

<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2020>

Revisão bibliográfica sistemática sobre riscos à saúde humana por poluição atmosférica

Systematic bibliographic review about risks to human health by atmospheric pollution

RESUMO

Yara Goulart de Aquino
yaragoularta@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Yara de Souza Tadano
yaratadano@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Ao decorrer do tempo o número de artigos referente ao tema “Impacto da poluição atmosférica à saúde” tem crescido de maneira excessiva, principalmente relacionados ao material particulado e, recentemente, ao *black carbon*. Este artigo é de grande importância para a área ambiental por apresentar uma revisão bibliográfica sistemática sobre os riscos da poluição atmosférica particulada à saúde humana. Para tanto, utilizou-se o *Methodi Ordinatio*. A pesquisa iniciou-se com a seleção das bases de dados: Science Direct; Scopus e PubMed utilizando as palavras-chaves: “*particulate matter*”, “*risk factors*”, “*health*” e “*black carbon*”. Após a análise dos dez artigos com maior InOrdinatio, observou-se que possuíam a concomitância dos temas “impacto à saúde” e “poluição atmosférica”, porém constatou-se que 6 dos 10 principais artigos selecionados caracterizam-se por revisões bibliográficas. Dentre os 10 artigos selecionados para análise, 90% possuíam relação com algum tipo de material particulado, e apenas 40 % falavam sobre *black carbon*.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição atmosférica. Riscos à saúde. Methodi ordinationio.

ABSTRACT

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



Over time the number of articles referring the theme “impact of atmospheric pollution to health” has been growing excessively, mainly related to particulate material and, recently, to “black carbon”. This paper is very important to the environmental area, as it presents a Systematic Bibliographic Review about the particulate atmospheric pollution risks to human health. To do so, we used the Methodi Ordinatio. The research begins with the selection of data base: Science Direct; Scopus and PubMed using the keywords: “*particulate matter*”, “*risk factors*”, “*health*” and “*black carbon*”. After analyzing the ten articles with the highest InOrdinationio, it was observed that they had the themes “impact to health” and “atmosphere pollution” concomitantly, however 6 of 10 selected main articles are characterized as bibliographic review. Among the 10 articles selected for analysis, 90% had relation with some sort of particulate matter, and only 40% talked about black carbon.

KEYWORDS: Atmospheric pollution. Risks to human health. Methodi ordinationio.



INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial iniciou na Inglaterra no século XVIII, e implementou a substituição das ferramentas pelas máquinas, e consequentemente a mudança do método de produção doméstico pelo sistema fabril. Este modo de produção industrial se espalhou pelo mundo durante os séculos XIX e XX. Todavia, a evolução tecnológica acompanhou uma degradação ambiental, que engloba poluição atmosférica, contaminação de água, contaminação do solo, desmatamento, entre outros.

“Material particulado é a mistura de sólidos microscópicos e gotículas de líquidos suspensas no ar” (U.S.EPA,2003). A poluição do ar atmosférico proveniente do material particulado suscita em inúmeras doenças originadas da inalação dos gases e partículas contidas no ar, dentre elas acidentes vasculares cerebrais, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias (FELIN, 2018).O material particulado é usualmente dividido de acordo com seu diâmetro aerodinâmico, destacando-se os de 0,1µm, 2,5µm e 10µm. A partícula mais comumente estudada é a com diâmetro aerodinâmico menor ou igual à 2,5 µm (MP2,5), que possui a capacidade de penetrar nos alvéolos, podendo causar doenças respiratórias e atingir a corrente sanguínea dependendo do seu diâmetro aerodinâmico (NISHIDA,2017, p.13-17 apud U.S.EPA,2016)(POLEZER,2018, p.394-403).

Existem partículas carbonáceas presentes na atmosfera que desempenham um papel importante na manutenção do clima absorvendo radiação solar, radiação ultravioleta e influenciando positivamente a temperatura da superfície da terra. As partículas carbonáceas são denominadas de fuligem e podem ser subdivididas em *black carbon* (proveniente principalmente das ações antropogênicas, como a queima de combustíveis fósseis) e *brown carbon* (originado da queima de materiais orgânicos) (ANDREAE, 2006, p.3131-3148 apud NISHIDA, 2017, p.20-21).

