., 2021	Ecological and economic effects of COVID-19 in marine fisheries from the Northwestern Mediterranean Sea	Espanha	196
Soto et al., 2021	How does the beach ecosystem change without tourists during COVID-19 lockdown?	China	76
Ghosal & Saha, 2021	Impact of the COVID-19 induced lockdown measures on PM _{2.5} concentration in USA	EUA	66
Ikhlassé et al., 2021	Environmental impacts of pre/during and post-lockdown periods on prominent air pollutants in France	França	62
Al-Ali et al., 2021	The immediate impact of the associated COVID-19's lockdown campaign on the native vegetation recovery of Wadi Al Batin Tri-state desert	Deserto de Wadi Al Batin, Arábia Saudita, Iraque e Kuwait	38
Ye et al., 2021	Health and related economic benefits associated with reduction in air pollution during COVID-19 outbreak in 367 cities in China	China	28
Metya et al., 2020	COVID-19 lockdowns improve air quality in the South-East Asian regions, as seen by the remote sensing satellites	Leste da China e Índia	23
Filonchik et al., 2020	Impact Assessment of COVID-19 on Variations of SO ₂ , NO ₂ , CO and AOD over East China	China.	23
Jain & Sharma, 2020	Social and travel lockdown impact considering coronavirus disease (Covid-19) on air quality in megacities of India: Present benefits, future	Delhi, Bangalore, Calcutá, Chennai e Mumbai (Índia)	23

challenges and way forward			
Ambika et al., 2021	Impact of social lockdown due to COVID-19 on environmental and health risk indices in India	Delhi, Bangalore, Calcutá e Hyderabad (Índia)	21
Tao et al., 2021	The dynamic impact of the COVID-19 pandemic on air quality: the Beijing lessons	162 países.	20
Bonardi et al., 2021	Saving the world from your couch: the heterogeneous medium-run benefits of COVID-19 lockdowns on air pollution	Pequim (China)	20
Bherwani et al., 2020	Valuation of air pollution externalities: comparative assessment of economic damage and emission reduction under COVID-19 lockdown	Delhi, Londres, Paris e Wuhan	20
Straka III et al., 2021	Examining the economic and environmental impacts of COVID-19 using earth observation data	Los Angeles, Chicago e Washington DC (EUA)	18
Winchester et al., 2021	Impact of COVID-19 social distancing policies on traffic congestion, mobility, and NO2 pollution	EUA	18
Loizia et al., 2021	Measuring the level of environmental performance on coastal environment before and during the COVID-19 pandemic: a case study from Cyprus	Chipre	16
Bolaño-Ortiz et al., 2020	Atmospheric emission changes and their economic impacts during the COVID-19 pandemic lockdown in Argentina.	Argentina	13
Donzelli et al., 2020	The effect of the COVID-19 lockdown on air quality in three Italian medium-sized cities	Turquia	13
Prakash et al., 2021	Environmental impact of COVID-19 led lockdown: a satellite data-based assessment of air quality in Indian megacities	Delhi, Bangalore, Calcutá, Chennai e Mumbai (Índia)	13
Aydın, et al., 2021	Environmental impact of coronavirus (COVID-19) from Turkish perspective	Florença, Pisa e Lucca (Itália)	13
Sannino et al., 2021	Analysis of Air Quality during the COVID-19 Pandemic Lockdown in Naples (Italy)	Nápole (Itália)	12
Mejjad et al., 2021	Disposal behavior of used masks during the COVID-19 pandemic in the Moroccan community: potential environmental impact	Marrocos	11

Fonte: Os autores.

3.1. Redução das atividades antrópicas e melhoria das condições ambientais

Com a imposição das medidas restritivas contra a disseminação da Covid-19, muitos estudos demonstraram melhoria nas condições ambientais, principalmente a qualidade do ar, em função da limitação do tráfego aéreo e de veículos, que resultaram também em uma melhoria na saúde da população. De fato, os estudos que mostram reduções nas emissões de poluentes atmosféricos representam 82% dos artigos selecionados.

Na Itália, Rugani e Caro (2020) reportaram queda nas emissões de carbono em 20%, Sannino e colaboradores (2021) constataram reduções drásticas de NO₂ (dióxido de nitrogênio), SO₂ (dióxido de enxofre) e CO (monóxido de carbono) e de aerossóis de origem antropogênica em regiões industriais e urbanas de Nápole, e Donzelli e colaboradores (2020) registraram queda significativa de PM₁₀ (material particulado com diâmetro inferior a 10 micrômetros) -30%, e de PM_{2,5} (material particulado com diâmetro inferior a 2,5 micrômetros) - 20%, em Florença, além de reduções das emissões de NO₂ em Pisa (40%) e Lucca (35-40%).

