

Caminhos para uma conscientização ambiental mais efetiva em Itabira-MG: Fortalecendo a resiliência a pandemias

**Paths to more effective environmental awareness in Itabira-MG: Strengthening resilience to
pandemics**

**Caminos hacia una conciencia ambiental más efectiva en Itabira-MG: Fortalecimiento de la
resiliencia ante pandemias**

Recebido: 08/12/2021 | Revisado: 27/12/2021 | Aceito: 14/02/2022 | Publicado: 09/03/2022

Mayara Pereira Cabanhe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2210-4751>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: mayara.cabanhe@gmail.com

Ana Carolina Vasques Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2633-2607>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: ana.freitas@unifei.edu.br

Resumo

Os danos causados pela rápida expansão urbana, muitas vezes mal planejada, podem impactar de forma extremamente desfavorável a qualidade de vida da população e do meio ambiente, com reflexos diretos no meio atmosférico, elemento essencial à vida. A cidade de Itabira em Minas Gerais possui uma economia fortemente atrelada as atividades de mineração e o material particulado é um dos principais poluentes atmosféricos resultantes destas atividades. Estudos recentes têm demonstrado que a pandemia de COVID-19 pode ser potencializada em um ambiente com altos níveis de poluição atmosférica. Assim, o presente estudo visa analisar a relação entre o material particulado e o número de casos confirmados e óbitos devido a pandemia da COVID-19 no município de Itabira-MG. Para isso foram utilizados dados epidemiológicos obtidos por meio da Secretaria do Estado de Saúde de Minas Gerais e do Programa Cidades Saudáveis e dados de qualidade do ar obtidos da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar de Itabira. A análise de regressão simples demonstrou que o material particulado explicou 20% da variabilidade nos casos de contaminação e 21% dos óbitos pelo novo coronavírus. Com base nos princípios do desenvolvimento sustentável, conclui-se, que é necessária uma rediscussão sobre a relação do ser humano e natureza, priorizando ações que integrem o governo local, o setor público e privado, e a população com o objetivo de melhorar a qualidade de vida de todos para que se possa evitar futuras epidemias.

Palavras-chave: COVID-19; Poluição atmosférica; Correlação; Conscientização ambiental; Sustentabilidade.

Abstract

The damage caused by rapid urban expansion, often poorly planned, can have an extremely unfavorable impact on the quality of life of the population and the environment, with direct impacts on the atmospheric environment, an essential element to life. The city of Itabira in Minas Gerais has an economy strongly linked to mining activities and particulate material is one of the main air pollutants resulting from these activities. Recent studies have shown that the COVID-19 pandemic can be potentiated in an environment with high levels of air pollution. Thus, the present study aims to analyze the relationship between particulate matter and the number of confirmed cases and deaths due to the COVID-19 pandemic in the municipality of Itabira-MG. For this purpose, epidemiological data obtained from the Health Department of Minas Gerais and the Healthy Cities Program and air quality data obtained from the Automatic Air Quality Monitoring Network of Itabira were used. Simple regression analysis showed that particulate matter explained 20% of the variability in cases of contamination and 21% of deaths by the new coronavirus. Based on the principles of sustainable development, it is concluded that a re-discussion on the relationship between human beings and nature is necessary, prioritizing actions that integrate local government, the public and private sector, and the population with the objective of improving quality of everyone's life so that future epidemics can be avoided.

Keywords: COVID-19; Atmospheric pollution; Correlation; Environmental awareness; Sustainability.

Resumen

Los daños provocados por la rápida expansión urbana, a menudo mal planificada, pueden tener un impacto extremadamente desfavorable en la calidad de vida de la población y el medio ambiente, con impactos directos sobre el medio ambiente atmosférico, elemento esencial para la vida. La ciudad de Itabira en Minas Gerais tiene una

economía fuertemente ligada a las actividades mineras y el material particulado es uno de los principales contaminantes atmosféricos derivados de estas actividades. Estudios recientes han demostrado que la pandemia de COVID-19 puede potenciarse en un ambiente con altos niveles de contaminación del aire. Así, el presente estudio tiene como objetivo analizar la relación entre el material particulado y el número de casos confirmados y defunciones por la pandemia COVID-19 en el municipio de Itabira-MG. Para ello, se utilizaron datos epidemiológicos obtenidos del Departamento de Salud de Minas Gerais y del Programa de Ciudades Saludables y datos de calidad del aire obtenidos de la Red Automática de Monitoreo de la Calidad del Aire de Itabira. El análisis de regresión simple mostró que el material particulado explicaba el 20% de la variabilidad en los casos de contaminación y el 21% de las muertes por el nuevo coronavirus. Con base en los principios del desarrollo sostenible, se concluye que es necesaria una reelaboración de la relación entre el ser humano y la naturaleza, priorizando acciones que integren al gobierno local, el sector público, privado y la población con el objetivo de mejorar la calidad de la vida. la vida de todos para evitar futuras epidemias.

Palabras clave: COVID-19; Contaminación atmosférica; Correlación; Advertencia ambiental; Sustentabilidad.

1. Introdução

A poluição do ar é um dos principais problemas ambientais em escala mundial, não somente pelo impacto nas mudanças climáticas, mas também na saúde pública, sendo um importante fator de risco para o aumento da morbidade e mortalidade.

A Resolução nº491 de 2018 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) define poluente atmosférico como “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”, sendo que, no Brasil, a gestão da qualidade do ar é feita pelo Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR).

Em 1958 a Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou o primeiro documento que relatava os efeitos da qualidade do ar na saúde, recomendando a redução dos poluentes. Atualmente, por fatores intrínsecos e extrínsecos, os poluentes atmosféricos aumentam a vulnerabilidade e suscetibilidade ao desenvolvimento de doenças respiratórias, cardiovasculares e neurológicas, especialmente em crianças e idosos (Santos, et al., 2021).

O Material Particulado (MP) é um dos principais poluentes atmosféricos que prejudicam a qualidade do ar. Este poluente constitui-se de partículas sólidas ou líquidas suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol ou fuligem. O tamanho e forma das partículas estão intimamente relacionadas com o seu comportamento e permanência no ar, por isso, as partículas são classificadas de acordo com seu diâmetro aerodinâmico (da).

O material particulado fino, por exemplo, possui diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 µm e é considerado um dos principais fatores de risco para a saúde, causando milhões de mortes por ano em todo o mundo (Contini, et al., 2020).

