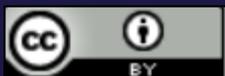


# Repad

Revista Estudos e  
Pesquisas em Administração

v. 6, n. 3, Setembro-Dezembro/2022



*This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)*



**UFMT**

**RELAÇÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E AS DOENÇAS  
RESPIRATÓRIAS: um estudo sistemático da literatura com o uso da bibliometria**

Roberto Freitas Torma

roberto.torma@ufr.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/2892682894465232><https://orcid.org/0000-0002-7114-3178>

Universidade Federal de Rondonópolis

Rondonópolis/MT

Heitor Lopes Ferreira

heitor.ferreira@ufr.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/2926702788415603><https://orcid.org/0000-0003-2380-7184>

Universidade Federal de Rondonópolis

Rondonópolis/MT

**RESUMO**

Ao longo do tempo notou-se um aumento na poluição atmosférica, através das queimadas, aumento da indústria de carros, que lançam diversos poluentes na atmosfera, assim também como fontes naturais de poluição tais como a poeira da terra e vulcões. O objetivo do trabalho é compreender qual o impacto dos poluentes atmosféricos nas doenças respiratórias, tais como as partículas em suspensão, os óxidos de nitrogênio, os sulfatos e o ozônio, entre outros, por meio das leis bibliométricas, fazendo uma análise dos autores em termos de produtividade, número de periódicos em relação ao tema e a frequência do uso de palavras chaves em um texto de periódicos indexados entre 2017 a 2021. Utilizando-se de recursos computacionais tais como planilhas eletrônicas e softwares para análise textual. A busca totalizou 5.788 artigos para análise, que foram pré-processados e analisados. Esta pesquisa pôde identificar a relação de alguns poluentes que são mais evidentes na atmosférica como material particulado, entre outros, que é altamente prejudicial à saúde respiratória podendo até levar a morte principalmente de crianças e idosos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluentes atmosféricos; Doenças respiratórias; Bibliometria.

***RELATIONSHIP OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS AND RESPIRATORY  
DISEASES: a systematic study of the literature using bibliometrics*****ABSTRACT**

*Over time, there has been an increase in atmospheric pollution, through fires, an increase in the car industry, which release various pollutants into the atmosphere, as well as natural sources of pollution such as dust from the earth and volcanoes. The objective of this work is to understand the impact of atmospheric pollutants on respiratory diseases, such as suspended particles, nitrogen oxides, sulfates and ozone, among others, through*

*bibliometric laws, analyzing the authors in terms of productivity, number of journals in relation to the topic and the frequency of use of keywords in a text of journals indexed between 2017 and 2021. Using computational resources such as electronic spreadsheets and software for textual analysis. The search totaled 5,788 articles for analysis, which were pre-processed and analyzed. This research was able to identify the relationship of some pollutants that are more evident in the atmosphere such as particulate matter, among others, which is highly harmful to respiratory health and can even lead to death, especially in children and the elderly.*

**KEYWORDS:** *Air pollutants; Respiratory diseases; Bibliometrics.*

Submetido: 06/09/2022

Revisões Requeridas: 13/10/2022

Aceito: 12/12/2022

Publicado: 31/12/2022

## 1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar representa atualmente o maior risco ambiental para saúde. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) e o Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE), 6,4 milhões de pessoas acima de 18 anos sofrem com asma (MATIAS; DE OLIVEIRA, 2017). Além da asma, rinite alérgica, sinusite e bronquite que causam impacto nas atividades cotidianas como a prática de exercícios físicos, sono e trabalho. Segundo Kim *et al* (2018) a poluição do ar é uma ameaça à saúde global e causa milhões de mortes humanas atualmente.

Na poluição estão presentes várias substâncias extremamente nocivas para o sistema respiratório, que podem, entre outras coisas, causar um processo inflamatório nas vias aéreas e redução na movimentação dos cílios que temos no revestimento de todo o trato respiratório.

