



PANORAMA EPIDEMIOLÓGICO DA COVID-19 EM CORUMBÁ-MS: EXPLORANDO UMA POSSÍVEL ASSOCIAÇÃO COM A EXPOSIÇÃO AO MATERIAL PARTICULADO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

Bryan Leal¹, Diego Augusto Domingues²

¹ Acadêmico do curso de medicina, Campus Corumbá-MS, Faculdade de Medicina - UNICESUMAR. PIVIC/ICETI - UniCesumar. bryan94leal@gmail.com

² Orientador, Mestre, Faculdade de Medicina, UNICESUMAR. diego.domingues@docentes.unicesumar.edu.br

RESUMO

A queima da biomassa, advinda dos incêndios florestais, libera material particulado fino (MP_{2,5}) e gases tóxicos, capazes de favorecer o desenvolvimento, bem como possivelmente o agravamento de doenças respiratórias, como a Covid-19. Este estudo, por meio de dados públicos da Secretaria de Saúde do município e bases de dados nacionais sobre Covid-19 e poluição atmosférica, analisou dados epidemiológicos da Covid-19 em Corumbá-MS no período de 2020 a 2023 e sua associação com a exposição ao MP_{2,5} provenientes dos incêndios no Pantanal. Os casos se concentraram em adultos, com maior incidência no sexo feminino, e uma mortalidade relativamente maior em idosos, associada a presença de comorbidades, sobretudo diabetes e hipertensão. O município registrou picos de MP_{2,5} em 2020, atribuindo cerca de 110 óbitos/100 mil habitantes ao ano. Identificou-se uma correlação positiva entre níveis elevados de MP_{2,5} e casos e óbitos por Covid-19. Portanto, conclui-se que a poluição decorrente das queimadas impacta diretamente a saúde local, reforçando a necessidade de políticas de preservação ambiental e sanitária.

PALAVRAS-CHAVE: Comorbidade; Covid-19; Material Particulado; Saúde na Fronteira

1- INTRODUÇÃO

A Covid-19 é uma doença respiratória de caráter inflamatório sistêmico, causada pelo SARS-CoV-2, um vírus de RNA fita simples positivo da família Coronaviridae, que se espalhou mundialmente, tendo início na província de Wuhan, na China, em dezembro de 2019, ocasionando milhões de casos e óbitos (VERONESI; FOCACCIA, 2021), incluindo mais de 700 mil mortes no Brasil (BRASIL, 2024). Fatores de risco incluem a presença de comorbidades como diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e idade avançada, os quais comprometem a resposta imunológica, aumentando a gravidade da doença (ALMEIDA et al, 2020).

O município de Corumbá no Mato Grosso do Sul, localizado no bioma Pantanal, apresenta elevados índices de incêndios florestais, que liberam material particulado fino (MP_{2,5}) e gases tóxicos, capazes de adentrar o trato respiratório inferior, representando um risco à saúde (SILVA; HETZEL; FELICETTI, 2012). Estudos sugerem que o MP_{2,5} pode favorecer a infecção pelo SARS-CoV-2, seja aumentando a expressão de receptores celulares, como a enzima conversora de angiotensina 2 (YILIN; YANDONG; FAGUANG 2015), ou atuando como vetor de transporte para o vírus, facilitando sua inalação e a chegada às regiões mais profundas do sistema respiratório (SEDLMAIER et al, 2019; SETTI et al, 2020; FARHANGRAZI et al, 2020)

Diante do exposto, este estudo buscou analisar os dados epidemiológicos da Covid-19 em Corumbá-MS, com foco na possível associação entre a exposição ao material particulado fino (MP_{2,5}), advinda dos incêndios comuns na região do Pantanal e a incidência de casos e óbitos pela doença.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido por uma abordagem quantitativa e descritiva. A pesquisa fundamentou-se na coleta de dados estatísticos, por meio do Boletim Epidemiológico Municipal de Corumbá, Coronavírus Brasil e Covid-19 no Brasil, com foco nos anos de 2020-2023, organizadas em:

