



MATERIAL PARTICULADO, QUALIDADE DO AR E SAÚDE HUMANA NO BRASIL

AUTORES: BIANCA CAROLINI NOGUEIRA ROCHA; LÍDIA PITALUGA PEREIRA; WALKIRIA SHIMOYA BITTENCOURT

RESUMO

A poluição causada pelo material particulado é considerada um dos principais problemas ambientais nas últimas décadas. Devido à importância desse poluente, suas concentrações podem alterar a qualidade do ar de uma determinada região, trazendo inúmeros prejuízos à saúde. Os impactos decorrentes dos gases emitidos ainda não foram bem elucidados, mas afetam um número significativo de pessoas em todo mundo incluindo o Brasil. Portanto, o objetivo deste estudo é investigar na literatura os efeitos do material particulado na qualidade do ar e na saúde humana na população brasileira. Trata-se de uma revisão bibliográfica com busca de artigos em bases de dados, priorizando as publicações dos últimos 10 anos, nos idiomas português, inglês e espanhol. As palavras chaves utilizadas para buscas dos estudos combinadas entre si através do operador booleano AND. O processo de seleção dos estudos iniciou-se pela leitura dos títulos, seguido do resumo e pôr fim do artigo completo. A literatura aponta que a exposição ao material particulado tem influenciado a ocorrência de doenças respiratórias em adultos expostos a essas substâncias tóxicas, especialmente o material particulado, PM_{2,5}, que é capaz de penetrar profundamente nos pulmões e entrar na corrente sanguínea, causando impactos cardiovasculares, cerebrovasculares (AVC) e respiratórios entre outras. No Brasil, a legislação brasileira estabeleceu padrões iniciais de controle de qualidade do ar, e foi evoluindo ao decorrer do tempo, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que faz o controle da emissão dos agentes tóxicos. Conclui-se que a exposição ao material particulado constitui um fator de risco para população, além da poluição do ar possuir efeitos negativos para a saúde humana.

Palavras-chave: Material particulado; Poluição do ar; Sintomas respiratórios; Qualidade do ar; Doenças do aparelho respiratório.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e urbano tem originado em todo o mundo um aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos. O acréscimo das concentrações dessas substâncias, a sua deposição no solo, nos vegetais e nos materiais são fatores responsáveis por danos à saúde humana, redução da produção agrícola, danos às florestas, degradação de construções e de obras de arte e, de forma geral, causando desequilíbrios nos ecossistemas (QUEIROZ *et al.*, 2007).

O ar poluído é uma mistura de partículas — material particulado (MP) — e gases que são emitidos para a atmosfera principalmente por indústrias, veículos automotivos, termoelétricas, queima de biomassa e de combustíveis fósseis. Os efeitos deletérios sobre a saúde humana produzidos pelo MP dependem de sua composição química e de seu tamanho. (KÜNZLI, 2010).

O MP pode ter origem primária, quando diretamente emitido para a atmosfera, ou origem secundária, quando os poluentes primários reagem, produzindo novas substâncias (ALVES, 2019). Existe a tendência de as partículas primárias formarem a fração grossa do material particulado, pois são produzidas pela fragmentação mecânica das maiores; enquanto as partículas secundárias compõem, principalmente, a fração mais fina, pois são formadas por processos de nucleação e condensação seguidos de reações químicas (SPENCER *et al.*, 2019).

No Brasil, a preocupação com a qualidade do ar iniciou a partir da década de 1970, em um período de intenso crescimento industrial. A primeira legislação brasileira que estabeleceu padrões de qualidade do ar no Brasil foi a Portaria Minter 231/1976, o que estimulou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a criar a Resolução CONAMA 18/1986 que visava o controle das emissões veiculares. Essa resolução além de manter os padrões já estabelecidos, incluía outros poluentes e estabeleceu padrões de qualidade do ar para PTS (Partículas Totais em Suspensão), MP₁₀, SO₂ (dióxido de enxofre), CO₂ (dióxido de carbono), NO₂ (dióxido de nitrogênio) e fumaça. Os limites para MP₁₀ sofreram grande redução (de 20% a 30%), comparado ao padrão final. Essa defasagem entre os valores das duas resoluções pode ser atribuída ao longo tempo sem ocorrência de atualização dos padrões (KARMEI *et al.*, 2021).

A literatura aponta que a qualidade do ar interfere diretamente do sistema respiratório, pois uma quantidade dos poluentes inalados pode atingir a circulação sistêmica através dos pulmões e pode causar efeitos deletérios (CAUMO *et al.*, 2022).