Ao decorrer do tempo o número de artigos referente ao tema “Impacto da poluição atmosférica à saúde” tem crescido de maneira excessiva, principalmente relacionados ao material particulado e, recentemente, ao *black carbon*. Este artigo mostra-se substancial por consistir em uma revisão bibliográfica sistemática sobre os riscos à saúde humana decorrentes da poluição atmosférica particulada utilizando o *Methodi Ordinatio*.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi iniciada primordialmente com a seleção das bases de dados: Science Direct; Scopus e PubMed. Estendeu-se a busca por palavras-chaves visando a análise de dados da poluição atmosférica e seus impactos à saúde humana, as combinações (“*particulate matter*” and “*risk factors*” and “*health*” and “*Black carbon*”) foram utilizadas na pesquisa bibliográfica;

Ocorreu a busca das palavras-chaves nas diferentes bases de dados e posteriormente, os artigos resultantes foram baixados e analisados em um gerenciador de referências, a partir do mesmo eliminou-se as duplicatas de periódicos contidos na busca. Os artigos restantes do JabRef(2019) foram encaminhados ao Mendeley(2019) para elaboração de uma planilha de análise estatística dos mesmos;

Foram extraídos os dados de ano de publicação, autor, revista na qual o artigo foi publicado, e nome do artigo. Baseado nos dados coletados, buscou-se o fator de impacto da revista/jornal na qual o artigo foi publicado, e o número de citações do artigo;

A sistemática empregada para analisar a relevância na pesquisa científica é o *Methodi Ordinatio* (PAGANI, 2015, p.2109-2135), que se refere a uma metodologia para selecionar e classificar a relevância de trabalhos de cunho científico, tendo em vista uma análise mais assertiva. Esta metodologia contempla o fator de impacto da revista na qual o artigo foi publicado (FI), o número de citações que o mesmo obteve (ΣCi) e seu ano de publicação (Anopubli). Elaborando a partir destes dados, uma fórmula que ranqueia os artigos tendo em vista a importância para o tema a ser analisado. O número responsável pela ordenação dos artigos é o InOrdinatio, calculado pela Equação 1, em que AnoPesq indica o ano em que a pesquisa foi realizada, neste caso considerou-se o valor 2020, e α é uma escala de 1 a 10, onde foi atribuído o valor 10.

$$InOrdinatio = (FI/1000) + \{\alpha \times [10 - (AnoPesq - AnoPubli)]\} + (\Sigma Ci) \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 contém as diferentes combinações de palavras-chaves selecionadas e seus respectivos resultados nas distintas bases de dados, dado utilizado para seleção de qual combinação seria utilizada na pesquisa.

Tabela 1 - Tabela com combinações de palavras-chaves e o resultado de artigos por base de dados.

Palavras chaves	Science Direct	Scopus	PubMed
<i>Air particulate matter / Risk factors for health / Time series / NOT cohort / Black carbon</i>	643	0	200
<i>Particulate matter / Risk factors / Health / Time series / Not cohort / Black carbon</i>	648	184	214
<i>Particulate matter / Risk factors / Health / Time series / Black carbon</i>	4296	5	2
<i>Particulate matter / Risk factors / Health / Black carbon</i>	8049	66	117
<i>Particulate matter / Risk factors / Health / Time series</i>	14441	184	214

Fonte: Autoria própria (2019).

Avaliando os resultados das palavras-chave foi decidido que a segunda combinação seria a mais adequada. Tendo em vista os diferentes formatos de busca a serem empregados nos periódicos, a pesquisa prosseguiu com a inserção de “*particulate matter*” and “*risk factors*” and “*health*” and “*epidemiology*” and “*Black carbon*” na base do *Science Direct*. As palavras-chaves empregadas na Scopus foram “*particulate matter*” and “*risk factors*” and “*health*” and “*black*”

carbon". No periódico *PubMed*, a busca contemplou as palavras-chave "particulate matter" and "risk factors" and "health" and "black carbon".