1. Incidência da Covid-19, por:
 - . Faixa etária, em anos (conforme disponível no boletim epidemiológico): 0-10; 11-20; 21-30; 31-40; 41-50; 51-60; 61-70; 71 ou +.
 - a. Sexo: Masculino e Feminino.
2. Óbitos por Covid-19:
 - . Faixa etária, em anos (conforme disponível no boletim epidemiológico): 0-10; 11-20; 21-30; 31-40; 41-50; 51-60; 61-70; 71-80; 81-90; 91-100.
 - a. Presença de comorbidades, e;
 - b. Tipo de Comorbidade: Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS); Diabetes Mellitus (DM); Doenças Cardiovasculares (DCV), Doenças Respiratórias; Doenças Neurológicas e Psiquiátricas; Doença Renal Crônica (DRC); Acidente Vascular Cerebral (AVC) e sequelas; Obesidade; Tabagismo; Etilismo; Outros.

Também foram analisados dados do Banco de Dados de Queimadas (BD Queimadas) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), referente aos focos de incêndio em Corumbá dos anos de 2020-2023. Assim como dados do Painel da Poluição Atmosférica e Saúde Humana (Copernicus e Centro Europeu de Previsões Meteorológicas em Médio Prazo), sobre a concentração média mensal de MP 2,5µm, também considerando as estimativas de população exposta no mesmo período. Além do número de óbitos atribuíveis ao MP 2,5µm por triênio: 2019-2021; 2022-2024.

A população utilizada tem como base o Censo Demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EPIDEMIOLOGIA DOS CASOS E ÓBITOS DE COVID-19 EM CORUMBÁ-MS

Os casos de Covid-19 em Corumbá-MS, segundo o Boletim epidemiológico da Secretaria de Saúde do município, totalizavam 22.896 confirmados, e se encontravam, em sua maioria, na faixa etária adulta (21-60 anos), mais precisamente, por faixa etária: 1.275 (5,57%) de 0-10 anos, 2.200 (9,61%) de 11-20 anos, 4.211 (18,39%) de 21-30 anos, 5.131 (22,41%) de 31-40 anos, 4.142 (18,09%) de 41-50 anos, 2.986 (13,04%) de 51-60 anos, 1.691 (7,39%) de 61-70 anos e 1.260 (5,5%) em 71+ anos, assim como apresentado na Figura 1. Além de ser demonstrado que a incidência permaneceu maior no sexo feminino (53,76%) que no sexo masculino (46,24%), independente da faixa etária.



Casos positivos para Covid-19 por Faixa etária em Corumbá-MS

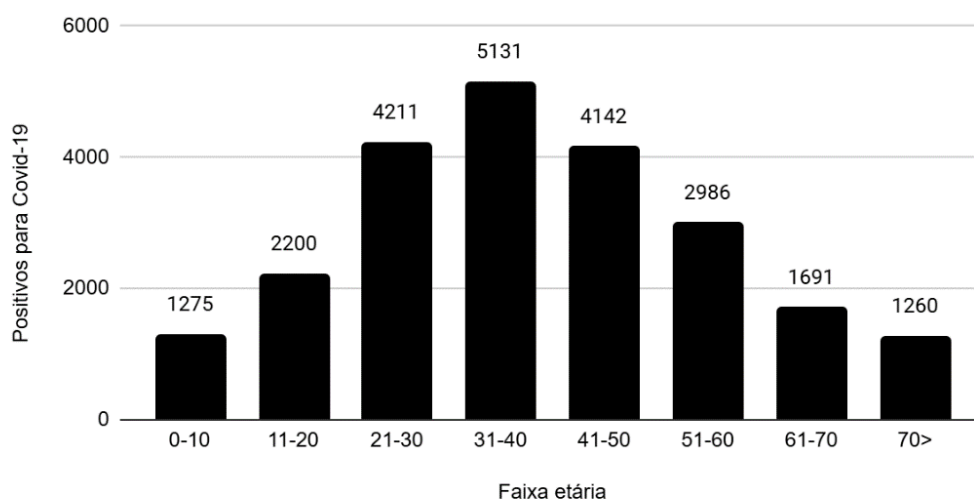


Figura 1: Casos positivos de Covid-19 em Corumbá-MS.