Apesar da preocupação com a qualidade do ar e os avanços obtidos nas últimas décadas, 91% da população mundial vive em cidades nas quais a concentração de MP_{2,5} ultrapassa o limite anual (10 µg m⁻³) recomendado pelas normas vigentes de qualidade do ar. Alguns estudos realizados no Brasil investigaram padrões de distribuição de morbidade empregando técnicas de análise espacial. No entanto, poucos avaliaram a morbidade por doenças que afetam a saúde humana relacionada à exposição ao PM_{2,5}. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar na literatura os efeitos do material particulado na qualidade do ar e na saúde humana.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada através de uma revisão bibliográfica com busca de artigos nas bases de dados da Pubmed / Medline e na Scielo priorizando as publicações dos últimos 10 anos, nos idiomas português, inglês e espanhol sobre essa temática. As palavras chaves utilizadas para buscas dos estudos foram: material particulado; queimadas; doenças do aparelho respiratório; poluição do ar, combinadas entre si através do operador booleano AND. No processo de seleção dos estudos iniciou-se pela leitura dos títulos, seguido do resumo e pôr fim do artigo completo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dependendo da origem, da composição química e do tamanho da partícula, o efeito do MP é diferente. As partículas maiores (5 a 30µm de diâmetro) depositam-se, pelo impacto da turbulência do ar, no nariz, na boca, na faringe e na traqueia. Partículas de 1 a 5µm, geralmente depositam-se por sedimentação na traqueia, nos brônquios e nos bronquíolos. Partículas com menos de 1µm de diâmetro, em geral depositam-se por difusão nos pequenos bronquíolos e alvéolos (CORRÊA, 2021).

Os estudos sobre concentração e composição do MP realizados no Brasil apresentam

como um dos objetivos gerar informações que indiquem para o governo a necessidade de atualizações nas legislações ambientais (GIODA *et al.*, 2020).

Alguns estudos investigaram padrões de distribuição de morbidades empregando técnicas de análise espacial. Em sua maioria, os estudos que avaliam a morbidade de doenças respiratórias foram estudos ecológicos de séries temporais que não utilizam sistemas de informações de georreferenciamento e investigaram sua associação com a poluição urbana e não com a poluição originária de queima de florestas (JUNGER, 2007).

A construção de mapas dos territórios das unidades de saúde, permitem a identificação, a localização, acompanhamento e até mesmo controle de doenças das populações afetadas, através de coordenadas geográficas realizadas através do georreferenciamento (HACON *et al.*, 2010).

Ademais, a utilização de georreferenciamento possibilita representar as informações em um mapa para identificar a posição exata de cada objeto ou dado facilitando a compreensão a ser investigada (BAKONYI, 2004; CANÇADO, 2006). As dificuldades analíticas e a complexidade dos componentes presentes têm limitado a obtenção de resultados esclarecedores. Por isso, é importante pesquisas que contribuam para um melhor conhecimento da composição orgânica dos aerossóis atmosféricos, considerando simultaneamente as fontes biogênicas e antropogênicas e a formação secundária de produtos por oxidação de compostos orgânicos voláteis (KARMEI *et al.*, 2021).

Assim, estudos futuros deveriam considerar outras substâncias que podem fazer parte da composição do MP, uma vez que novos poluentes são lançados na atmosfera com o passar dos anos devido à modernização de equipamentos e processos de produção. Somando-se a isso, estabelecer projetos de cooperação entre instituições de pesquisa e agências ambientais governamentais ainda é um desafio a ser vencido no Brasil (KARMEI *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÃO

A exposição ao material particulado constitui um fator de risco para população, além da poluição do ar possuir efeitos negativos para a saúde humana.

O conhecimento do impacto do MP na saúde humana será importante para definições de políticas de controle e de estabelecimento de padrões de qualidade do ar, específicos, principalmente no qual se refere a localização para criar áreas de coordenadas estratégicas e identificar não somente a poluição originada de queimadas, mas também ampliar o conhecimento e análise da poluição urbana, para o conhecimento de morbidade por doenças respiratórias.

Dessa maneira, indica prioridades para os gestores dos serviços de saúde e órgãos competentes, no sentido de reforçar o efetivo diagnóstico de doenças respiratórias entre outras em diversos grupos populacionais.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. A. Aerossóis atmosféricos: perspectiva histórica, fontes, processos químicos de formação e composição orgânica. **Quim. Nova**, vol. 28, no. 5, 859-870, 2005.