Na França, Malliet e colaboradores (2020) reportaram queda de 6,6% nas emissões de CO₂, e Ikhlass e colaboradores (2021) registraram redução nas emissões de SO₂ (18,18%), NO₂ (37,14%), CO (20,36%), C₆H₆ – benzeno (9,28%), NO_x - óxidos nitrosos (44,38%), PM_{2,5} (5,1%) e PM₁₀ (38,57%). Na Suíça também foram detectadas redução nas emissões de CO₂ entre 33,7% e 43,5%, por consumo de eletricidade (JANZEN; RADULESCU, 2020). E no Reino Unido, Ali, Liu e Zhang (2021) observaram reduções nas emissões de gases poluentes na Inglaterra (11%), Escócia (14,5%) e País de Gales (22,5%).

Na Argentina, Bolaño-Ortiz e colaboradores (2020) registraram redução nas emissões de GEEs (gases do efeito estufa) em até 90%, de PM₁₀, PM_{2,5} e carbono negro em até 37%, de NO_x, CO, SO_x (óxidos de enxofre) e compostos orgânicos voláteis diferentes do metano (NMCOVs) em até 160%, quando comparadas com as emissões de 2019. A exceção foi o setor residencial que apresentou um aumento nas emissões de 8%.

No Paquistão, Ali e colaboradores (2021) demonstraram reduções significativas das emissões de NO₂ nas regiões de usinas de energia (40%), megacidades (37%), grandes cidades (23,5%) e indústria (19%). O CO também apresentou reduções nas megacidades, à exceção de Karachi. As medidas de AOD (profundidade óptica de aerossol) que registram as

concentrações de aerossóis atmosféricos, também apresentaram reduções nos campos de gás (28,99%), usinas de energia (22,89%) e industrial (25%). Apenas as emissões de SO₂ não apresentaram mudanças significativas.

Na China, Metya e colaboradores (2020) demonstram que houve uma redução de CO no centro-norte do país (6,5%, em fevereiro e 5,1%, em março de 2020) e de NO₂ troposférico, (25%), as maiores reduções dos últimos 5 anos (2015-2020). Esses autores apontam para a relação direta entre as concentrações atmosféricas de NO₂ e a circulação de veículos, quanto maiores as restrições de locomoção, menores foram as emissões de NO₂. Ye e colaboradores (2020) registraram reduções nas emissões de PM₁₀ (39%), PM_{2,5} (~36%), CO (40%) e SO₂ (~68%) e Filonchuk e colaboradores (2020) reportaram reduções nas emissões de CO (20%) e NO₂ (30%). As concentrações de AOD, no entanto, aumentaram, podendo estar relacionadas ao aquecimento residencial. Lian e colaboradores (2020) registraram alterações nas concentrações de alguns poluentes em Wuhan e em outras regiões da província de Hubei. O estudo aponta uma redução de PM₁₀ (40,2%), PM_{2,5} (36,86%), NO₂ (53,3%), SO₂ (3,2%) e CO (22,7%), em Wuhan. Na província de Hubei, 12 cidades foram estudadas, e, no geral, mostram uma melhoria nas concentrações de PM_{2,5} e NO₂ e um aumento de O₃.

Na Índia, vários estudos sobre a poluição do ar foram realizados, demonstrando reduções importantes nas emissões de gases poluentes. Metya e colaboradores (2020) registraram reduções nas emissões de SO₂ (17%), no leste do país. Prakash e colaboradores (2021) reportaram reduções nas emissões de vários gases poluentes em cidades como Delhi (NO₂ - 42%, SO₂ - 42%, CO - 8%, AOD - 19%), Mumbai (NO₂ - 35%, SO₂ - 9%, CO - 0,7%, AOD - 2%), Bangalori (NO₂ - 41%, SO₂ - 57%, CO - 5%), Chennai (NO₂ - 26%, SO₂ - 81%, AOD - 18%) e Calcutá (NO₂ - 11,62%, SO₂ - 10%, AOD - 3%), mas reportaram também aumento nas emissões de AOD em Bangalori (32%) e CO em Chennai (2%) e Calcutá (2%). Ambika e colaboradores (2021) também reportaram reduções da emissão de material particulado e gases poluentes em Hyderabad (PM_{2,5} - 13,5%, PM₁₀ - 30%, NO_x - 31% e NH₃ - 13%), em Calcutá (PM₁₀ - 15%, NO_x - 62%, SO₂ - 6%, CO - 22% e NH₃ - 38%), em Bangalori (PM_{2,5} - 40%, CO - 40%), e em Delhi (PM_{2,5} - 36%, PM₁₀ - 43%). Jain e Sharma (2020) demonstraram reduções nas emissões de PM_{2,5} (41%), PM₁₀ (52%), NO₂ (50%) e CO (29%) em Delhi, de PM_{2,5} (14%), NO₂ (30%) e CO (25%), em Chennai, de PM_{2,5} (47%), PM₁₀ (40%), NO₂ (56%), CO (15%) e O₃ (21%), em