O município de Itabira, também conhecido como Distrito Férrico de Itabira, foi o maior complexo de mineração do país de propriedade da Companhia Vale do Rio Doce até a implantação de Carajás, sendo a atividade da indústria extrativa mineral a base da economia local (CETEM, 2013); e um dos principais poluentes emitidos como resultado desta atividade é o material particulado (Freitas et al., 2021).

A transmissão do vírus SARS-CoV-2, agente patógeno da nova pandemia da COVID-19, ocorre no meio atmosférico, permanecendo viável e infectante em aerossóis por horas e em superfícies por dias (Setti, et al., 2020). Neste sentido, o material particulado, se contaminado, pode permanecer suspenso no ar por breves momentos ou mais, em função das condições do ambiente, se fechado ou aberto, umidade, temperatura e correntes de vento (Ribeiro, et al., 2020).

Alguns estudos têm demonstrado uma associação entre poluição atmosférica e letalidade pela COVID-19 em algumas cidades (Gonzaga & Freitas, 2020). De acordo com o Centro para Pesquisa em Energia e Ar Limpo (Centre for Research on Energy and Clean Air - CREA, Myllyvirta, et al., 2020), a exposição a níveis elevados de poluição atmosférica afeta as defesas naturais do organismo humano contra os vírus transportados pelo ar, aumentando a probabilidade de que as pessoas contraiam

doenças virais, e isso também é possível com o SARS-CoV-2. A exposição à poluição do ar pode piorar os sintomas de indivíduos com infecções respiratórias e aumentar o risco de hospitalização e morte.

O isolamento decorrente da pandemia COVID-19 restringiu, além da mobilidade de pessoas, bens e serviços, a paralisação de muitas atividades de produção, resultando em uma diminuição nas emissões de poluentes, entre eles, o MP_{2,5} e o MP₁₀, que possui diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros. A melhora na qualidade do ar foi notada durante o período de isolamento em várias partes do mundo, e este teria sido um momento propício para a discussão dos impactos da ação antrópica no meio ambiente. Contudo, neste período, as ações de educação ambiental também foram, em sua maior parte, paralisadas, dificultando a abordagem desta pauta.

Assim, a hipótese a ser verificada neste trabalho, com base em outros estudos, é que existe uma relação entre o número de casos e mortes pela pandemia COVID-19 e a poluição atmosférica. Se esta relação for confirmada para a cidade de Itabira-MG, significa que é ainda mais necessário aproveitar a emergência desta pandemia para discutir a relação entre o homem e o meio ambiente. Como mencionado anteriormente, dada a necessidade do isolamento social, as ações de conscientização ambiental, rotineiramente praticadas, foram suprimidas em um momento em que estas precisariam estar presentes na pauta das empresas e comunidade. Por isso, este trabalho também tem por objetivo discutir a necessidade de ações de conscientização ambiental que possam ser aplicadas em parceria com empresas e instituições locais

2. Metodologia

2.1 Dados

Esta pesquisa tem como foco o município de Itabira em Minas Gerais, localizado no sudeste do país, com uma população estimada de 120.904 pessoas de acordo com o IBGE (2010). Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados dados epidemiológicos, de qualidade do ar, e ações de conscientização ambiental descritos a seguir.

2.1.1 Dados epidemiológicos

O levantamento referente ao número de casos por COVID-19 confirmados e o número de óbitos em Itabira foram obtidos por meio das bases de dados da plataforma Corona Vírus da Secretaria do Estado de Saúde de Minas Gerais e do Programa Cidades Saudáveis – rede oficial de monitoramento da COVID-19 no município com atualizações diárias em dois horários. O intervalo de tempo considerado neste estudo estendeu-se do dia 10/04/2020 ao dia 10/10/2020. No dia 10/04/2020 Itabira confirmou seu primeiro caso de óbito por coronavírus, por isso, esta data foi considerada como marco inicial para as análises realizadas. Além disso, o período escolhido engloba a fase de lockdown em Itabira (de 05/06/2020 a 17/06/2020), que é essencial para uma análise comparativa. Finalmente, este período escolhido também engloba desde o início do outono até o início da primavera quando as chuvas são mais escassas e há uma piora na qualidade do ar. Após esse período de maior estiagem, as concentrações de material particulado passam a diminuir, pois o material antes suspenso no ar é depositado pelas gotículas da chuva.

2.1.2 Dados meteorológicos de qualidade do ar

A qualidade do ar pode ser medida através da concentração dos poluentes, entre eles o material particulado grosso - MP₁₀, constituído por partículas no estado sólido ou líquido com diâmetro aerodinâmico menor que 10 micrômetros (µm). Por meio dos dados obtidos pela Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar de Itabira (RAMQAI), implantada em 2001, e mantida pela companhia Vale S.A, foram analisados os dados de concentração do MP₁₀ no período de 10/04/20 ao dia 10/10/20.

A RAMQAI dispõe de 4 (quatro) estações de monitoramento da qualidade do ar e uma estação meteorológica. As

estações de monitoramento da qualidade do ar são denominadas: EAMA11 (Chacrinha), localizada no bairro Vila Paciência; EAMA21 (Areão), localizada na Praça do bairro Major Lage de Cima; EAMA31 (Fênix), localizada, anteriormente, no bairro Fênix e agora no bairro João XXIII e EAMA41 (PREMEN), localizada dentro da escola PREMEN no bairro São Marcos. Além destas, o município possui uma estação meteorológica denominada EM11 (Pousada), localizada no bairro Campestre. O monitoramento é contínuo com a geração de médias horárias do MP₁₀ durante 24 horas por dia.

2.2 Metodologia

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica exploratória, realizada por meio estudos de caso e levantamentos de fontes secundárias (documentais, bibliográficas e estatísticas), e quantitativa, pois envolve a análise de dados numéricos por meio de métodos estatísticos (Koche, 2011; Pereira, et al., 2018). Possui como foco a influência da qualidade do ar no contágio do COVID-19 e a discussão da necessidade de ações de conscientização ambiental propostas para situações de pandemia e isolamento social.