BAKONYI S.M.C.; DANNI-OLIVEIRA I.M.; MARTINS L.M.C.; BRAGA A.L.F.; Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Rev Saúde Pública** 2004; 35(5): 695–700.

BRASIL. **Resolução CONAMA** 3/90, de 28 de junho de 1990. Conselho Nacional de Meio Ambiente.

BRASIL. **Resolução CONAMA** 491/18 de 18 de novembro de 2018. Conselho Nacional

de

Meio Ambiente 2018; p. 7.

BROOK R.D.; RAJAGOPALAN S; POPE C.A.; BROOK JR R.D.; BHATNAGAR A.; DIEZ-ROUX A.V.; *et al.* Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**. 2010;121(21):2331-78. [http:// dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d8e1](http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d8e1).

CANÇADO J.E.D.; SALDIVA P.H.N.; PEREIRA L.A.A.; LARA, L.B.L.S.; ARTAXO P.; MARTINELLI L.A.; *et al.* The Impact of sugar Cane-Burning Emissions on the Respiratory System of Children and the Elderly. **Environ Health Perspect** 2006; 14(5): 725-9.

CAUMO, SOFIA H.; GIODA, A.; CARREIRA, R.; JACOBSON, L.S.V.; HACON, S. Impactos na saúde humana causados pela exposição a incêndios florestais: as evidências obtidas nas últimas duas décadas. **Revista Brasileira De Climatologia**, Dourados, MS, Jun. 2022.

COHEN, A. J.; *et al.* Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. **The Lancet**, v. 389, n. 10082, p. 1907–1918, 2017.

CORRÊA A.V.S. Relação das queimadas e os casos de doenças respiratórias em crianças e idosos na época da seca no Tocantins. **Revista De Patologia Do Tocantins** 2021; 8(1): 69-73.

GIODA, A.; JUSTO, E.P.S.; KARMEL, B.; QUIJANO, M.F.C.; SAINT'PIERRE, T.D. Assessment of Atmospheric PM10 Pollution Levels and Chemical Composition in Urban Areas near the 2016 Olympic Game Arenas. Sociedade Brasileira de Química. **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 31, No. 5, 1043-1054, 2020.

HACON, SS.; LONGOL. K.M.; FREITAS. S.R.; MATTOS. I.E.; SILVA. A.M.C.; Material Particulado (Pm2.5) De Queima De Biomassa E Doenças Respiratórias No Sul Da Amazônia Brasileira. **Rev Bras Epidemiol** 2010; 13(2): 337-51

JUNGER W.L.; LEON A.P. Poluição Do Ar E Baixo Peso Ao Nascer No Município Do Rio De Janeiro, Brasil, 2002. **Cad Saúde Pública** 2007; 23(4S): 588-98.

KARMEL, B.; QUIJANO, M.F.C.; JUSTO, E.P.S.; VENTURA. L.M.B.; GIODA, A.; Avaliação Da Concentração E Composição Inorgânica Do Material Particulado Coletado No Estado Do Rio De Janeiro. **Quim. Nova**, Vol. 44, No. 6, 737-754, 2021

KÜNZLI, N.; PEREZ L.; RAPP R. **Air quality and health. Lausanne:** European Respiratory Society; 2010.

NETO, A.P.; *et al.* Incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT entre 2005 e 2014, **Rev. Nativa**, Sinop -MT, v.5, n.5, p.355-361, set./out. 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Diretrizes de qualidade do ar. Atualização global 2005. Partículas, ozônio, nitrogênio, dióxido e dióxido de enxofre.** Copenhagen; 2005.

QUEIROZ, P.G.M.; JACOMINO, V.M.F.; MENEZES, M.A.B.C. Composição elementar do

material particulado presente no aerossol atmosférico do município de sete lagoas, Minas Gerais. **Revista Quim Nova**. 2007.

SANTIAGO, A.; PRADO, R.J.; FILHO, PM; ALONSO, R.V. Caracterização Do Material Particulado Suspenso No Ar De Cuiabá-MT No Período De Queimadas. R.V. **Revista Matéria**, V.20, N.1, Pp. 273 – 283, 2015.

SPENCER, J.; VAN HEYST, B.; Canadian Biosystems Engineering / Le Genie des Biosystems Au Canada 2019, 60, 69.

WOO, S. H. L. et al. Air pollution from wildfires and human health vulnerability in Alaskan communities under climate change. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 9, 2020.