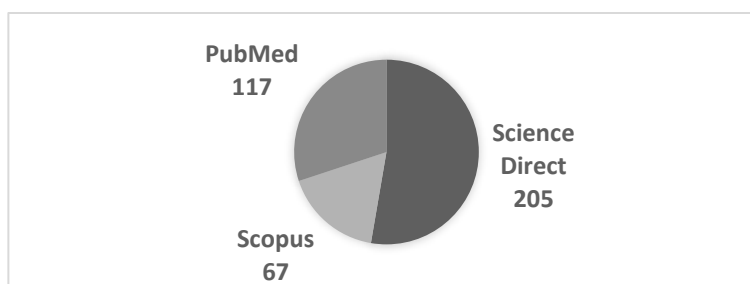
A busca no Science Direct gerou 584 resultados, desconsiderando o termo "epidemiology", o considerando acarretou 205 artigos publicados. Optou-se por incluir o termo "epidemiology", pois sem o mesmo os artigos gerados eram somente relacionados a poluição, desconsiderando o impacto na saúde.

A pesquisa na base de dados da Scopus obteve como resultado 67 artigos. A busca considerou somente "Article title, abstract, keyword" pois considerando "all" obteve 584 resultados, sendo uma amostra com número elevado de artigos para serem analisados.

O periódico PubMed forneceu 117 artigos considerando as palavras-chaves acima mencionadas.

O número total de artigos encontrados foram 389, desconsiderou-se 58 artigos por serem o mesmo artigo apenas encontrado em diferentes bases de dados e 4 artigos consistiam em index de livros, por fim 327 arquivos foram analisados. O número de artigos por base de dados encontra-se na Figura 1.

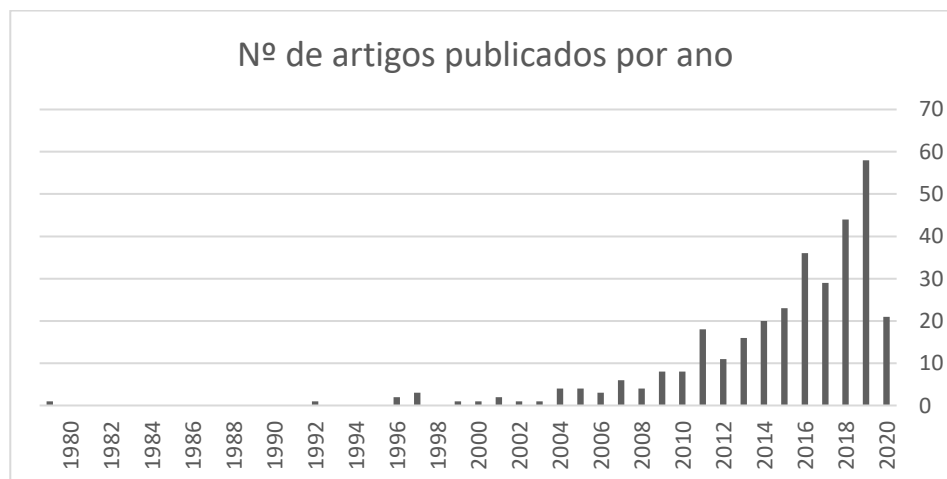
Figura 1 - Gráfico com número de artigos por base de dados.



Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 2 apresenta os artigos publicados por ano, onde é possível observar que as pesquisas nesta área cresceram quase exponencialmente nos últimos anos. Destaca-se que, apesar da pesquisa ter sido feito em 2020, já existem 22 trabalhos publicados sobre o assunto neste ano.

Figura 2 - Gráfico de número de publicações por ano



Fonte: Autoria própria (2019).

Com o cálculo do InOrdinatio, foi possível fazer uma classificação dos artigos, que na teoria, quanto maior o InOrdinatio, mais relevante para o tema estudado é o trabalho.