A relação das condições qualitativas do ar com o número de casos confirmados e números de óbitos pelo vírus, dada por meio de uma análise de correlação dos dados, considerou lapsos de tempo de 5, 10, 15 e 20 dias. O valor de correlação crítico ao nível de 95% de significância foi obtido por meio da calculadora online MathCracker. Uma análise de Regressão Linear Simples foi realizada considerando os totais de casos e óbitos por coronavírus como variáveis dependentes e os níveis médios de MP₁₀ como variável independente.

3. Resultados e Discussão

3.1 Poluição atmosférica

O conceito de poluição atmosférica inclui uma gama de atividades, fenômenos e substâncias que contribuem para a deterioração da qualidade natural da atmosfera. Os poluentes atmosféricos são substâncias que geram esse efeito negativo ao meio ambiente (Almeida, 1999). Decorrente principalmente das atividades humanas, a poluição atmosférica é um fenômeno que consiste em gases, líquidos ou sólidos que estão presentes na atmosfera em níveis elevados o suficiente para causar danos aos seres vivos e a matéria. A poluição atmosférica é originada majoritariamente devido ao insustentável e rápido crescimento populacional, industrial e econômico, aliado à falta da adoção de medidas para o controle da poluição.

Atmosfera é a denominação dada à camada invisível de gases que envolve a Terra, sendo constituída principalmente de nitrogênio e oxigênio. Ela é composta por uma série de cinco camadas concêntricas, sendo elas: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera. A troposfera e a estratosfera, como camadas atmosféricas mais próximas da superfície terrestre, são as mais afetadas pelos poluentes.

Segundo o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA, 2014), a degradação da qualidade do ar decorre de um conjunto de fatores, tais como as taxas de emissões de poluentes; a localização e a concentração das fontes (fixas ou estacionárias, móveis e agrossilvopastoris); as características físico-químicas dos poluentes emitidos, bem como a dispersão destes na atmosfera; e as reações químicas que acontecem entre eles, as quais são fortemente influenciadas pelas condições climato-meteorológicas. Em termos dos tipos de fontes de poluição, segundo o mesmo Instituto, tem-se:

- a. *Fontes fixas ou estacionárias:* Trata-se, particularmente, das fontes industriais e de geração de energia. Em geral, as emissões de poluentes provenientes dessas fontes decorrem dos processos de fabricação e transformação dos produtos, da queima de combustíveis para a produção de energia necessária ao seu funcionamento, ou mesmo da movimentação de materiais (provocando poeira).
- b. *Fontes móveis:* São os veículos automotores, como caminhões, ônibus, carros e motos, bem como aeronaves, embarcações e locomotivas, que, para gerar energia, queimam combustíveis, emitindo uma série de poluentes.
- c. *Fontes agrossilvopastoris:* Trata-se de incêndios florestais e de atividades poluentes vinculadas à produção

agrícola e à pecuária, como a queimada de terrenos/plantações, a pulverização de agrotóxicos em plantações e a criação de animais.

A gestão da qualidade do ar no Brasil se dá pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e da Resolução nº 5/1989 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que constituem o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), e da Resolução nº 491/2018, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Para o melhor controle e monitoramento, os parâmetros regulamentados pela legislação ambiental são divididos em níveis diferentes de concentração, possibilitando o acompanhamento do estado da qualidade do ar.

O tamanho e forma das partículas estão intimamente relacionados com o seu comportamento e permanência no ar, desse modo, as partículas são classificadas de acordo com seu diâmetro aerodinâmico (da). Ainda de acordo com a Resolução nº 491 de 2018 do CONAMA, o material particulado (MP) é constituído pelas partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros (MP10) e 2,5 micrômetros (MP_{2,5}).

Para todos os poluentes listados na Resolução nº 491 de 2018 do CONAMA, existem os padrões de qualidade do ar intermediários (PI), que são padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas, sendo cada um mais restritivo que o anterior, até alcançar o padrão de qualidade do ar final (PF), o qual corresponde aos valores-guia definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2005 (CONAMA, 2018). Porém, embora o PI-1 tenha se iniciado em 2018, as outras fases ainda não têm data definida para o cumprimento até a publicação deste estudo. Isso cria uma insegurança em relação ao alcance desses padrões da OMS e não sinaliza para os atores-chave, em especial os poluidores, que há uma necessidade real e previsível de adequação aos mesmos (De Simoni, 2021).

3.1.1 Poluição atmosférica e o impacto à saúde

O processo de urbanização está cada vez mais rápido, e representa um desafio em esfera global, com destaque para países em processo de desenvolvimento socioeconômico. É, contudo, nos países menos desenvolvidos que se observa uma maior expansão da pobreza urbana com consequente exclusão social e vulnerabilidade, especialmente nos aspectos relacionados à saúde humana (Tovar, 2016). Cerca de 3,7 milhões de mortes prematuras no planeta podem ser atribuídas à má qualidade do ar, sendo que 88% destas ocorrem em países de baixa/média renda; isto porque residentes de favelas urbanas estão mais propensos a viverem próximos a vias de intenso tráfego e de indústrias, sendo, portanto, mais expostos aos danos causados por poluentes o que, aliado a um menor acesso aos serviços básicos de atenção à saúde, os tornam mais susceptíveis a desfechos desfavoráveis (WHO, 2012 apud Tovar, 2016).

Segundo a OMS e a OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde, a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana se traduz em doenças pulmonares (mais de 50% dos casos de pneumonia em crianças); doenças cardiovasculares e acidentes vasculares cerebrais; disposição ao câncer e ao diabetes; prejuízo do desenvolvimento cognitivo em crianças e demência em idosos. Em 2013, a Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC) já havia classificado a poluição do ar em geral, e o material particulado, como sendo carcinogênicos para os seres humanos (Classe IARC 1), apontando que as poeiras finas são conhecidas por produzir impactos graves à saúde, mesmo em concentrações muito baixas (De Simoni, 2021; Iriti, 2020).

O material particulado fino (MP_{2,5}) é considerado um dos principais fatores de risco para a saúde, causando milhões de mortes por ano em todo o mundo (Contini, et al., 2020). Verifica-se que a exposição ao material particulado pode mudar a flora bacteriana normal do trato respiratório, sendo essa uma importante defesa imunológica natural no combate à invasão de patógenos ou substâncias estranhas (Pereira, et al., 2021).