Segundo Szyszkowicz *et al* (2018) evidências crescentes sugerem que a poluição do ar ambiente é um importante fator de risco para exacerbação e emergências de doenças respiratórias agudas e crônicas.

Para Ma *et al* (2018) a poluição do ar ambiente é considerada um dos maiores fatores de risco ambiental para a saúde pública devido à sua correlação com o aparecimento de doenças respiratórias e cardiovasculares. Segundo Zhu *et al* (2019) evidências acumuladas mostraram os efeitos da poluição do ar nas doenças respiratórias e na mortalidade que podem ter como causa o câncer de pulmão.

Neste contexto, realizar um estudo para analisar o impacto dos poluentes que são despejados na atmosfera causando doenças respiratórias torna-se relevante, com emprego de técnicas sistemáticas de revisão como as bibliométricas.

Segundo Pritchard (1969) bibliometria é uma abordagem eficaz que pode ser usada para descobrir várias características de publicação com a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos, como tipos de documentos, países, instituições importantes e autores produtivos.

Realizar uma síntese de pesquisas sobre a influência de poluentes da atmosfera nas doenças respiratórias é de grande valia para o conhecimento de como está sendo

realizado estudos sobre este tema. As pesquisas qualitativas de revisão e as quantitativas de análise podem ser complementadas com o uso de métodos científicos, baseados em métodos bibliométricos.

O objetivo do trabalho é compreender qual o impacto dos poluentes atmosféricos nas doenças respiratórias, tais como as partículas em suspensão, os óxidos de nitrogênio, os sulfatos e o ozônio, entre outros, por meio da bibliometria, fazendo uma análise dos autores em termos de produtividade, publicação de periódicos em relação ao tema e a frequência do uso de palavras em um texto, respectivamente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente artigo traz, em suas fundamentações teóricas, as principais conotações sobre poluentes atmosféricos e doenças respiratórias, principalmente referentes aos autores mais citados, periódicos que possuem fator de impacto considerado e o uso de palavras chaves utilizando para isso das leis da bibliometria.

### 2.1 Poluentes atmosféricos

De acordo com as Diretrizes Globais de Qualidade do Ar da Organização Mundial de Saúde (OMS) divulgadas em 22 de setembro de 2021, a poluição atmosférica é definida como “limitada à situação em que a atmosfera ambiente no exterior contém materiais em concentrações prejudiciais para o ser humano e para o ambiente circundante”, onde esses materiais são chamados de poluentes que se classificam como: poluentes primários e secundários (OUYANG; TANG; KUMAR; ZHANG *et al.*, 2022).

Os poluentes primários são os contaminantes diretamente emitidos pelas fontes para o ambiente, como no caso dos gases dos automóveis (monóxido de carbono, fuligem, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos, aldeídos e outros). Os poluentes secundários são o resultado de reações dos poluentes primários com substâncias presentes na camada baixa da atmosfera e frações da radiação solar, como exemplo: a decomposição de óxidos de nitrogênio pela radiação ultravioleta oriunda do sol na formação de ozônio e nitratos de peroxiacetila (CALIJURI; CUNHA, 2013).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (EPA) elegeu os poluentes mais abundantes na atmosfera e que causam danos à saúde humana, são eles: o ozônio ( $O_3$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), material particulado inalável (diâmetro  $< 10 \mu m$ ) e monóxido de carbono ( $CO$ ) (CALIJURI; CUNHA, 2013).

**Oxidantes Fotoquímicos, como o Ozônio ( $O_3$ )** é a denominação que se dá à mistura de poluentes secundários formados por reações entre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de luz solar, sendo estes últimos liberados na queima incompleta e evaporação de combustíveis e solventes. Além de prejuízos à saúde, o ozônio pode causar danos à vegetação. É sempre bom ressaltar que o ozônio é encontrado na faixa de ar próxima do solo, onde respiramos chamado de “mau ozônio” e também é tóxico. Entretanto, na estratosfera (cerca de 30 km de altitude) o ozônio tem a importante função de proteger a Terra, como um filtro, dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol.

**Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)** sua origem se dá principalmente da queima de combustíveis que contêm enxofre, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina. É um dos principais formadores da chuva ácida.

**Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)** são formados durante processos de combustão. Em grandes cidades, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio. O NO, sob a ação de luz solar se transforma em NO<sub>2</sub> tem papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio. Dependendo das concentrações, o NO<sub>2</sub> causa prejuízos à saúde.

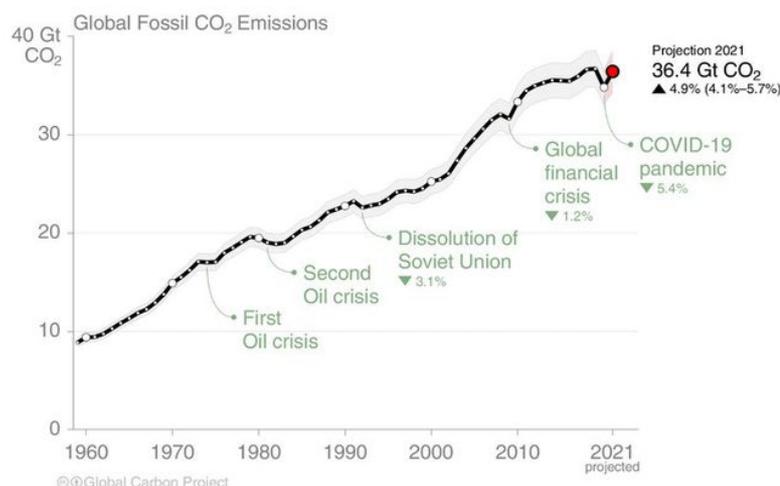
**Material Particulado (MP)** se divide em Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>), Partículas Inaláveis Finas (MP<sub>2,5</sub>) e Fumaça (FMC). Ele é encontrado principalmente na poeira, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. O tamanho das partículas está diretamente associado ao seu potencial para causar problemas à saúde, sendo que quanto menores maiores os efeitos provocados.

**Monóxido de Carbono (CO)** é um gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa etc.). Em geral é encontrado em maiores concentrações nas cidades, emitido principalmente por veículos automotores. Altas concentrações de CO, são encontradas em áreas de intensa circulação de veículos.

Conforme o gráfico 1 as emissões globais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para produzir energia aumentaram 6% de 2020 para 2021, alcançando o nível mais alto da história. O aumento ocorreu em decorrência da recuperação da economia mundial frente à pandemia de Covid-19, segundo um novo relatório da Agência Internacional de Energia (IEA, da sigla em inglês).

No ano de 2020, quando o mundo passou a ser atingido pela Covid-19, o documento mostra que foram liberadas 1,9 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera — uma diminuição de 5,2% em relação ao ano anterior. (Revista Galileu, 2021)

Gráfico: 1 Emissão de gás CO<sub>2</sub> por ano



Fonte: <https://canaltech.com.br/meio-ambiente/emissoes-globais-de-co2-voltam-a-subir-apos-queda-durante-a-pandemia-200849/>

Além dos poluentes temos também a influência do clima na saúde humana. A concentração de poluentes está fortemente relacionada às condições meteorológicas. Alguns dos parâmetros que favorecem altos índices de poluição são: alta porcentagem de

calmaria, ventos fracos e inversões térmicas a baixa altitude. Esse fenômeno é particularmente comum no inverno paulista, quando as noites são frias e a temperatura tende a se elevar rapidamente durante o dia, provocando alteração no resfriamento natural do ar. A inversão térmica se caracteriza por uma camada de ar quente que se forma sobre a cidade, “aprisionando” o ar e impedindo a dispersão dos poluentes (TAHERY; GERA VANDI; GOUDARZI; SHAHRIYARI *et al.*, 2021).