Fonte: Boletim Epidemiológico da Secretaria Municipal de Saúde de Corumbá

A respeito dos óbitos causados pela Covid-19, o município registrou, desde o início da pandemia até a última atualização do Boletim Epidemiológico (12/2023), um total de 528. Deste total, apenas 231 (41,8%) não apresentaram relatos de comorbidades pré-existentes, enquanto os 297 restantes (58,2%) foram associados a uma ou mais comorbidades, assim como na Tabela 1.

Tabela 1: Total de óbitos por Covid-19 em Corumbá, em relação à presença de comorbidades pré-existentes

Com relato de comorbidade	297
Sem relato de comorbidade	231
Total	528

Fonte: Boletim Epidemiológico da Secretaria Municipal de Saúde de Corumbá

Dos 297 óbitos que registraram comorbidades pré-existentes, destaca-se que 181 (60,9%) apresentavam Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), 105 (35,3%) tinham Diabetes Mellitus, 43 (14,5%) possuíam Doenças Cardiovasculares, 25 (8,4%) estavam obesas, 15 (5%) sofriam de Doenças do Trato Respiratório, 14 (4,7%) apresentavam-se Doenças Neurológicas e Psiquiátricas, 10 (3,4%) eram tabagistas ou ex-tabagistas, 7 (2,4%) tiveram episódios de AVC ou sequelas do mesmo, 4 (1,3%) relataram etilismo, 3 (1%) eram portadores de Doença Renal Crônica e 35 (11,8%) manifestavam outras comorbidades, tais como distúrbios hemodinâmicos, imunodeficiências, neoplasias malignas e doenças reumatológicas, como demonstrado na Figura 2.

Comorbidades Relacionadas

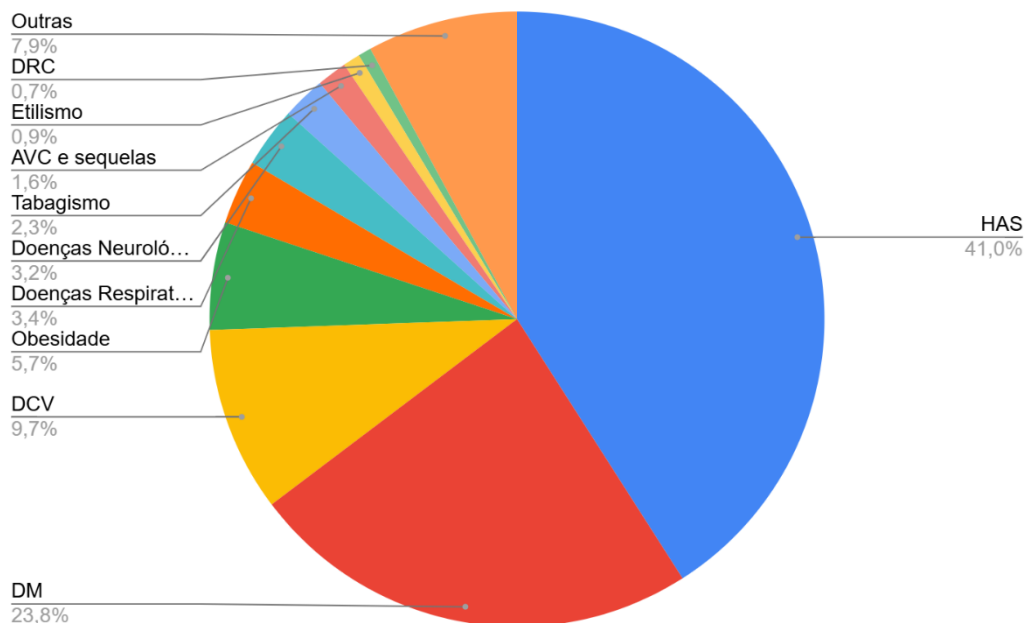


Figura 2: Quantitativo de comorbidades pré-existentes, relacionado aos óbitos por Covid-19 em Corumbá-MS, referente a 297 óbitos
Fonte: Boletim Epidemiológico da Secretaria Municipal de Saúde de Corumbá