Os impactos da poluição atmosférica na saúde podem variar dependendo do sexo, educação, status socioeconômico, localização no momento da morte e outros fatores. Portanto, “não só a exposição de uma dada população aos poluentes

atmosféricos, mas também a percepção da qualidade do ar pelos residentes, pode variar significativamente de acordo com as condições sociodemográficas desta população” (Tovar, 2016).

3.1.2 Relação do vírus COVID-19 e a poluição do ar

Muitos estudos epidemiológicos confiáveis têm associado a poluição do ar com o aumento da mortalidade por todas as causas na população em geral, especialmente acidentes vasculares, cardiovasculares e doenças respiratórias ou cânceres de pulmão (Iriti, 2020).

A síndrome respiratória aguda grave corona vírus 2 (SARS-CoV-2) é o patógeno da doença COVID-19. O COVID-19 foi inicialmente descoberto em dezembro de 2019 em Wuhan (província de Hubei, China), e então se espalhou sucessivamente por todo o mundo. A OMS declarou o COVID-19 uma emergência de saúde pública de interesse internacional. No início de abril de 2020 ocorreram diferenças notáveis em termos de taxa de propagação e mortalidade nos surtos de COVID-19 em diferentes países do mundo. Essas diferenças têm levantado questões importantes relacionadas à influência de fatores atmosféricos, como a poluição atmosférica, na disseminação do COVID-19 e em sua taxa de mortalidade (Contini et al., 2020).

Estudos chineses identificaram nas fases iniciais da pandemia uma nítida correlação entre a infecção pelo SARS-CoV-2 e os níveis de poluição e condições climáticas locais (Schraufnagel, et al., 2019; Zakaria, 2020). Estudos posteriores confirmaram a associação entre poluição atmosférica e letalidade pela COVID-19, bem como a diminuição dos níveis de poluentes como resultado da instalação de medidas de distanciamento social e bloqueio nacional pela redução da circulação de veículos motores e de atividades industriais (Pereira et al., 2021). Como para a maioria dos vírus respiratórios, a transmissão do SARS-CoV-2 ocorre por aerossol e por fômites, permanecendo viável e infectante em aerossóis por horas e em superfícies por dias (Setti, et al., 2020). Assim, o material particulado (MP) poderia atuar como transportador de núcleos de gotículas, desencadeando um efeito de impulso na disseminação do vírus, fato corroborado pela demonstração que a dinâmica de transmissão acelerada do COVID-19 decorreria principalmente da transmissão pela poluição do ar para o homem, além da transmissão de homem a homem (Pereira, et al., 2021).

Na Europa, as capitais estaduais que implantaram medidas de afastamento mais rigorosas e por maior tempo, documentam redução significativa dos níveis de poluentes atmosféricos, sejam materiais particulados ou gasosos (Setti, et al., 2020). Segundo o Centro para Pesquisa em Energia e Ar Limpo (CREA, 2020), as medidas adotadas para o combate ao novo coronavírus determinaram uma redução de aproximadamente 40% nos níveis médios de dióxido de nitrogênio (NO₂) e de 10% nos níveis médios de MP, o que evitou 11.000 mortes devido a poluição do ar (Myllyvirta, et al., 2020).

De acordo com o CREA (2020), a exposição a níveis elevados de poluição atmosférica afeta as defesas naturais do organismo humano contra os vírus transportados pelo ar, aumentando a probabilidade das pessoas contraírem doenças virais, e isso também é possível com o SARS-CoV-2. A exposição à poluição do ar pode piorar os sintomas de indivíduos com infecções respiratórias e aumentar o risco de hospitalização e morte. Apesar das reduções causadas pelas medidas de controle tomadas contra a propagação do vírus, os níveis atuais de poluição do ar, que permanecem perigosos em grande parte do mundo, estão provavelmente contribuindo para potencializar o número de casos graves e mortes por COVID-19 (Myllyvirta, et al., 2020).

Em um estudo realizado por Silva (2020) no norte da Itália, as regiões com intensa atividade industrial e queima de combustíveis fósseis pelos veículos apresentaram maiores índices de contágio e letalidade do vírus, sendo fatores agravantes que proporcionaram o aumento do número de casos para os quais foram necessários a hospitalização. Os níveis de poluentes atmosféricos podem causar inflamações pulmonares e condições respiratórias crônicas, dessa forma, os pesquisadores concluíram que a poluição atmosférica pode ter sido um cofator na alta letalidade do vírus na região.

A poluição atmosférica também é um fator de risco essencial para muitas das doenças crônicas que tornam as pessoas

mais propensas a adoecer gravemente. Assim, fica clara a necessidade de uma perspectiva que abranja os domínios tradicionais dos setores de conhecimento, governança e economia para enfrentar de modo adequado o desafio apresentado pelo novo vírus, para identificar e prevenir eventos futuros no contexto mais amplo dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Pereira, et al., 2021).

A emergência do vírus SARS-CoV-2 ou novo coronavírus, agente patógeno da COVID-19 trouxe à tona a necessidade de se preocupar com as alterações de ordem biológica presentes no ar, visto que as gotículas expiradas nos processos de respiração de pessoas contaminadas podem permanecer suspensas por diferentes períodos, dependendo das condições do ambiente, se aberto ou fechado, umidade, temperatura e correntes de vento (Ribeiro, et al., 2020).

A seguir, a relação entre o material particulado (MP₁₀) e o número de casos confirmados da doença e os óbitos em Itabira são investigados.

Como mencionado anteriormente, para identificar a correlação do parâmetro (MP₁₀) com os casos acumulados e de óbitos confirmados pelo novo coronavírus foi considerado o período de 10 de abril a 10 de outubro de 2020. O período de incubação do vírus é em média 5 dias, com tempo máximo de 14 dias para infecção e 19 dias em média para óbitos, dessa forma, as correlações realizadas neste estudo consideraram lapsos de tempo de 5, 10, 15 e 20 dias, como feito em Gonzaga e Freitas (2020). Os resultados dessas correlações podem ser observados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Correlações do parâmetro MP₁₀ com os casos acumulados sem lapso de tempo (0) e com lapsos de 5, 10, 15 e 20 dias avançados (+) ou retardados (-). Todos os valores são significativos a 95%.

<i>Poluente/Dias</i>	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
MP₁₀	0,34	0,30	0,35	0,42	0,45	0,42	0,40	0,40	0,41

Fonte: Autores (2021).