Podemos ter alguns problemas decorrentes da baixa umidade do ar e da alta concentração de poluentes. No inverno, frequentemente ocorrem dias com baixa umidade do ar e alta concentração de poluentes. Nessas condições, é comum ocorrerem complicações respiratórias por causa do ressecamento das mucosas, provocando sangramento pelo nariz, ressecamento da pele e irritação dos olhos (MALEKI; ANVARI; HOPKE; NOORIMOTLAGH *et al.*, 2021).

## 2.2 Os efeitos para a saúde

Inicialmente, é necessário estabelecer os limites dos efeitos à saúde que se pretende avaliar. Embora o conceito de efeito adverso ou prejudicial sobre a saúde humana seja amplamente utilizado para a definição de medidas de avaliação de risco ou de gestão ambiental. A definição mais amplamente adotada para caracterizar um efeito adverso à saúde tem sido aquela preconizada pela American Thoracic Society disfunção respiratória progressiva (CALIJURI; CUNHA, 2013).

Os efeitos à saúde da população devido à exposição a poluentes ambientais são variados, tendo em vista que os efeitos da poluição a saúde têm diferentes formas de acordo com o tempo de exposição a diferentes tipos de poluentes.

Alguns deles se manifestam de forma aguda depois de horas ou dias após a exposição e de forma crônica, são evidenciados somente após longos períodos de exposição. Estes efeitos podem exibir diferentes níveis de gravidade, abrangendo desde um desconforto vago até a morte (CALIJURI; CUNHA, 2013).

A exposição aos poluentes atmosféricos leva a alguns efeitos secundários assim como: aumento de sintomas respiratórios, redução da função pulmonar, maior incidência de doença pulmonar obstrutiva, maior incidência de neoplasias pulmonares, agravamento de arteriopatia aterosclerótica, perda de anos de vida e doenças cardiorrespiratórias, aumento de frequência de abortamentos, redução do peso ao nascer, etc (CALIJURI; CUNHA, 2013).

As doenças respiratórias atribuídas à poluição do ar incluem alergias, asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). A exposição a altos níveis de  $O_3$  pode aumentar os sintomas de alergia e de infecções. A asma é frequentemente desencadeada por poluentes atmosféricos. A obstrução crônica do pulmão se caracteriza pela falta de ar, tosse e aumento da mucosa (SALUD; WELTGESUNDHEITSORGANISATION; ORGANIZATION; ENVIRONMENT, 2021).

Segundo KHANIABADI *et al* (2019) a exposição à poluição do ar pode ser um fator importante de risco ambiental para a saúde humana principalmente o material particulado um dos fatores importante para um alto índice de doenças cardiovasculares ou respiratórias em crianças e idosos.

Segundo KARIMI *et al* (2020) a poluição do ar ambiente é uma das principais causas de morte e invalidez no mundo atual, isso é confirmado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). O número excessivo de mortalidade cardiovascular devido à

exposição aos poluentes se agravou nos anos de 2020 e 2021 com a pandemia do COVID-19 enfraquecendo o organismo principalmente de idosos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo bibliométrico, o qual é definido por Araújo (2006) como uma “técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico”, pois analisou e quantificou o comportamento e desenvolvimento dos trabalhos na base de dados Scopus. Segundo Cobo *et al* (2018) o mapeamento científico ou bibliométrico é uma representação espacial de como disciplinas, campos especialidades ou documentos individuais ou autores estão se relacionando.

A aplicação de métodos sistemáticos de revisão da literatura e bibliométricos possibilitam a análise objetiva dos resultados, evitando-se assim o viés tendencioso da pesquisa de revisão. Esta análise envolve a recuperação e busca de dados, pré-processamento, extração das redes, normalização, mapeamento, análise e visualização da informação que será interpretada e moldada às conclusões.