Os óbitos, em relação à faixa etária, apresentados na figura 3, ficaram concentrados de forma semelhante entre as faixas etárias 51-60 anos com 112 óbitos (21,21%), 61-70 anos com 119 óbitos (22,54%) e 71-80 anos com 120 óbitos (22,73%), em um número menor de 81-90 anos e 91-100 anos juntas equivalente a 21,72% (83 óbitos), compreendendo 88,20% dos óbitos, mesmo que represente apenas cerca de 26% do total de casos confirmados, evidenciando o avanço da idade como um importante fator de risco. As demais faixas etárias registraram menos óbitos, de 0-10 anos com 3 óbitos (0,57%), 11-20 anos com 1 óbito (0,19%), 21-30 com 8 óbitos (1,52%) e 31-40 com 23 óbitos (4,36%) e 41-50 anos com 59 óbitos (11,17%). Assim, foi possível calcular uma taxa de letalidade geral de 2,2%, alcançando um valor de 10,9% em idosos.

Óbitos por Faixa Etária

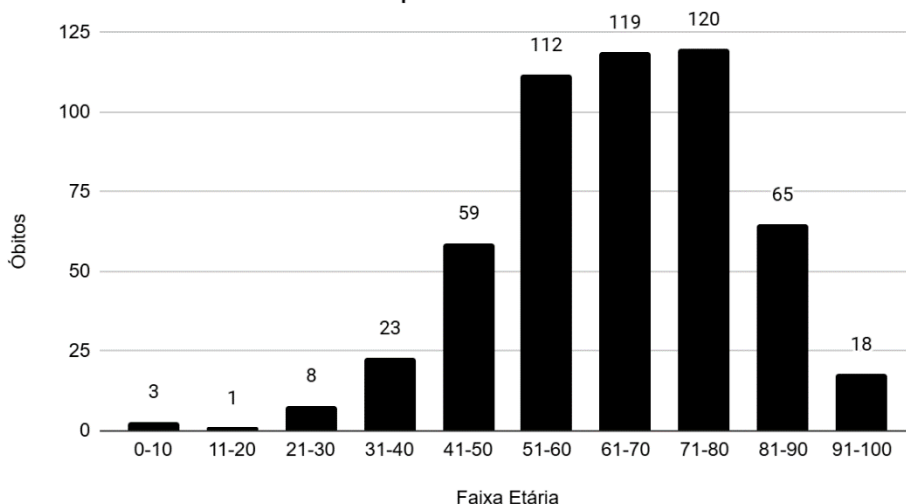




Figura 3: Óbitos de Covid-19, por faixa etária
Fonte: Boletim Epidemiológico da Secretaria Municipal de Saúde de Corumbá

3.2 PANORAMA DOS INCÊNDIOS E MATERIAL PARTICULADO FINO EM CORUMBÁ-MS

A partir de dados retirados da base BD Queimadas, presentes na plataforma do INPE, é possível identificar o histórico de incêndios no município de Corumbá-MS (Figura 4), alcançando seu ápice em 2020, ano em que se iniciaram os casos de Covid-19 na região.

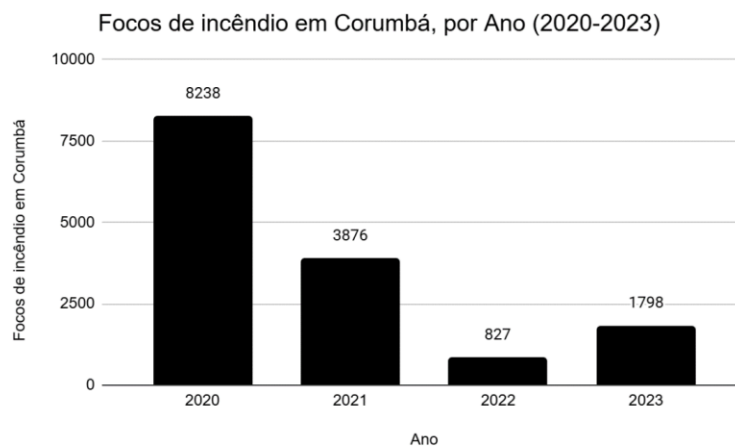


Figura 4: Focos de incêndio em Corumbá-MS, por ano, de 2020 a 2023
Fonte: Boletim Epidemiológico da Secretaria Municipal de Saúde de Corumbá