Bangalore, e de $PM_{2,5}$ (29%), PM_{10} (33%), NO_2 (66%) e CO (16%), em Calcutá. Esses autores apontam que os fatores antrópicos que influenciaram na melhoria da qualidade do ar na Índia além do transporte, foram o desligamento das indústrias, a interrupção de atividades de construção e demolição, a redução da poeira rodoviária, a recusa das queimadas e a redução da demanda de energia elétrica das usinas termelétricas. Kumar e colaboradores (2020) estudaram as variações de $PM_{2,5}$ e as cargas de AOD e demonstraram que Delhi foi a cidade mais beneficiada com as reduções de $PM_{2,5}$ (52%), seguida de Chennai (32%), Hyderabad (26%), Calcutá (24%) e Mumbai (12%).

No Egito, Mostafa e colaboradores (2021) demonstraram uma redução das emissões de NO_2 em 15% no Cairo e 33% em Alexandria, já as emissões de CO reduziram nas duas cidades em torno de 5%. As emissões de GEE sofreram queda de 4%.

Ghosal e Saha (2021) registraram quedas significativas nas emissões de $PM_{2,5}$ nos EUA, principalmente em cidades densamente povoadas como Nova York e Baltimore. A exceção foi Los Angeles que, mesmo sendo altamente poluída, povoada e com medidas restritas, mostrou uma pequena redução de $PM_{2,5}$. Straka III e colaboradores também reportaram reduções nas emissões de NO_2 em Washington DC (30-42%), Los Angeles (17-20%) e Chicago (21-39%). Em todas houve também redução nas emissões de $PM_{2,5}$, principalmente entre março e abril de 2020, com destaque para Washington DC onde houve uma redução de mais de 100%.

Estudos que avaliaram as emissões de poluentes em vários países como os de Behrwani e colaboradores (2020; 2021) demonstraram os mesmos padrões observados nos estudos em escala local e regional: redução nas emissões de $PM_{2,5}$ no Brasil (12%), Índia (16,4%), Irã (14,3%), Quênia (10,3%), Malásia (15,4%), México (27,3%), Paquistão (13,7%), Peru (5%), Sri Lanka (34,2%) e Tailândia (5,3%), bem como redução nas emissões de $PM_{2,5}$ e PM_{10} em cidades como Delhi ($PM_{2,5}$ - 37%; PM_{10} - 58%), Londres ($PM_{2,5}$ - 14%; PM_{10} - 14%), Paris ($PM_{2,5}$ - 26%, PM_{10} - 32%), e Wuhan ($PM_{2,5}$ - 17%, PM_{10} - 33%).

Comparando as emissões de NO_2 em nível continental, Zhang e colaboradores (2021) verificaram que enquanto houve um declínio significativo nas emissões na Europa, América do Norte e Ásia, não foram detectadas mudanças muito claras na África, América do Sul ou Oceania. Segundo esses autores, a nível global a medida que mais causou impacto na

densidade de NO₂ foi o fechamento do transporte aéreo internacional, e não do transporte terrestre. Já Bonardi e colaboradores (2021) demonstraram que regiões com melhorias significativas na poluição do ar incluem a Ásia Oriental e Meridional, América Latina e Caribe, Oriente Médio e Norte da África. Segundo esses autores, mais da metade do planeta (65% dos 162 países estudados) apresentou melhorias na qualidade do ar durante os períodos de *lockdown*, principalmente os que sofreram restrições mais severas.

É importante considerar também o efeito do transbordamento transfronteiriço, como apontam Sannino e colaboradores (2021) em relação à poeira do deserto do Saara influenciando as medições de poluentes na Itália, ou Filonchik e colaboradores (2020) que mencionam as altas concentrações de CO no Sul da China como resultado do transbordamento do Vietnã, que não adotou medidas tão restritivas.

A densidade populacional também foi apontada por vários autores como um fator decisivo para a melhoria da qualidade do ar, quanto mais populosa a região, mais os efeitos das restrições foram sentidos, ou seja, maiores foram as reduções das emissões de gases poluentes. (GHOSAL; SAHA, 2021; LIAN et al., 2021; PRAKASH et al., 2021; WINCHESTER et al., 2021). Outro fator que interfere na dispersão dos poluentes e consequentemente na qualidade do ar são as condições meteorológicas ditadas pela sazonalidade, como demonstrado por alguns estudos (BHERWANI et al.; 2020, 2021; DONZELLI et al., 2020; BONARDI et al. 2021; MOSTAFA et al. 2021; PRAKASH et al. 2021; ZHANG et al., 2021).