Tabela 2 - Tabela contendo os artigos com maior InOrdinatio e seus parâmetros de cálculo.

Título	Autores	Fator de Impacto	Citações	InOrdinatio
<i>Ambient air pollution and diabetes: A systematic review and meta-analysis</i> (YANG, 2020, p.108817)	Yang, B.Y., Fan, S., Thiering, E., Seissler, J., Nowak, D., Dong, G.H. and Heinrich, J.	6	106,059	106,059
<i>Interventions to reduce ambient air pollution and their effects on health: An abridged Cochrane systematic review</i> (BURNS, 2020, p.105400)	Burns, J., Boogaard, H., Polus, S., Pfadenhauer, L.M., Rohwer, A.C., van Erp, A.M., Turley, R. and Rehfuess, E.A.	5	105,002	105,002
<i>Short- and intermediate-term exposure to NO₂ and mortality: A multi-county analysis in China</i> (HE, 2020, p.114164)	He, M.Z., Kinney, P.L., Li, T., Chen, C., Sun, Q., Ban, J., Wang, J., Liu, S., Goldsmith, J. and Kioumourtoglou, M.A.	2	102,008	102,008
<i>Oxidative stress and the cardiovascular effects of air pollution</i> (MILLER, 2020)	Miller, M.R.	2	102,003	102,003
<i>Long-term exposure to outdoor air pollution and the risk of development of rheumatoid arthritis: A systematic review and meta-analysis</i> (DI, 2020, p.266-275)	Di, D., Zhang, L., Wu, X. and Leng, R.	1	101,008	101,008
<i>Long-term air pollution exposure is associated with increased severity of rhinitis in 2 European cohorts</i> (BURTE, 2020, p.834-842)	Burte, E., Leynaert, B., Marcon, A., Bousquet, J., Benmerad, M., Bono, R., Carsin, A.E., de Hoogh, K., Forsberg, B., Gormand, F., Heinrich, J., Just, J., Nieuwenhuijsen, M., Pin, I., Stempfelet, M., Sunyer, J., Villani, S., Künzli, N., Siroux, V., Jarvis, D., Nadif, R. and Jacquemin, B.	1	101,007	101,007
<i>Association of air pollutants, airborne occupational exposures, and chronic rhino sinusitis disease severity</i> . (VELASQUEZ, 2020, p.175-182)	Velasquez, N., Moore, J.A., Boudreau, R.M., Mady, L.J. and Lee, S.E.	1	101,0056	101,0056
<i>Residential greenspace, air pollution, socioeconomic deprivation and cardiovascular</i>	Aerts, R., Nemery, B., Bauwelinck, M., Trabelsi, S., Deboosere, P., Van	1	101,005381	101,005381

Título	Autores	Fator de Impacto	Citações	InOrdinatio
<i>medication sales in Belgium: A nationwide ecological study</i> (AERTS, 2020, p.136426)	Nieuwenhuyse, A., Nawrot, T.S. and Casas, L.			
<i>Indoor PM2.5, tobacco smoking and chronic lung diseases: A narrative review</i> (NI, 2020, p.108910)	Ni, Y., Shi, G. and Qu, J.	1	101,0 02468	101,0 02468
<i>Micro RNAs expression in relation to particulate matter exposure: A systematic review</i> (CHENG, 2020, 113961)	Cheng, M., Wang, B., Yang, M., Ma, J., Ye, Z., Xie, L., Zhou, M. and Chen, W.	1	101,0 02333	101,0 02333

Fonte: Autoria própria (2019).

Após a análise dos 10 artigos selecionados com maior InOrdinatio, constatou-se que todos foram publicados no ano de 2020, concluindo que o peso do ano de publicação foi maior no cálculo, gerando maior relevância a artigos recentes.

O artigo intitulado “*Ambient air pollution and diabetes: A systematic review and meta-analysis*” (YANG, 2020, p.108817), trata-se de uma revisão sistemática analítica dos artigos publicados sobre a associação entre os poluentes contidos no ar atmosférico (incluindo PM_{2,5}, PM₁₀) e a diabetes do tipo 2.