Entre 2020 e 2023, Corumbá registrou uma média anual de $25 \mu/m^3$ de MP_{2,5}, com pico em setembro de 2021 ($170,42 \mu/m^3$), assim como apresentado na Figura 5 e 6. No entanto, a maior média anual ocorreu em 2020, quando, com um recorde de focos de incêndio, a cidade teve sua maior concentração anual de PM 2.5 ($42,41 \mu/m^3$). Estimativas do Ministério da Saúde indicam que nesse período mais de metade da população corumbaense foi exposta a níveis elevados de MP 2,5 ($>20 \mu/m^3$), tendo pico em 2022, com 82% da população exposta. Utilizando o software *AirQ+*, o Ministério da Saúde estimou que a exposição ao MP_{2,5} foi responsável por 635 óbitos no triênio 2019-2021 e 270 no triênio 2022-2024, em Corumbá-MS, e considerando o período e população analisados poderia se estimar 110 óbitos/100.000 habitantes anualmente em decorrência do MP 2,5.



Concentração média mensal de MP 2.5 ug/m3 em Corumbá (2020-2021)

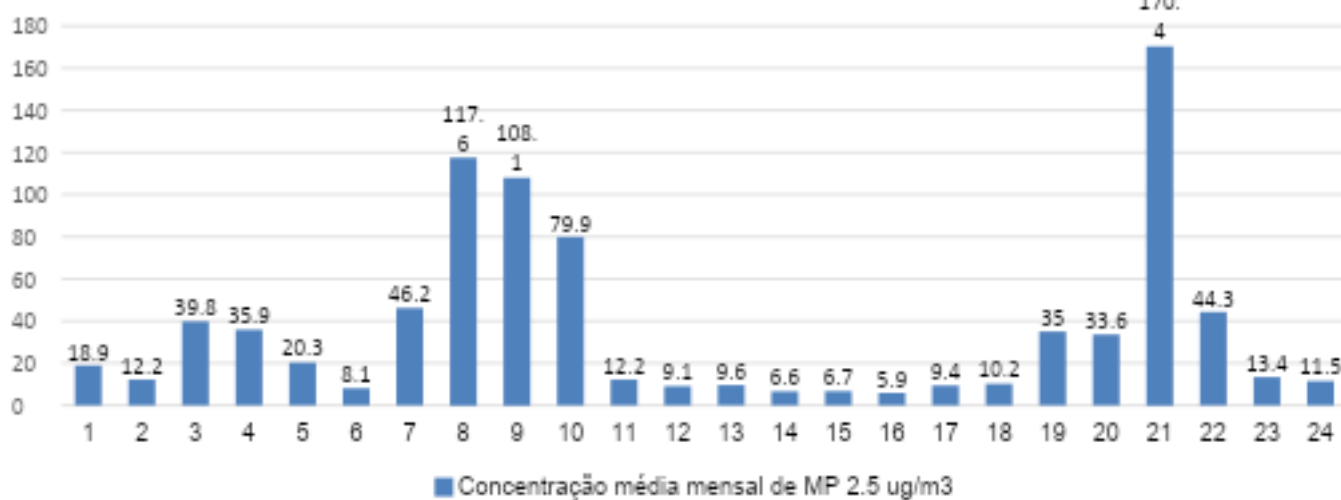


Figura 5: Concentração média mensal de MP 2,5 μm^3 em Corumbá (2020-2021)