A queda da mobilidade, tanto pelas medidas restritivas quanto pela migração para o trabalho remoto, tiveram relação direta com a redução das emissões de gases poluentes, uma vez que a principal fonte desses resíduos são os veículos. Winchester e colaboradores (2021) demonstraram redução de 24% no congestionamento em algumas cidades dos EUA nas medidas mais restritivas e 20% nas restrições menos severas, concluindo que mesmo nesses casos, pode-se alcançar uma melhoria significativa no tráfego e na qualidade do ar. Straka III e colaboradores (2021) demonstraram redução da mobilidade urbana de 90% em Los Angeles, 50% em Chicago e em Washington com a implementação do *lockdown* e do trabalho remoto, como uma relação direta com as reduções das emissões de NO₂.

Além da qualidade do ar, outras melhorias ambientais foram observadas durante o *lockdown*. Coll e colaboradores (2021) demonstram

que a redução das atividades da pesca comercial durante esse período no Mar de Baleares, Espanha, favoreceu a reprodução do camarão rosa e do camarão *mantis*. Porém, este estudo também revela que o impacto ligeiramente positivo não é suficiente para atenuar o crescente declínio da biomassa e do ecossistema local. Soto e colaboradores (2021) demonstraram que a restrição da visitação de algumas praias turísticas da América Latina trouxe impactos positivos como o crescimento da vegetação das dunas, habitat de várias espécies, a redução de resíduos e dos ruídos de embarcações e de veículos. Loizia e colaboradores (2021) relataram também uma melhoria na limpeza da costa no Chipre, com uma diminuição considerável de micro, meso e macroplásticos. No Deserto dos Três Estados, que abrange a Arábia Saudita, Iraque e Kuwait, foi também detectada a recuperação da vegetação nativa após a implementação das medidas restritivas, tendo em vista a redução das atividades de pastoreio e outras atividades ilegais dentro das áreas protegidas (AL-ALI et al., 2021). Ali e colaboradores (2021) detectaram uma redução do efeito de ilha de calor nas megacidades do Paquistão, o que também pode estar relacionado com a indução das pessoas ao teletrabalho, como apontado por Straka III e colaboradores (2021) nos seus estudos em 4 megacidades dos EUA.

O *lockdown* gerou reduções significativas também no consumo de energia, que tem uma relação direta com a poluição atmosférica. Na Suíça a demanda por eletricidade apresentou uma redução entre 14-17%, a depender da região, o que representa uma queda de 21-26% na produção de energia elétrica (JANZEN; RADULESCU, 2020). No Paquistão houve uma redução significativa de emissões atmosféricas no setor de energia (23%), devido à redução na demanda por eletricidade (ALI et al., 2021). Na Itália, Rugani e Caro (2020) demonstraram redução do consumo de petróleo e derivados, gás natural e de querosene em razão da proibição de viagens aéreas. O setor de energia é um dos que mais contribuem com as emissões de GEE no país. O mesmo pode ser observado na China, com a redução do consumo de carvão e petróleo (FILONCHYK et al., 2020), nos EUA (STRAKA III et al.; 2021), na Índia (JAIN; SHARMA, 2020), no Egito (MOSTAFA et al., 2021). Aldaco e colaboradores (2020) relataram uma mudança na matriz energética espanhola durante esse período para fontes de energia de baixo carbono.

3.2. Efeitos do *lockdown* sobre a economia e a saúde

A redução das emissões de gases poluentes não esteve somente relacionada com a melhoria da qualidade do ar e da saúde das pessoas, mas também com a economia dos países. A redução das atividades industriais e das atividades comerciais, da circulação de pessoas e do transporte de cargas, que em última análise levou a um ar mais puro, também resultou em grandes perdas econômicas (MALLIET et al., 2020; BEHRWANI et al., 2021). Na Argentina, a redução do PIB (Produto Interno Bruto) foi proporcional à redução das emissões (BOLAÑO-ORTIZ et al., 2020). O *lockdown* gerou perdas de bilhões de dólares em Londres - U\$ 18,6bi, Wuhan - U\$ 0,56bi, Paris - U\$ 15,81bi e Delhi - U\$ 5,36bi (BEHRWANI et al., 2020). A paralisação da economia nos EUA aumentou a pobreza (STRAKA III et al., 2021), e em Pequim, quanto mais restritas a medidas, maior o impacto negativo na economia (TAO et al., 2021).