#### 3.1 Tratamento de Dados

Com os documentos pesquisados, fez-se a importação dos dados bibliográficos para o software Excel. Ele ajuda o analista a realizar as diferentes etapas do fluxo de trabalho do mapeamento científico, desde a aquisição e pré-processamento de dados até a visualização e interpretação dos resultados e o software Iramuteq que permite fazer análises estatísticas sobre corpus textuais e sobre tabelas indivíduos/palavras.

Aplicando-se neste arquivo as leis da bibliometria como: a Lei de Lotka (produtividade científica de autores), a Lei de Bradford (produtividade de periódicos) e a Lei de Zipf (distribuição e a frequência de palavras em textos).

Iniciou-se com a Lei de Lotka que verifica a produtividade científica de autores. Para verificar esta lei:

1. Obteve-se os dados na base de dados Scopus (Analyze-Author) com as respectivas produtividades;
2. Usou-se a ferramenta de Tabela dinâmica na planilha eletrônica para obter as frequências;
3. Verificou-se os coeficientes da Lei de Lotka.

Para a Lei de Bradford que verifica a produtividade de periódicos de tal modo que se forem organizados em ordem de produtividade decrescente de artigos sobre um determinado assunto, o conjunto poderá ser dividido em um núcleo de periódicos mais particularmente dedicados ao assunto e vários grupos ou zonas contendo o mesmo número de artigos que o núcleo, então o número de periódicos no núcleo e em zonas sucessivas será proporcional a:  $1:n:n^2:n^3:...$  ( $n$  é chamado multiplicador de Bradford). Bradford adotou a separação da quantidade de artigos em 3 zonas, onde todas devem ter a mesma quantidade de artigos. A primeira zona ele chamou de núcleo, composto pelos periódicos mais especializados no assunto, as outras duas com os períodos menos especializados.

Para verificar a lei de Bradford:

1. Foi obtido o arquivo na base de dados Scopus (Analyze-Source), este arquivo contém os periódicos e as quantidades de artigos;
2. Ordenou-se os periódicos em ordem decrescente de produtividade;
3. Dividiu-se a listagem em três zonas, cada qual contendo o mesmo número de artigos, representado 1/3 da produção total.
4. Verificou-se quais são os periódicos mais dedicados ao assunto (núcleo)

Para a Lei de Zipf que relaciona a frequência de palavras usou-se o software *Iramuteq* onde primeiro se fez a construção do corpus do texto, que é o conjunto de unidades de contexto inicial que se pretende analisar, optou-se em analisar os resumos de cada artigo, também se pode fazer uma análise das palavras-chaves colocadas pelos autores.

Zipf propôs duas leis acerca da sua teoria: a primeira relacionada às palavras de alta frequência, ou seja, o número de palavras multiplicado pela frequência era igual a uma constante e a segunda relacionada às de baixa frequência, que propõe que as palavras de baixa frequência tem a mesma frequência (MOREIRA; SALERNO; TSUNODA, 2020).

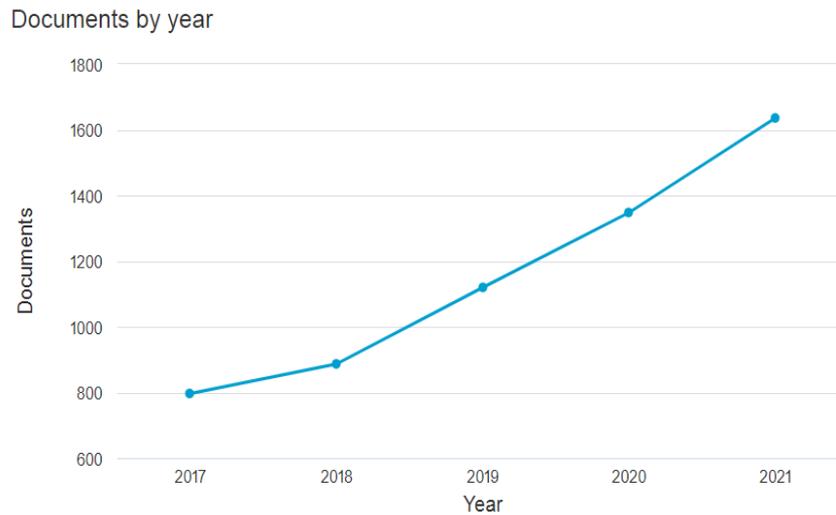
## 4 ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Coleta de dados