O “*Interventions to reduce ambient air pollution and their effects on health: Na abridged Cochrane systematic review*” (BURNS, 2020, p.105400) é uma revisão sistemática que tem como objetivo maneiras de reduzir a poluição do ar com foco em partículas de PM_{2,5}, PM₁₀, e por consequência, seus efeitos à saúde. O *black carbon* não é o foco da pesquisa, entretanto é encontrado em diversos artigos citados.

O artigo “*Short- and intermediate-term exposure to NO₂ and mortality: A multi-county analysis in China*” (HE, 2020, p.114164) possui como diferencial a análise dos efeitos à exposição intermediária do NO₂ à mortalidade de 42 municípios na China. Apesar de não ser o foco principal da pesquisa, os autores relatam sobre a exposição ao *black carbon*.

“*Oxidative stress and the cardiovascular effects of air pollution*” (MILLER, 2020) é um artigo da categoria de revisão que correlaciona o papel do estresse oxidativo causados pela poluição do ar e seus efeitos cardiovasculares, incluindo durante sua pesquisa, diversas categorias de PM (2,5, 10 e outras) e *black carbon*.

O periódico “*Long-term exposure to outdoor air pollution and the risk of development of rheumatoid arthritis: A systematic review and meta-analysis*” (DI, 2020, p.266-275) discorre sobre o risco de desenvolvimento de artrite reumatoide à exposição a longo prazo à poluição atmosférica, com a abordagem de uma análise sistemática. O artigo é da categoria de revisão bibliográfica, trazendo como resultados a análise da exposição ao PM_{2,5} e PM₁₀, apesar de sua pesquisa não ter sido voltada a estes tamanhos de partícula.

O artigo intitulado “*Long-term air pollution exposures associated with increased severity of rhinitis in 2 European cohorts*” (BURTE, 2020, p.834-842)

trata-se de uma pesquisa que relaciona o agravamento da rinite e exposição a longo prazo com partículas PM2.5 (incluindo partículas de *black carbon*) e PM10.

“Association of air pollutants, airborne occupational exposures, and chronic rhino sinusitis disease severity” (VELASQUEZ, 2020, p.175-182) discute sobre a relação da gravidade da rinossinusite crônica com partículas de PM2.5 e carbono negro em pacientes sem pólipos nasais.

O artigo *“Residential greenspace, air pollution, socioeconomic deprivation and cardiovascular medication sales in Belgium: A nationwide ecological study”* (AERTS, 2020, p.136426), tem como foco a privação socioeconômica e a venda de remédios em relação à poluição atmosférica, portando não incluindo a análise à exposição do *black carbon*.

“Indoor PM2.5, tobacco smoking and chronic lung diseases: A narrative review” (NI, 2020, p.108910) trata-se de um artigo que revisa a ligação da fumaça do tabaco com doenças pulmonares crônicas.

A revisão intitulada *“microRNAs expression in relation to particulate matter exposure: A systematic review”* (CHENG, 2020, 113961) tem como objetivo revisar os conhecimentos da exposição ao material particulado (PM) e sua vinculação com os microRNAs, excluindo assim, a relação com partículas de *black carbon*.

CONCLUSÃO

Após a análise dos dez artigos com maior InOrdinatio, observou-se que possuíam a concomitância dos temas “impacto à saúde” e “poluição atmosférica”, porém constatou-se que 6 dos 10 principais periódicos selecionados caracterizam-se por revisões bibliográficas. Com o propósito de evitar o mesmo posteriormente, torna-se oportuno uma análise mais criteriosa dos artigos de revisão. O fato de a supremacia dos artigos serem da categoria de revisão não é obrigatoriamente insatisfatório, pois concede a base de uma busca otimizada. Dentre os 10 artigos selecionados para análise, 90% possuíam relação com algum tipo de material particulado, sendo que, destes todos incluíam a partícula de tamanho 2,5 µm, e apenas 40 % falavam sobre *black carbon*. Apesar de não ser um número satisfatório, a maioria dos periódicos é da categoria de revisão, podendo ser encontrada a referência a esta partícula nos artigos analisados. Para uma análise futura, faz-se necessário um ajuste no momento da pesquisa, visando identificar artigos relevantes para o tema, diminuindo o peso do ano, e direcionando a busca para artigos que não de revisão, utilizando diferentes palavras-chaves.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à PROPPG por concessão de cota para voluntariado de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