Em termos de PIB, os dez países estudados por Behrwani e colaboradores (2021) apresentaram queda de bilhões de dólares com destaque para o Brasil, que perdeu, em 2020, U\$ 140,95bi, seguido pelo México, U\$ 80,23bi, e Índia, U\$ 65,38bi. Para Bonardi e colaboradores (2021), no entanto, Brasil, Índia, Japão e Coreia do Sul estiveram na contramão dos demais países e regiões estudados, pois as reduções do PIB estiveram associadas a aumentos na poluição atmosférica.

As perdas econômicas foram, no entanto, contrabalanceadas por ganhos na saúde, como demonstraram Behrwani e colaboradores (2020; 2021) através da redução de casos de doenças respiratórias ou aquelas relacionadas à poluição do ar em países como a Índia (59%), o México, (33%) e o Brasil (12%). Esses autores apontaram que a melhoria da qualidade do ar com a redução da emissão de poluentes nocivos à saúde, afetou diretamente o VSL - *Value of Statistical Life* (valor estatístico da vida), que é o benefício da prevenção de uma fatalidade, definido pelo valor que um indivíduo está disposto a investir para aumentar sua segurança, e assim, reduzir os riscos. Essa constatação também foi compartilhada por Ye e colaboradores (2020) na China, quando apresentam os benefícios econômicos para os VSLs estimados com as reduções das emissões de PM_{2,5} (U\$ 1,22bi), PM₁₀ (U\$ 2,60bi), CO (U\$ 1,36bi), NO₂ (U\$ 4,05bi), O₃ (U\$ 0,20bi) e SO₂ (U\$ 0,95bi).

Além do VSL, Behrwani e colaboradores (2020) também mostraram que a queda da morbidade e da mortalidade durante esse período também levaram a uma redução do DALY - *Disability-Adjusted Life Year* (anos de vida ajustados por deficiência ou incapacidade), que mede a quantidade de anos

perdidos pelo indivíduo por causa de uma doença, deficiência ou incapacidade. Houve decréscimos nos danos por morbidade e mortalidade de cerca de 38% e 49%, respectivamente, em Delhi, 35% e 39% em Paris, 35% e 26% em Wuhan e 20% e 29% em Londres. O *lockdown* melhorou a qualidade do ar e conseqüentemente a saúde, levando à economia de milhões de dólares. No Reino Unido também foi constatada uma ligeira diminuição no DALY na Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte (ALI; LIU; ZHANG, 2021).

Na Índia foi observada inclusive redução dos índices de risco à saúde (HI) em várias cidades, como Delhi, Bangalore, Calcutá e Hyderabad, tanto em termos de HI crônico, com reduções que variaram de 36% a 49% entre as cidades, quanto em termos de risco de mortalidade por câncer, com quedas de 36% a 53% (AMBIKA et al., 2021). Kumar e colaboradores (2020) também registraram que a Índia teve uma economia de U\$ 0,69bi em carga de saúde, ou seja, gastos com doenças, o que representa 14% do total orçado para o ano fiscal 2020-2021, equivalente a 11% a mais do orçamento para gastos com o meio ambiente e mudanças climáticas (U\$ 622,78 milhões).

O desperdício de alimentos, que tem um impacto direto sobre a economia e sobre o meio ambiente, sofreu um aumento durante o período de *lockdown*, principalmente devido à maior estocagem como resultado do receio de sair de casa, de haver falta de suprimentos nos supermercados ou de um endurecimento das medidas de restrição. Aldaco e colaboradores (2020) constataram que os índices de PDA (perda e desperdício de alimentos) na Espanha sofreram acréscimos que também levaram a um aumento das emissões de CO_{2eq}. O custo de PDA também aumentou e, conseqüentemente, aumentou o valor de PDA por semana. Carne vermelha, frutas e cereais foram os responsáveis pelo maior desperdício em termos econômicos. Segundo os mesmos autores, houve também uma redução do valor nutricional do PDA gerado, devido à redução dos hábitos alimentares mais saudáveis e um aumento no consumo de bebidas alcoólicas, e alimentos industrializados e ultraprocessados.

Além do desperdício de alimentos, a pandemia também levou a um aumento da geração de resíduos derivados dos equipamentos de proteção individual (EPI), principalmente máscaras descartáveis. Mejjad e colaboradores (2021) pesquisaram os impactos da pandemia em relação ao uso e descarte de luvas e máscaras no Marrocos e estimaram um descarte diário de 40 toneladas de máscaras com um impacto anual de 640 kT CO_{2eq}

no país. Soto e colaboradores (2021) também relataram a poluição por máscaras nas praias. O uso de máscaras, apesar de fundamentais para a proteção individual, acarreta em um grave problema de poluição (GUENTHER et al., 2022).