Fonte: Painel da Poluição Atmosférica e Saúde Humana

Concentração média mensal de MP 2.5 ug/m3

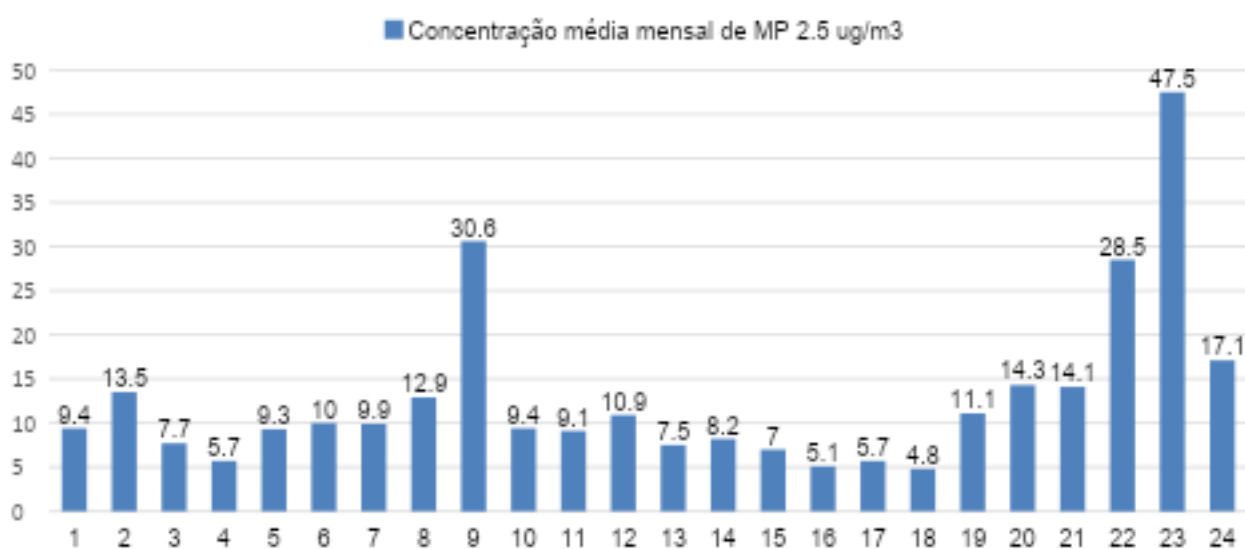


Figura 6: Concentração média mensal de MP 2,5 μm^3 em Corumbá (2022-2023)

Fonte: Painel da Poluição Atmosférica e Saúde Humana

3.3 ASSOCIAÇÃO DA COVID-19 COM O MATERIAL PARTICULADO

A Covid-19 é causada pelo vírus denominado SARS-CoV-2, chamado assim por sua semelhança com o vírus causador da SARS, é um vírus envelopado de RNA fita simples positiva (SALOMÃO, 2024.). O SARS-CoV-2, assim como o SARS-CoV-1, adentra a célula através do receptor ECA-2 (Enzima Conversora de Angiotensina 2) e sua ligação com S1, subunidade da proteína *Spike*, após sua clivagem (VERONESI e FOCACCIA, 2021).



A combustão ocorrida nos incêndios libera material particulado fino (MP-2,5), ultrafino (menor que $0,1\mu\text{m}$) e gases asfixiantes, como o CO (monóxido de carbono), CO_2 (gás carbônico) e NO_2 (dióxido de nitrogênio). Constituinte um fator de risco para a saúde respiratória (SILVA, HETZEL e FELICETTI, 2012). De Oliveira et al. (2015) demonstraram, por análise computacional que o CO tem uma afinidade com a hemoglobina humana maior que o O_2 , o que pode levar a quadros de asfixia.

A partir da análise de estudos sobre o tema é possível notar duas vertentes que relacionam o material particulado à infecções por Covid-19, a primeira seria que a inalação de MP aumentasse a expressão de ECA-2, descrito por Yilin, Yandong e Faguang (2015) onde 30 ratos Sprague-Dawley adultos foram divididos em cinco grupos, um controle e quatro grupos expostos à fumaça, separados em 1, 4, 10 e 24 horas de exposição, e através da Análise de Western-Blotting a expressão de ECA e ECA2- dos grupos foi quantificada, após 4 horas houve um aumento dos níveis das duas enzimas, e um aumento ainda maior nos pulmões após 24 horas de exposição.