A busca e a coleta dos dados foram realizadas no mês de março de 2022 por meio de fontes secundárias, obtidas na base de dados Scopus. O Scopus é uma base de dados que apresenta resumos e citações e foi lançado em 2004. Esta base de dados apresenta artifícios para restrição de busca como tipo de acesso a publicação, ano da publicação, nome de autores, área de estudo, tipo de documento, título da fonte da publicação, palavras-chave, etc.

Optou-se pela busca de informações centrada na escolha de palavras-chave, delimitando o período de busca em cinco anos, 2017 a 2021. Considerando que mais de 83% dos documentos publicados sobre a influência dos poluentes atmosféricos nas doenças respiratórias na base Scopus ocorreram neste período conforme apresentado na Figura 1, sendo que, a partir de 2017, as pesquisas na área avançaram fortemente, demonstrando interesse dos pesquisadores na área de pesquisa, e a partir de 2018, alcançou um número de publicações anuais acima de 886 documentos, formando um pico no ano de 2021. Conforme mostra a figura 1.

Figura 1- Publicações no período de busca 2017-2021 na base Scopus com todas as palavras-chave da Tabela 1



Fonte: Scopus

A pesquisa é justificada pelo interesse em se observar a evolução recente dos temas vinculados à área, a partir de palavras-chave iniciais com critérios subjetivos, que são exigidos em conjunto nas publicações, no caso “air pollutants” (poluentes atmosféricos), "major air pollutants" (principais poluentes atmosféricos), “atmospheric contaminants” (contaminantes atmosféricos), "Respiratory diseases” (doenças respiratórias) e “respiratory disorders” (distúrbios concentrados), conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1-Strings de busca na base Scopus e dados de citação e co-citação

| String de busca   | Documentos |
|---|------------|
| “air pollutants” OR "major air pollutants" OR “atmospheric contaminants” AND FIRES                  | 53.483     |
| "Respiratory diseases” OR “respiratory disorders”   | 100.386    |
| "Respiratory diseases” AND "major air pollutants" OR “air pollutants” OR “atmospheric contaminants” | 5.788      |