4. Considerações finais

Os impactos das medidas restritivas durante a pandemia de Covid-19, sejam eles positivos ou negativos, variaram muito entre as regiões estudadas, tanto por fatores físicos, como aspectos geográficos e meteorológicos, quanto a fatores políticos e sociais como a severidade das restrições e a adesão da população a essas medidas (BHERWANI et al., 2020; KUMAR et al., 2020; BONARDI et al., 2021; GHOSAL; SAHA, 2021; WINCHESTER et al., 2021). Além disso, alguns dos efeitos do *lockdown* reportados nesses estudos, como a melhoria da qualidade do ar, das águas e a redução do ruído, são transitórios, cessando quando foram retomadas as atividades comerciais e industriais (FILONCHYK et al., 2020; ALI et al., 2021; ALI; LIU; ZHANG, 2021; IKHLASSE et al., 2021; LOIZIA et al., 2021; MOSTAFA et al., 2021; SOTO et al., 2021).

No entanto, os impactos positivos do *lockdown* sobre o meio ambiente, ainda que transitórios, nos mostrou, na prática, como seria o mundo com menos poluição, trazendo um alerta para a sociedade, governos e tomadores de decisão para a elaboração de estratégias voltadas para a Agenda 2030, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, e redução dos impactos das mudanças climáticas. Os estudos analisados na presente pesquisa apontam estratégias e políticas públicas, algumas das quais são sumarizadas no quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Estratégias e políticas públicas sugeridas

Referência	Propostas
Al-Ali et al., 2021	Adoção de estratégias de conscientização sobre os impactos ao meio ambiente através da mídia, bem como a aplicação da lei.
Aydin et al., 2021	Implementação de medidas de controle de emissões.
Bherwani et al., 2020.	Adoção de políticas mais fortes para salvaguardar o equilíbrio do ecossistema.
Bonardi et al.,	Implementação de instrumentos ambientais baseados no mercado, com

2021	impostos ou sistemas de limite de comércio para reduzir a poluição ao menor custo possível.
Donzelli et al., 2020	Adoção de medidas holísticas de controle da fonte para melhorar a qualidade do ar em ambientes urbanos.
Ikhlasse et al., 2021	Adoção de um plano de medidas sustentáveis.
Jain & Sharma, 2020	Investimento em infraestrutura sustentável, políticas para reduzir a vulnerabilidade dos trabalhadores migrantes, apoio financeiro às micro, pequenas e médias empresas.
Malliet et al., 2020	Adoção de um imposto de carbono redistribuído como medida de desestímulo de consumo de combustíveis fósseis.
Mejjad et al., 2021	Desenvolvimento de estratégias para gerenciamento de produção e descarte de máscaras faciais e demais EPIs.
Mostafa et al., 2021.	Ações para controlar a poluição do ar e da água, mantendo um equilíbrio entre o crescimento econômico e protegendo o meio ambiente.
Sannino et al., 2021	Implementação de estratégias de controle ambiental das cidades.
Ye et al., 2021	Estabelecimento de medidas de controle da poluição para melhoria da saúde.

Fonte: Os autores.

Estudos sobre os impactos econômicos de políticas de baixo carbono com projeções de cenários, como o realizado por Malliet e colaboradores (2021) devem ser encorajados, haja vista que não é aceitável admitir que continuem sendo sacrificadas as políticas de mitigação climática, mesmo que a pretexto de uma recuperação econômica pós-pandemia. Esses autores demonstraram que é possível uma política de precificação de carbono e que estratégias de recuperação pós Covid-19 mal planejadas podem ter consequências dramáticas para os esforços de mitigação das emissões de GEE.

Além disso, estudos sobre os benefícios econômicos das reduções de poluição atmosférica também são extremamente necessários, estendendo-se inclusive para a poluição das águas, a fim de estimular a adoção de políticas públicas que incluam estratégias mitigadoras. Os resíduos derivados de EPIs, por exemplo, principalmente as máscaras, são um legado da pandemia que precisa ser enfrentado. A avaliação e quantificação dos

impactos desses resíduos são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias para lidar com esse novo problema.

A agenda 2030, resolução adotada pela Organização das Nações Unidas em setembro de 2015, é um plano de ação para a humanidade, o planeta Terra e a prosperidade, visando a paz universal através da liberdade. A erradicação da pobreza em todas as formas e dimensões, o maior desafio da humanidade na atualidade, é a chave para atingirmos o desenvolvimento sustentável. Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS adotados como parte da Agenda 2030, demonstram a escala e a ambição dessa resolução (UN, 2015).

Os estudos analisados nessa pesquisa apontam caminhos, provas concretas de que é possível mitigar a degradação ambiental visando um futuro sustentável. É necessário para isso ações integradas sustentadas por uma visão holística dos problemas enfrentados. Por fim, sugerimos uma continuação dessa pesquisa incorporando os impactos sociais e econômicos da pandemia em níveis global, regional e local, de forma a complementar essa análise.