Tabela 2 – Correlações do parâmetro MP₁₀ com os casos de óbitos confirmados sem lapso de tempo (0) e com lapsos de 5, 10, 15 e 20 dias avançados (+) ou retardados (-). Todos os valores são significativos a 95%.

<i>Poluentes/Dias</i>	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
MP₁₀	0,33	0,30	0,35	0,42	0,46	0,48	0,48	0,45	0,45

Fonte: Autores (2021).

Pode-se observar, a partir das Tabelas 1 e 2, que o material particulado grosso (MP₁₀) possui correlações positivas com os casos acumulados e números de óbitos em todos os lapsos de tempo. Dessa forma, a medida em que aumenta o material particulado suspenso no ar, aumentam-se os casos de contágio e óbito pelo vírus.

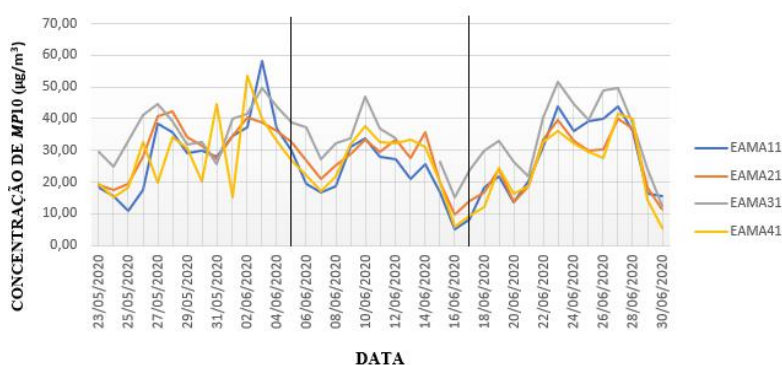
Pode-se também verificar na Tabela 1 que os valores de correlação são um pouco maiores sem lapso de tempo e com lapso avançado e retardado de 5 dias para os casos acumulados. Já no caso do número de óbitos os valores são um pouco maiores com lapso de tempo avançado de 5 e 10 dias da COVID-19 em relação ao MP₁₀, e sem lapso de tempo (Tabela 2).

A escolha do período em análise neste estudo engloba também o período de lockdown de uma das maiores mineradoras da região. Entre os dias 5 e 17 de junho, como uma medida de segurança e isolamento social, a empresa Vale S.A. cessou suas atividades no município. A Figura 1, a seguir, apresenta um recorte do período de análise que abrange treze dias antes, durante e depois desse período de paralisação das atividades (lockdown). Pode-se notar que nesse período lockdown houve uma diminuição nos níveis de MP₁₀ nas 4 estações de monitoramento, sendo que do dia 23/05 ao dia 05/06 as concentrações apresentavam tendência de elevação e, logo após o dia 16/06 as concentrações foram aumentando gradativamente. Durante o período de paralisação houve também uma diminuição na circulação de pessoas, o que também

contribuiu para a redução do MP10 devido a outras fontes além da mineração, como, por exemplo, poluição veicular; muito embora, esse poluente também seja emitido por fontes naturais.

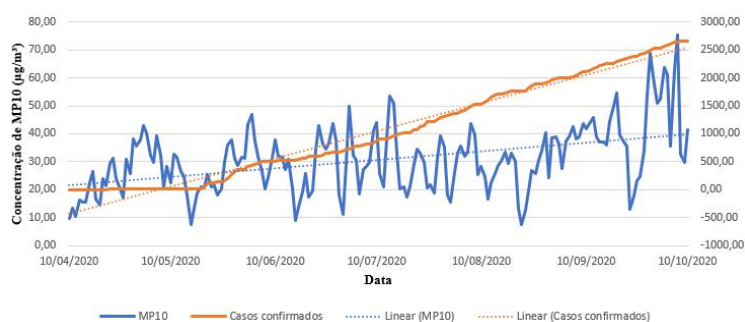
Quando se considera todo o período selecionado, incluindo o lockdown, pode-se ainda verificar uma tendência linear positiva do MP10. Esta tendência é estatisticamente significativa a 95% e representa um aumento de 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP10 por dia (Figura 2). A OMS determina o valor de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP10 como limite seguro para a saúde, e no intervalo considerado neste estudo este limite foi ultrapassado em 16 dias. Portanto a tendência de crescimento no número de casos confirmados durante o período de análise acompanha a tendência de crescimento nas concentrações de MP10 (Figura 2).

Figura 1 – Concentração do material particulado grosso nas 4 estações de monitoramento de qualidade do ar com destaque para o período de lockdown em Itabira.



Fonte: Autores (2021).

Figura 2 – Concentração do material particulado grosso, número de casos confirmados de COVID-19 e linhas de tendências durante o período analisado.



Fonte: Autores (2021).

As Tabelas 4 e 5 mostram os resultados da análise de regressão. Pode-se verificar que o MP10 explica isoladamente 21% da variabilidade dos números de óbitos por COVID-19 (Tabela 4) e 20% da variabilidade nos casos confirmados (Tabela 5). Gonzaga e Freitas (2020) aplicaram uma regressão múltipla e encontraram que os parâmetros de qualidade do ar ozônio e monóxido de carbono e os parâmetros meteorológicos umidade relativa do ar, pressão atmosférica, radiação ultravioleta e temperatura do ar explicam, conjuntamente, 75% da variabilidade nos casos e 76% da variabilidade dos óbitos por COVID-19 na cidade de São Paulo.

Tabela 4 – Resultado da regressão simples para o número de óbitos confirmados por COVID-19.

	<i>Coefficientes</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	-0,907	0,328
MP10	0,196	5E-11

Fonte: Autores (2021).

Pode-se notar na Tabela 4 que o MP10 apresenta uma relação diretamente proporcional com o número de óbitos por COVID-19, exatamente como foi observado por meio da análise de correlação.

Tabela 5 – Resultado da regressão simples para o número de casos confirmados por COVID-19.

	<i>Coefficientes</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	31,279	0,846
MP ₁₀	33,356	1,156E-10

Fonte: Autores (2021).

Da mesma forma que para os óbitos por COVID-19, o número de casos apresenta uma relação diretamente proporcional com o MP10. Os coeficientes da equação de regressão representam a mudança média nos casos e óbitos por COVID-19 para uma unidade de mudança no MP10. Assim, de acordo com o modelo de regressão simples (Tabelas 4 e 5), pode-se esperar que o aumento de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração média de MP10 no período analisado (6 meses) resulte em um aumento de 33,3 no número de casos e de 0,2 no número de óbitos por COVID-19 na cidade de Itabira.