A outra teoria seria que o SARS-CoV-2 utilizasse do MP como transportador, assim como o Influenza, descrito por Sedlmaier et al., (2009), da maneira que sugere Setti et al., (2020) analisando que os casos de Covid-19 na Itália ocorria mais ao Norte do país, sobretudo na região da Lombardia, região em que geograficamente conta com maiores concentrações de MP10, para mais Farhangrazi et al., (2020) sugerem que, com o favorecimento do ambiente, o SARS-CoV-2 possa ser transportado através de poluentes atmosféricos para adentrar o trato respiratório inferior.

As duas hipóteses têm uma semelhança: o MP favorece o aumento da carga viral no hospedeiro. Logo com o aumento da carga viral a doença se torna potencialmente mais agressiva e difícil de tratar, levando assim a um maior número de sequelas e óbitos.

Segundo a base de dados “COVID-19 no Brasil”, disponibilizada pelo site do Ministério da Saúde, Corumbá-MS, até a atualização mais recente (13/01/2024), possui 20.475,61 casos de Covid-19 a cada 100 mil habitantes (incidência/100.000hab), maior que a média nacional de 18.208, 61/100.000hab, o mesmo se repete acerca da taxa de mortalidade (óbitos/100.000hab) da Covid-19, que em Corumbá-MS apresenta 474, 72/100.000hab e a média nacional se encontra em 337, 38/100.000hab.

Vários fatores poderiam estar relacionados a esses números, como a faixa etária da população, entretanto dados do Censo Demográfico 2022 (IBGE) tenha revelado que Corumbá-MS tem uma população jovem maior, e menor em idade avançada, quanto em relação à média nacional, comorbidades como demonstrado anteriormente (Figura 2) e a exposição (e inalação) crônica de material particulado advindo da fumaça das queimadas, possível identificar a partir da interpretação da Figura 4. Corroborando com a hipótese do artigo utilizando do Coeficiente de Correlação de Pearson, que varia de -1 a +1, é possível identificar uma correlação de aproximadamente +0,54 entre os casos de Covid-19 e a quantidade de MP $2,5\ \mu\text{m}^3$ em 2020 (o ano com a maior concentração de MP2,5 em Corumbá), ou seja, uma correlação positiva (ou direta) entre MP 2,5 e incidência de Covid-19.

4 CONCLUSÃO

A partir dos dados reunidos é possível traçar um panorama da Covid-19 em Corumbá-MS, onde a maioria dos casos ocorreram em adultos, com maior incidência no sexo feminino, independentemente da faixa etária. E que em relação aos óbitos observa-se um aumento em comparação à média nacional em relação com a idade avançada, sobretudo em letalidade, e comorbidades, destacando-se a hipertensão, o diabetes, doenças cardiovasculares e a obesidade.



Considerando que o município de Corumbá-MS é fortemente afetado pelos incêndios do bioma pantanal, o que prejudica a saúde respiratória da população devido à inalação crônica da fumaça, juntamente com a presença de gases asfixiantes e material particulado, torna-se evidente que a exposição a esses elementos pode ter contribuído para um aumento dos índices de morbimortalidade da Covid-19, como demonstrado pela aplicação do Coeficiente de Correlação de Pearson anteriormente, assim como para demais doenças de caráter respiratório.