Referencias

AL-ALI, Zahraa M. et al. The immediate impact of the associated COVID-19's lockdown campaign on the native vegetation recovery of Wadi Al Batin Tri-state desert. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 23, 100557, p. 1-8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100557>

ALDACO, R. et al. Food waste management during the COVID-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach. **Science of the Total Environment**, v. 742, 140524, p. 1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140524>

ALI, Ghaffar et al. Environmental impacts of shifts in energy, emissions, and urban heat island during the COVID-19 lockdown across Pakistan. **Journal of Cleaner Production**, v. 291, 125806, p. 1-12. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125806>

ALI, Mustafa; LIU, Lingxuan; ZHANG, Jing. Exploring spatio-temporal variations in environmental impacts from eating out in the United Kingdom. **Science of the Total Environment**, v. 801, 149540, p. 1-9. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149540>

AMBIKA, Selvaraj et al. Impact of social lockdown due to COVID-19 on environmental and health risk indices in India. **Environmental Research**, v. 196, 110932, p. 1-17, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110932>

AYDIN, Serdar et al. Environmental impact of coronavirus (COVID-19) from Turkish perspective. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, p. 7573-7580. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00933-5>

BEZERRA, Anselmo C. V.; SILVA, Carlos E. M. da S.; SOARES, Fernando R. G.; SILVA, José A. M. da. Fatores associados ao comportamento da população durante o isolamento social na pandemia de COVID-19. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 2411-2421. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020256.1.10792020>

BHERWANI, Hemant et al. Valuation of air pollution externalities: comparative assessment of economic damage and emission reduction under COVID-19 lockdown. **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 13, p. 683-694. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13813-w>

BHERWANI, Hemant et al. Assessment and valuation of health impacts of fine particulate matter during COVID-19 lockdown: a comprehensive study of tropical and sub-tropical countries. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p.44522-44537. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13813-w>

BOLAÑO-ORTIZ, Tomás R. et al. Atmospheric emission changes and their economic impacts during the COVID-19 pandemic lockdown in Argentina. **Sustainability**, v. 12, n. 20, 8661, p. 1-29. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12208661>

BONARDI, Jean-Philippe et al. Saving the world from your couch: the heterogeneous medium-run benefits of COVID-19 lockdowns on air pollution. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 7, 074010, p. 1-14. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abee4d>

COLL, Marta e al. Ecological and economic effects of COVID-19 in marine fisheries from the Northwestern Mediterranean Sea. **Biological Conservation**, v. 255, 108997, p. 1. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108997>

DONZELLI, Gabriele et al. The effect of the Covid-19 lockdown on air quality in three italian medium-sized cities. **Atmosphere**, v. 11, n. 10, 1118, p. 1-12. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos11101118>

FILONCHYK, Mikalai et al. Impact Assessment of COVID-19 on Variations of SO₂, NO₂, CO and AOD over East China. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 20, n. 7, p. 1530-1540. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.05.0226>

GHOSAL, Rahul; SAHA, Enakshi. Impact of the COVID-19 induced lockdown measures on PM_{2.5} concentration in USA. **Atmospheric Environment**, v. 254, 118388, p. 1-6. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118388>

GUENTHER, Mariana; SALLES, Letícia K. de S.; ACIOLI, Gabriel F. de S. Os efeitos do isolamento social durante a pandemia de Covid-19 sobre o meio ambiente. *Revista Brasileira De Educação Ambiental*, v. 17, n. 3, p. 498–511. 2022. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.13314>

IKHLASSE, Hamzaoui et al. Environmental impacts of pre/during and post-lockdown periods on prominent air pollutants in France. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, p. 14140-14161. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01241-2>

JAIN, Suresh; SHARMA, Tanya. Social and travel lockdown impact considering coronavirus disease (COVID-19) on air quality in megacities of India: present benefits, future challenges and way forward. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 20, n. 6, p. 1222-1236. 2021. DOI: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.04.0171>

JANZEN, Benedikt; RADULESCU, Doina. Electricity use as a real-time indicator of the economic burden of the COVID-19 – related Lockdown: evidence from Switzerland. **CESifo Economic Studies**, v. 66, n. 4, p. 303–321. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/cesifo/ifaa010>

JCR - JOURNAL CITATION REPORTS. **Browse journals**. 2020. Disponível em: <https://jcr.clarivate.com/jcr/browse-journals>. Acesso em: 17 de julho de 2022.