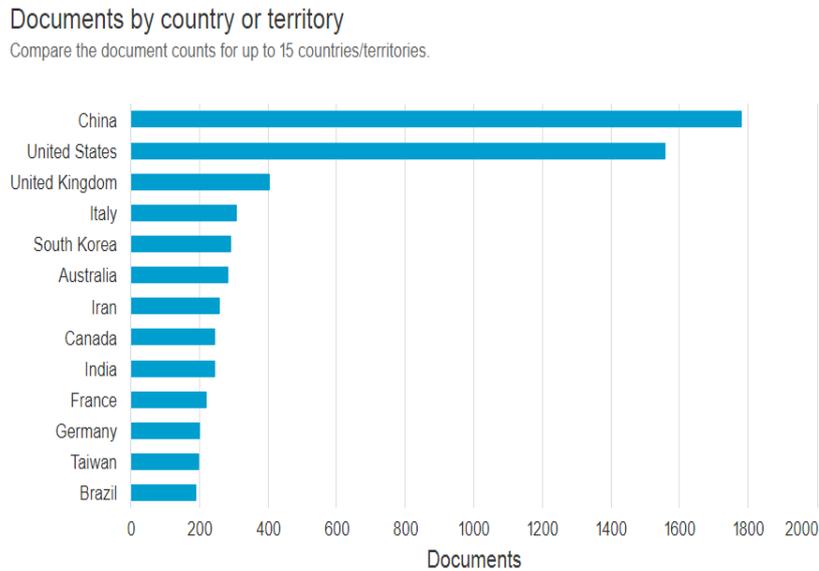
Fonte: Produzida pelo autor

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O processo de coleta na base de dados Scopus resultou em 5.788 artigos que foram coletados no mês de março de 2022. Em uma análise geral, países como China, EUA e Reino Unido lideram os interesses na área de influência de poluentes atmosféricos nas doenças respiratórias. A China publicou neste período, 2017-2021, 30,75%, Estados

Unidos publicou 26,99%, Reino Unido publicou 7,07%. Segundo a base de dados Scopus o Brasil tem 190 documentos publicados, cerca de 3,28%, muito pouco para um país que possui uma região de mata Amazônica. Pode ser visualizado na Figura 2.

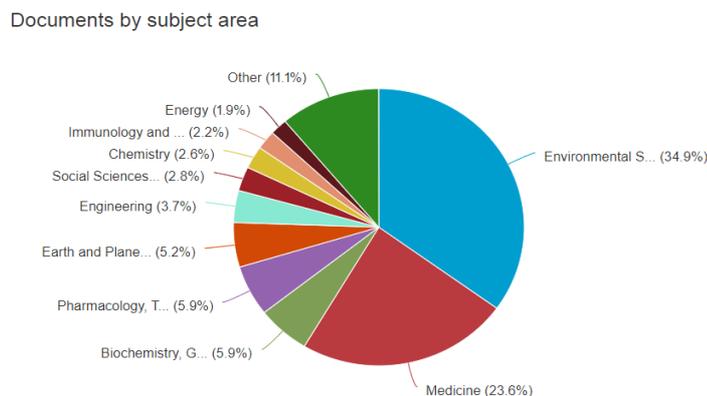
Figura 2: Documentos por país/território



Fonte: Scopus

Quanto às publicações por área, tem destaque a Ciência Ambiental e Medicina que representam juntas mais que 58,5% dos documentos publicados no período da pesquisa sobre este assunto (2017 a 2021). Conforme mostra a figura 3.

Figura 3: Documentos por área de assunto



Fonte: Scopus

Para a determinação da tabela, dos autores mais produtivos, foi utilizada a Lei de Lotka. Esta lei relaciona a produtividade de autores e o número de artigos publicados por eles, no caso foi realizado no período de 2017 a 2021, sendo fundamentada na premissa básica de que “*alguns pesquisadores publicam muito e muitos publicam pouco*” (MOREIRA; SALERNO; TSUNODA, 2020).

Pode-se observar que ocorre uma significativa quantidade de autores que publicam sobre o tema em questão. Com os dados apresentados 20% dos autores produzem 54,47% de publicações, uma quantidade significativa. Na Tabela 3 se verifica a lei de Lotka-Price.