AERTS, Raf et al. Residential green space, air pollution, socioeconomic deprivation and cardiovascular medication sales in Belgium: A nationwide ecological study. *Science of The Total Environment*, v. 712, p. 136426, 2020.

ANDREAE, M. O.; GELENCSE, A. Black carbon or brown carbon? The nature of light-absorbing carbonaceous aerosols. *Atmospheric Chemistry and Physics*, v. 6, n. 10, p. 3131-3148, 2006.

BURNS, J. et al. Interventions to reduce ambient air pollution and their effects on health: An abridged Cochrane systematic review. *Environment International*, v. 135, p. 105400, 2020.

BURTE, Emilie et al. Long-term air pollution exposure is associated with increased severity of rhinitis in 2 European cohorts. *Journal of allergy and clinical immunology*, v. 145, n. 3, p. 834-842. e6, 2020.

CHENG, Man et al. microRNAs expression in relation to particulate matter exposure: A systematic review. *Environmental Pollution*, v. 260, p. 113961, 2020.

DI, Dongsheng et al. Long-term exposure to outdoor air pollution and the risk of development of rheumatoid arthritis: a systematic review and meta-analysis. In: *Seminars in arthritis and rheumatism*. WB Saunders, 2020. p. 266-275.

HE, Mike Z. et al. Short-and intermediate-term exposure to NO₂ and mortality: a multi-county analysis in China. *Environmental Pollution*, v. 261, p. 114165, 2020.

JABREF for Windows 10 Versão 4.0. [S. l.]: Software Livre (MIT License), 2019.

MENDELEY DESKTOP Versão 1.19.4 [S. l.]:Mendeley Ltd, 2019.

MILLER, Mark R. Oxidative stress and the cardiovascular effects of air pollution. *Free Radical Biology and Medicine*, 2020.

NI, Yingmeng; SHI, Guochao; QU, Jieming. Indoor PM2. 5, tobacco smoking and chronic lung diseases: A narrative review. *Environmental research*, v. 181, p. 108910, 2020.

NISHIDA, Ricardo Baptista. Análise do material particulado emitido na cidade de Ponta Grossa. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. MethodiOrdinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. Scientometrics v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

POLEZER, Gabriela et al. Assessing the impact of PM_{2.5} on respiratory disease using artificial neural networks. Environmental pollution, v. 235, p. 394-403, 2018.

U.S.EPA. Air Pollution Emissions Overview. Disponível em:
<https://www3.epa.gov/airquality/emissns.html> - Acessado 20 jun. 2020.

U.S.EPA. Particle. Your Health, US Environmental Protection Agency, Sept 2003. Disponível em: <https://www3.epa.gov/airnow/particle/pm-color.pdf> - Acessado 20 jun. 2020.

VELASQUEZ, Nathalia et al. Association of air pollutants, airborne occupational exposures, and chronic rhinosinusitis disease severity. In: International Forum of Allergy & Rhinology. 2020. p. 175-182.

FELING, Bruno. Qual o impacto da poluição do ar na saúde ?. WRI BRASIL, 2018. Disponível em: https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/qual-o-impacto-da-poluicao-do-ar-na-saude?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=clima&gclid=CjwKCAjwrcH3BRApEiwAxjdPTR5K8W_3RmoTk9xwYwrARr7FF-MbVjPHXkPzRstqZXMDpsdlu-LF9RoC8UQQAvD_BwE . Acesso em: 22 jun. 2020.

YANG, Bo-Yi et al. Ambient air pollution and diabetes: a systematic review and meta-analysis. Environmental Research, v. 180, p. 108817, 2020.