KUMAR, Prashant et al. Temporary reduction in fine particulate matter due to ‘anthropogenic emissions switch-off’ during COVID-19 lockdown in Indian cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 62, 102382, p. 1-21. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102382>

LIAN, Xinbo et al. Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city. **Science of the Total Environment**, v. 742, 140556, p. 1-9. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140556>

LOIZIA, Pantelitsa et al. Measuring the level of environmental performance on coastal environment before and during the COVID-19 pandemic: a case study from Cyprus. **Sustainability**, v. 13, n. 5, 2485, p. 1-24. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13052485>

MALLIET, Paul et al. Assessing short-term and long-term economic and environmental effects of the COVID-19 crisis in France. **Environmental and Resource Economics**, v. 76, p. 867-883. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00488-z>

MEJJAD, Nezha et al. Disposal behavior of used masks during the COVID-19 pandemic in the Moroccan community: potential environmental impact. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 8, 4382, p. 1-9. 2021. DOI: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4382>

METYA, Abirlal et al. COVID-19 lockdowns improve air quality in the South-East Asian regions, as seen by the remote sensing satellites. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 20, n. 8, p. 1772-1782. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.05.0240>

MOSTAFA, Mohamed K; GAMAL, Gamil; WAFIQ, A. The impact of COVID 19 on air pollution levels and other environmental indicators - a case study of Egypt. **Journal of Environmental Management**, v. 277, 111496, p. 1-15. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111496>

OMS. Organização Mundial da Saúde. **WHO timeline – COVID-19**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2020a. Disponível em <https://www.who.int/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline---covid-19> Acesso em 17 de julho de 2022.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2020b. Disponível em <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/> Acesso em 17 de julho de 2022.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2020c. Disponível em: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020> Acesso em 17 de julho de 2022.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Folha informativa Covid-19**: escritório da OPAS e da OMS no Brasil. 2020a. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19> Acesso em 17 de julho de 2022.

OUZZANI, Mourad; HAMMADY, Hossam; FEDOROWICZ, Zbys; ELMAGARMID, Ahmed. Rayyan: a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 5, n. 210, p. 1-10. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>

PAPERPILE. **The top list of academic research databases**. 2019. Disponível em: <https://paperpile.com/g/academic-research-databases/> Acesso em: 17 de julho de 2022.

PRAKASH, Satya; GOSWAMI, Mrinalini; KHAN, Y.D. Imran; NAUTIYAL, Sunil. Environmental impact of COVID-19 led lockdown: A satellite data-based assessment of air quality in Indian megacities. **Urban Climate**, v. 38, 100900, p. 1-18. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100900>

RUGANI, Benedetto; CARO, Dario. Impact of COVID-19 outbreak measures of lockdown on the Italian Carbon Footprint. **Science of the Total Environment**, v. 737, 139806, p. 1-14. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139806>

SANNINO, Alessia et al. Analysis of air quality during the COVID-19 pandemic lockdown in Naples (Italy). **Aerosol and Air Quality Research**, v. 21, n. 2, 200381, p. 1-15. 2021. DOI: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.07.0381>

SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS. **Journal ranking**. Disponível em: <https://www.scimagojr.com/>. Acesso em: 17 de julho de 2022.

SNYDER, Hannah. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104. 2019, p. 333-339. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

SOTO, Eulogio H. et al. How does the beach ecosystem change without tourists during COVID-19 lockdown? **Biological Conservation**, v. 255, 108972, p. 1-12. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108972>.

STRAKA III, William et al. Examining the economic and environmental impacts of COVID-19 using Earth Observation Data. **Remot Sensing**, v. 13, n. 1: 5, p. 1-30. 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/rs13010005>

TAO, Chenlu; DIAO, Gang; CHENG, Baodong. The dynamic impact of the COVID-19 pandemic on air quality: the Beijing lessons. **International Journal Environmental Research Public Health**, v. 18, n. 12, 6478, p. 1-12. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18126478>

UN United Nations. **Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development**. General Assembly report A/RES/70/1. New York: United Nations, 2015. Disponível em: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em 17 de julho de 2022.

WINCHESTER, Alyse K.; PETERSON, Ryan A.; CARTER, Ellison; SAMMEL, Mary D. Impact of COVID-19 social distancing policies on traffic congestion, mobility, and NO₂ pollution. **Sustainability**, v. 13, n. 13, 7275, p. 1-17. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13137275>

VARGAS, Daniel B. et al. **O Combate à Covid-19 no Brasil: Como a União, estados, Distrito Federal e municípios têm atuado para combater os efeitos da pandemia?** Rio de Janeiro: FGV Direito Rio, 2020.

YE, Tingting et al. Health and related economic benefits associated with reduction in air pollution during COVID-19 outbreak in 367 cities in China. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 222, 112481, p. 1-8. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112481>

ZHANG, Hongsheng et al. Global association between satellite-derived nitrogen dioxide (NO₂) and lockdown policies under the COVID-19 pandemic. **Science of the Total Environment**, v. 761, 144148, p. 1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144148>