Por fim, é importante ressaltar que, o incentivo à preservação do bioma, juntamente com medidas para evitar incêndios criminosos podem contribuir significativamente para melhorar a qualidade de vida da população corumbaense, evitando novos casos, agravamento e mortalidade de doenças infecciosas do aparelho respiratório, ao mesmo passo que pode diminuir os gastos com a saúde.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. O. et al. COVID-19: fisiopatologia e alvos para intervenção terapêutica. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, v. 12, n. 6, p. 1464-1497, 2020. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/83083271/v12n6a10.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Coronavírus Brasil. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Covid-19 no Brasil. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Painel de Monitoramento da COVID-19. [S. l.: Power BI], [s. d.]. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmRhODQwNzltNThtIOS00ZmQ4LWJjZmItZDYxOTNhOTRmYmFhliwidCI6IjhtNTU0YWQzLWl1MmItNDg2Mi1hMzZmLTg0ZDg5MWU1YzcuNSJ9>. Acesso em: 20 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Painel da Poluição Atmosférica e Saúde Humana. [S. l.: Power BI], [s. d.]. Atualizado em: 16 jun. 2025. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmRhODQwNzltNThtIOS00ZmQ4LWJjZmItZDYxOTNhOTRmYmFhliwidCI6IjhtNTU0YWQzLWl1MmItNDg2Mi1hMzZmLTg0ZDg5MWU1YzcuNSJ9>. Acesso em: 22 jun. 2025.

FARHANGRAZI, Z. S. et al. Airborne particulate matter and SARS-CoV-2 partnership: virus hitchhiking, stabilization and immune cell targeting—a hypothesis. *Frontiers in Immunology*, v. 11, p. 579352, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fimmu.2020.579352/full>. Acesso em: 21 fev. 2024.

IMAI, Y. et al. Angiotensin-converting enzyme 2 protects from severe acute lung failure. *Nature*, v. 436, n. 7047, p. 112-116, 2005. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature03712>. Acesso em: 19 fev. 2024.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico de 2022: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, [s. d.]. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 23 mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Banco de dados de queimadas (BD Queimadas). São José dos Campos: INPE, [s. d.]. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em: 20 jul. 2025.

NAVARRO, K. M. et al. Wildland firefighter exposure to smoke and COVID-19: a new risk on the fire line. *Science of The Total Environment*, v. 760, p. 144296, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972037827X>. Acesso em: 7 abr. 2024.

OLIVEIRA, P. V. de; SILVA, I. Z. da; FAGAN, S. B. Interação da hemoglobina com dióxido de enxofre e monóxido de carbono via simulação computacional. *Disciplinarum Scientia: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 45-53, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1360>. Acesso em: 29 mar. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORUMBÁ. Secretaria Municipal de Saúde. Boletim epidemiológico Covid-19 e Influenza. Corumbá: Prefeitura Municipal, [s. d.]. Atualizado em: 20 dez. 2023. Disponível em: <https://sisms.corumba.ms.gov.br/boletimOld/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SALOMÃO, R. *Infectologia: bases clínicas e tratamento*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023. E-book. p. 470-516. ISBN 9788527739849. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527739849/>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SEDLMAIER, N. et al. Generation of avian influenza virus (AIV) contaminated fecal fine particulate matter (PM2.5): genome and infectivity detection and calculation of immission. *Veterinary Microbiology*, v. 139, n. 1-2, p. 156-164, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113509002569>. Acesso em: 27 jan. 2024.

SETTI, L. et al. The potential role of particulate matter in the spreading of COVID-19 in Northern Italy: first evidence-based research hypotheses. *MedRxiv*, 2020. Disponível em: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.11.20061713.abstract>. Acesso em: 5 fev. 2024.

SILVA, L. C. C.; HETZEL, J. L.; FELICETTI, J. C. et al. *Pneumologia*. Porto Alegre: ArtMed, 2012. E-book. p. 882-887. ISBN 9788536326757. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536326757/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

SOUZA, M. A. Proteção respiratória do combatente de incêndio florestal. *Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco*, Recife, v. 6, n. 17, 2020. Disponível em: https://www.academia.edu/download/64907428/Art1_N17.pdf. Acesso em: 17 jan. 2024.

VERONESI, R.; FOCACCIA, R. *Tratado de infectologia: volume 1*. 6. ed. São Paulo: Atheneu, 2021. p. 844-860. ISBN 9786555860320.



YILIN, Z.; YANDONG, N.; FAGUANG, J. Role of angiotensin-converting enzyme (ACE) and ACE2 in a rat model of smoke inhalation induced acute respiratory distress syndrome. *Burns*, v. 41, n. 7, p. 1468-1477, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417915001205>. Acesso em: 23 jan. 2024.