Cole et al. (2020) analisaram a relação entre poluição do ar e COVID-19 utilizando dados de 355 pequenos municípios da Holanda e encontraram que o aumento de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração média anual das partículas inaláveis com diâmetro de até 2,5 micrômetros (MP_{2,5}) estava associado com um aumento entre 9,4 e 15,1 no número de casos e entre 2,2 e 3,6 no número de mortes, dependendo do modelo de regressão utilizado. Prinz e Richter (2021) encontraram que o aumento de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na média anual de MP10 e MP_{2,5} na Alemanha estava associado com o aumento, respectivamente, de 52,38 e 199,46 casos confirmados de COVID-19 por 100.000 habitantes.

Deve-se ressaltar, como mencionado anteriormente, que, neste estudo, o material particulado só explica em torno de 20% da variabilidade associada a COVID-19 (R^2 ajustado). Isto significa que o MP10 não provê uma explicação completa para a transmissão do vírus, envolvendo também fatores meteorológicos e comportamentais de alta complexidade e difícil previsão (Gonzaga & Freitas, 2020). Contudo, Cole et al. (2020) verificaram que a relação entre o material particulado e a COVID-19 persistiu mesmo depois de serem verificadas uma ampla gama de variáveis explicativas.

3.3 A poluição do ar e conscientização sobre a COVID-19 em Itabira

No município de Itabira episódios de má qualidade do ar tendem a ser frequentes devido as características geográficas; a cidade é formada por uma sucessão de colinas e vales, que resultam na má circulação do ar e acúmulo de material particulado (Braga, et al., 2007). Existe, portanto, uma associação da qualidade do ar com o aumento no número de atendimentos no pronto-socorro por doenças respiratórias no município. De acordo com Braga e colaboradores (2007):

É importante deixar claro que a maioria dos estudos epidemiológicos que avaliam efeitos agudos e crônicos do PM10 sobre as doenças respiratórias e cardiovasculares mostram uma relação linear entre a exposição e os desfechos. Isso

significa que não existe nível seguro de concentração desse poluente e que os efeitos são observados mesmo em níveis de concentração muito abaixo dos padrões de qualidade do ar adotados.

As atuais jazidas de minério de ferro a céu aberto no município promovem grande emissão de material particulado, e devido à proximidade aos perímetros urbanos, expõe a população itabirana a uma mistura de poluentes advindos da mineração, queima de combustíveis fósseis e queimadas, com grande recorrência no município, sendo que apenas no período de análise deste estudo foram identificados 91 focos de queimadas, de acordo com dados obtidos por meio do Programa Queimadas do INPE para o satélite NPP-375.

Em março de 2020, o comércio de Itabira fechou as portas para o atendimento à população por apoio ao decreto de calamidade pública em função do novo coronavírus, adotando o isolamento social e passando a exigir o uso de máscaras. Foram realizadas pelas Secretárias Municipais de Saúde e Desenvolvimento Urbano barreiras sanitárias nos distritos e regiões rurais de Itabira, para controle de acessos e para evitar aglomerações. As ações foram promovidas com foco no controle da propagação do vírus e conscientização do agravamento da situação.

A prefeitura de Itabira aderiu as informações integradas disponíveis no portal do Programa Cidades Sustentáveis como contribuição ao acesso dos dados atuais do cenário pandêmico, categorizando as regiões mais afetadas, proporcionando transparência para tomadas de decisões, comunicações assertivas e uma gestão consciente, dada a importância do tema e o agravamento da COVID-19 que ultrapassou 23 mil casos confirmados no município.

Através do plano Minas Consciente e avaliações realizadas pelo Comitê Estadual de Combate ao Coronavírus, a prefeitura de Itabira realiza mensalmente publicações no site sobre o status da pandemia para que a população obtenha entendimento sobre a situação e a importância de contribuir com os protocolos de prevenção.

O município implementou o Plano Municipal de Imunização Contra a COVID-19 no dia 26 de fevereiro de 2021, priorizando os profissionais da saúde e idosos para receber a primeira dose da vacina. Em um quadro nomeado Vacinômetro, com dados fornecidos pela Secretária de Saúde de Itabira, em 28 de outubro de 2021, cerca de 74% da população vacinada, sendo 89.206 com a primeira dose, 61.732 segunda dose e 2.733 com dose única.

3.4 Necessidade de ações para a conscientização ambiental e resiliência social

A crise provocada pela COVID-19 mostrou que a maior parte dos países não estava preparada para lidar com a disseminação do vírus; nem mesmo os países mais desenvolvidos conseguiram apresentar uma estratégia de gerenciamento rápida e eficiente para conter a disseminação e o colapso dos sistemas de saúde. Em um mundo globalizado e altamente conectado, os países não conseguiram unir esforços para controlar a COVID-19 e, alguns deles, nem conseguiram seguir estratégias coerentes e unificadas dentro do seu próprio território (Silva, et al., 2020). O desenvolvimento da pandemia evidenciou que as consequências vão além da mortalidade e efeitos posteriores da doença, trazendo à tona gargalos do sistema de saúde, educação, relações sociais e meio ambiente, que possuem agravantes ainda maiores quando em condições de pobreza.

Para atingir uma conscientização ambiental efetiva e de amplo alcance, muitos estudos apontam que somente quando o ser humano repensar o seu relacionamento com a natureza será possível manter viva a biodiversidade que sustenta a existência humana. A pandemia, portanto, faz-se um ótimo momento para a reflexão desse relacionamento. Acosta et al. (2020, p.202) afirma:

A aplicação do conceito de saúde planetária viabiliza meios para um novo modelo de desenvolvimento, um em que as tendências mais marcantes sejam impulsionadas por forças da equidade, do equilíbrio e da eficiência, construídas com respeito pela integridade dos sistemas naturais, pela ética no convívio entre pessoas e, sobretudo, com a percepção de que o planeta e todos seus componentes – seres e sistemas – são inexoravelmente interconectados e compartilham destino comum.

Mudanças de padrões éticos e sociais são fundamentais para enfrentar situações graves recorrentes como essa no futuro, fortalecidas pela participação ativa dos governos e dos cidadãos, identificando e mitigando fraquezas socioambientais que potencializam a maior transmissão de patógenos com antecedência. Certamente as políticas e recomendações da OMS, adotada pela maioria dos governos, trouxe melhorias quanto a propagação do vírus, mas a proposta de um futuro sustentável se mostra mais pertinente ainda quando atrelada as principais convenções sobre meio ambiente e sustentabilidade, tais como a Conferência das Partes.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecem metas universais, propondo meios para auxiliar diversos temas, entre eles o alcance da seguridade social, proteção ao meio ambiente e da biodiversidade. Considerando os impactos duradouros da pandemia COVID-19, o cumprimento dos ODS para a agenda de 2030 das Nações Unidas necessita de comprometimento e fiscalização das ações socioeconômicas e ambientais (Rocha, et al., 2020). Por se tratar de um indicador de desenvolvimento, é de extrema importância que os governos locais invistam em políticas atreladas aos ODS, envolvendo o setor público e privado, e as instituições de ensino; 3 grandes grupos, que podem ser considerados como principais contribuintes no avanço da agenda.

Para colaborar com a educação sobre o momento atual, o cenário pandêmico, e fortalecer ações de diálogo e recuperação dos impactos do novo coronavírus, as redes PNUD, UNICEF, UNESC e OPAS, elaboraram o relatório intitulado *COVID-19 e Desenvolvimento Sustentável – Avaliando a crise de olho na recuperação* (2021), com dados multidimensionais do desenvolvimento e da desigualdade brasileira. O estudo enfatiza a necessidade de um novo olhar para o mundo e seus problemas, possibilitando “a construção de uma sociedade mais igualitária e inclusiva, que torne a humanidade mais resiliente às grandes crises sanitárias e climática” a partir de uma relação mutuamente benéfica entre seres humanos, animais e meio ambiente.

Os resultados são apresentados como ações para inserir na educação as questões dos ODS e a relação com o meio ambiente, desenvolvendo algumas competências-chave para a mudança, visando a sustentabilidade de forma transversal para a recuperação social e ambiental.

A educação ambiental tem o poder de estimular ações e práticas de influência local e regional, dado o papel de mediar a construção cidadã e o comprometimento social de uma coletividade preocupada com o meio ambiente. Para tanto, faz-se necessária a definição de parcerias entre o meio acadêmico e escolar, junto à comunidade e instituições públicas e privadas, para trabalhar na superação dos desafios socioambientais local, resultando em futuros educadores ambientais que irão impulsionar o tema.

De fato, a sustentabilidade pode ser utilizada como estratégia de capital, para o crescimento da economia verde e preservação dos recursos naturais, sendo possível a partir de mecanismos de controle e fiscalização construídos por entes públicos, privados (empresas e bancos de investimento), ou em parceria.

Aumentar a eficiência e reduzir a desigualdade no uso dos recursos: esses são os objetivos estratégicos de uma nova economia que tenha a ética no centro da tomada de decisões e que se apoie em um metabolismo social capaz de garantir a reprodução saudável das sociedades humanas” (Abramovay, 2012)

Além de evidenciar o atual estado de degradação ambiental, as desigualdades sociais também se mostraram mais visíveis durante a pandemia da COVID-19, ressaltando também a necessidade de acesso a um sistema de saúde de qualidade e outros serviços básicos. A proteção social passa a ser uma ferramenta crucial para ajudar as famílias a se manterem em situações de vulnerabilidade, como projetos de habitação de qualidade; proteção social e higiene básica.

4. Conclusão

A poluição atmosférica é uma das principais causas de morte e doenças, e quando os índices de poluição se elevam, o risco de doenças respiratórias agudas, doenças cardíacas e câncer de pulmão tornam mais suscetíveis os habitantes de locais com maiores concentrações de poluentes.

Os resultados deste estudo confirmaram a hipótese de que existe uma relação entre o número de casos e mortes pela pandemia COVID-19 e a poluição atmosférica por material particulado em Itabira. Verificou-se uma relação estatisticamente significativa entre as concentrações de material particulado e o número de casos e óbitos por COVID-19, sendo que 20% da variabilidade nestes números foi explicada por este poluente no período analisado apesar da influência de outros fatores que colaboram para disseminação do vírus, como fatores meteorológicos e sociocomportamentais.

Na expectativa de recuperar a economia declinada pela COVID-19, a emissão de poluentes será ainda maior, principalmente por parte das indústrias. Dessa forma, a conscientização dos efeitos da poluição atmosférica na saúde humana faz-se extremamente necessária, bem como a avaliação do impacto das atividades antrópicas ao meio ambiente. Por isso ações para a conscientização ambiental são urgentes de modo a fortalecer a resiliência a futuras pandemias.

Por fim, sugere-se o desenvolvimento de estudos como este em outras regiões, para que seja possível a comparação destes resultados com outras cidades do mesmo porte que tenham dados de qualidade do ar disponíveis, mas que não possuam atividades de mineração em seus territórios; visto que, neste caso, a população não teria um histórico de exposição prolongada ao material particulado, que poderia tornar esta, ainda mais vulnerável a COVID-19. Além disso, dados demográficos e socioeconômicos (renda per/capita, IDH, índice de Gini, entre outros), além das políticas públicas adotadas no município para enfrentamento da pandemia, bem como a estrutura hospitalar podem ser levados em consideração na análise em futuros estudos. Ressalta-se a importância de todos os municípios possuírem redes de monitoramento da qualidade do ar, onde órgãos externos aos agentes poluidores assegurem a integralidade dos dados de poluição, bem como a sua disponibilidade.

Referências

- Abbad, G., & Torres, C. V. (2002). Regressão múltipla stepwise e hierárquica em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 7, 19-29. <https://www.scielo.br/j/epsic/a/KFxQw4JLVkTbYtLqs7PxbnQ/?lang=pt>.
- Abramovay, R. (2012). *Muito além da economia verde*. Editora Abril.
- Acosta, A. L., Xavier, F., Chaves, L. S. M., Sabino, E. C., Saraiva, A., & Sallum, M. A. M. (2020). Interfaces à transmissão e spillover do coronavírus entre florestas e cidades. *Estudos Avançados*, 34, 191-208.
- Almeida, I. T. D. (1999). A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto (Dissertação de mestrado). Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Braga, A. L. F., Pereira, L. A. A., Procópio, M., André, P. A. D., & Saldiva, P. H. D. N. (2007). Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 23, S570-S578. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102311X2007001600017&lng=en&nrm=iso.
- CETEM. (2013). Mineração de ferro em Itabira (MG) deixa passivo socioambiental e econômico. *Verbete, Revista Brasil Mineral*. <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=60#:~:text=A1%C3%A9m%20disso%2C%20a%20pr%C3%A1tica%20gerou,e%20doen%C3%A7as%20al%C3%A9rgicas%20e%20respirat%C3%B3rias>.
- Cole M. A., Ozgen C., & Strobl E. (2020). *Air pollution Exposure and COVID-19*. IZA Institute of Labor Economics, 13367. <https://docs.iza.org/dp13367.pdf>
- Contini, D., & Costabile, F. (2020). A poluição do ar influencia os surtos de COVID-19? <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/4/377/htm>.
- COVID-19 e desenvolvimento sustentável [livro eletrônico]: avaliando a crise de olho na recuperação. (2021). -- 1. ed. -- Brasília, DF: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF); Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO); Organização Pan-americana da Saúde (OPAS).
- De Simoni, W., et al. (2021). O Estado da Qualidade do Ar no Brasil. Working Paper. São Paulo, Brasil: *WRI Brasil*. <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes>.
- Freitas, A. C. V., Belardi, R. M., & Barbosa, H. de M. J. (2021). Characterization of particulate matter in iron ore mining region of Itabira, Minas Gerais, Brazil. *Atmosfera*. <https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/52987>

- Gonzaga, A. C. & Freitas, A. C. V. (2020). Análise da relação entre condições meteorológicas, atmosférica e respiratórias virais: o caso COVID-19. *Research, Society and Development*, 9 (8), e591985942-e591985942.
- Harzheim, E., Martins, C., Wollmann, L., Pedebos, L. A., Faller, L. D. A., Marques, M. D. C., & D'Avila, O. P. (2020). Ações federais para apoio e fortalecimento local no combate ao COVID-19: a Atenção Primária à Saúde (APS) no assento do condutor. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25, 2493-2497.
- IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. (2014). *1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil*. <https://energiaambiente.org.br/produto/1o-diagnostico-da-rede-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar-no-brasil>.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2021). *Programa Queimadas*. <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>.
- Iriti, M., Piscitelli, P., Missoni, E., & Miani, A. (2020). Air Pollution and Health: The Need for a Medical Reading of Environmental Monitoring Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2174. doi:10.3390/ijerph17072174
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., & Steinmann, E. (2020). Persistência de coronavírus em superfícies inanimadas e sua inativação com agentes biocidas. *Journal of Hospital Infection*, 104 (3), 246-251. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195670120300463>.
- Koche, J. C. (2011). Fundamentos de metodologia científica. Petrópolis: Vozes. <http://www.brunovivas.com/wp-content/uploads/sites/10/2018/07/K%C3%B6che-Jos%C3%A9-Carlos0D0AFundamentos-de-metodologia-cient%C3%ADfica--teoria-da0D0Aci%C3%Aancia-e-inicia%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-pesquisa.pdf>.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2018). *Padrões de qualidade do ar*. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>.
- Myllyvirta, L., & Thieriot, H. (2020). 11.000 mortes relacionadas com a poluição do ar evitadas na Europa como carvão, consumo de petróleo despencar. <https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2020/04/CREA-Europe-COVID-impact.pdf>.
- Painel de dados COVID-19. (2021). *Boletim Epidemiológico*. <https://www.itabira.mg.gov.br/coronavírus>.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM. https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf.
- Prinz, A. L., Richter, D. J. (2021). Long-term exposure to fine particulate matter air pollution: An ecological study of its effect on COVID-19 cases and fatality in Germany. *Environ Res*. 204(Pt A):111948. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111948>
- Ribeiro, J. C. J., Custódio, M. M., & Praça, D. H. P. (2020). Covid-19: reflexões sobre seus impactos na qualidade do ar e nas modificações climáticas. *Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 17(39).
- Rocha, C. H. B., Gorne, Í. B., & dos Santos Romualdo, S. Como a pandemia de Covid-19 está afetando os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável. <https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/8872/form3935251902.pdf>
- Santos, U. P., & Arbex, M. A. (2021). Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 47(1), e20200267-e20200267. <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/Y8XSDqxnfc3jphjFV6FmLD/?lang=pt>.
- SES. Secretaria Estadual de Saúde. (2021). *Vacinômetro*. <https://coronavirus.saude.mg.gov.br/vacinometro>.
- Setti, L., Passarini, F., De Gennaro, G., Barbieri, P., Perrone, MG, Piazzalunga, A., & Miani, A. (2020). O papel potencial do material particulado na disseminação de COVID-19 no norte da Itália: primeiras hipóteses de pesquisa baseadas em evidências. *MedRxiv*. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.11.20061713v1>.
- Silva, C. M., Soares, R., Machado, W., & Arbillá, G. (2020). A pandemia de COVID-19: vivendo no antropoceno. *Revista Virtual de Química*, 12(4), 1001-1016.
- Silva, J. H. C. S., & da Silva Barbosa, A. (2020). A inserção da agroecologia em um novo sistema alimentar pós COVID-19. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 15(4), 148-159. <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10618>.
- Schraufnagel D. E., Balmes Jr, Cowl C. T., De Matteis S, Jung S, Mortimer K, et al. (2019). Air Pollution and Noncommunicable Diseases. A Review by the *Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee*, Part 1: The Damaging Effects of Air Pollution. *Chest*. 155(2):409-16.
- Tovar, C. S. (2016). A percepção da qualidade do ar, da poluição dos córregos e rios, e da influência destas sobre a saúde, pelos residentes da Comunidade Carlos Chagas, no bairro de Manguinhos, RJ (Doctoral dissertation).
- Pereira, M., Rizzo, L. V., & Solé, D. (2021). A poluição (intradomiciliar e extradomiciliar) é fator facilitador para o adoecimento pela COVID-19? *Arq Asma Alerg Imunol.*, 5(1), 7-14. http://aaai-asbai.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1155.
- Zakaria Abouleish, M. Y. (2020). Indoor Air Quality and Coronavirus Disease (COVID-19). *Pub Health*. doi:10.1016/j.puhe.2020.04.047.