Tabela 2: Tabela de Lotka e Price

| Autores | % Autores | Artigos publicados | % Artigos publicados | Lei de Lotka | Lei de Price |
|---------|-----------|--------------------|----------------------|--------------|--------------|
| 16433   | 76.0893   | 1                  | 0.0325               | 1            | 1            |
| 2630    | 12.1776   | 2                  | 0.0649               | 0.2500       | 0.1250       |
| 956     | 4.4265    | 3                  | 0.0974               | 0.1111       | 0.0370       |
| 491     | 2.2735    | 4                  | 0.1299               | 0.0625       | 0.0156       |
| 265     | 1.2270    | 5                  | 0.1623               | 0.0400       | 0.0080       |
| 166     | 0.7686    | 6                  | 0.1948               | 0.0278       | 0.0046       |
| 124     | 0.5742    | 7                  | 0.2273               | 0.0204       | 0.0029       |
| 73      | 0.3380    | 8                  | 0.2597               | 0.0156       | 0.0020       |
| 65      | 0.3010    | 9                  | 0.2922               | 0.0123       | 0.0014       |
| 52      | 0.2408    | 10                 | 0.3247               | 0.0100       | 0.0010       |
| 42      | 0.1945    | 11                 | 0.3571               | 0.0083       | 0.0008       |
| 28      | 0.1296    | 12                 | 0.3896               | 0.0069       | 0.0006       |
| 23      | 0.1065    | 13                 | 0.4221               | 0.0059       | 0.0005       |
| 23      | 0.1065    | 14                 | 0.4545               | 0.0051       | 0.0004       |
| 22      | 0.1019    | 15                 | 0.4870               | 0.0044       | 0.0003       |
| 18      | 0.0833    | 16                 | 0.5195               | 0.0039       | 0.0002       |
| 16      | 0.0741    | 17                 | 0.5519               | 0.0035       | 0.0002       |
| 15      | 0.0695    | 18                 | 0.5844               | 0.0031       | 0.0002       |
| 14      | 0.0648    | 19                 | 0.6169               | 0.0028       | 0.0001       |
| 12      | 0.0556    | 20                 | 0.6494               | 0.0025       | 0.0001       |
| 9       | 0.0417    | 21                 | 0.6818               | 0.0023       | 0.0001       |
| 9       | 0.0417    | 22                 | 0.7143               | 0.0021       | 0.0001       |
| 8       | 0.0370    | 23                 | 0.7468               | 0.0019       | 0.0001       |
| 7       | 0.0324    | 24                 | 0.7792               | 0.0017       | 0.0001       |
| 6       | 0.0278    | 25                 | 0.8117               | 0.0016       | 0.0001       |
| 6       | 0.0278    | 26                 | 0.8442               | 0.0015       | 0.0001       |
| 5       | 0.0232    | 27                 | 0.8766               | 0.0014       | 0.0001       |
| 5       | 0.0232    | 28                 | 0.9091               | 0.0013       | 0.0000       |
| 5       | 0.0232    | 29                 | 0.9416               | 0.0012       | 0.0000       |
| 4       | 0.0185    | 30                 | 0.9740               | 0.0011       | 0.0000       |
| 4       | 0.0185    | 31                 | 1.0065               | 0.0010       | 0.0000       |
| 3       | 0.0139    | 32                 | 1.0390               | 0.0010       | 0.0000       |

|       |        |      |        |        |        |
|-------|--------|------|--------|--------|--------|
| 3     | 0.0139 | 33   | 1.0714 | 0.0009 | 0.0000 |
| 3     | 0.0139 | 34   | 1.1039 | 0.0009 | 0.0000 |
| 3     | 0.0139 | 35   | 1.1364 | 0.0008 | 0.0000 |
| 3     | 0.0139 | 36   | 1.1688 | 0.0008 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 37   | 1.2013 | 0.0007 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 38   | 1.2338 | 0.0007 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 39   | 1.2662 | 0.0007 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 40   | 1.2987 | 0.0006 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 41   | 1.3312 | 0.0006 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 42   | 1.3636 | 0.0006 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 43   | 1.3961 | 0.0005 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 44   | 1.4286 | 0.0005 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 45   | 1.4610 | 0.0005 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 46   | 1.4935 | 0.0005 | 0.0000 |
| 2     | 0.0093 | 47   | 1.5260 | 0.0005 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 48   | 1.5584 | 0.0004 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 49   | 1.5909 | 0.0004 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 50   | 1.6234 | 0.0004 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 51   | 1.6558 | 0.0004 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 53   | 1.7208 | 0.0004 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 55   | 1.7857 | 0.0003 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 61   | 1.9805 | 0.0003 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 62   | 2.0130 | 0.0003 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 63   | 2.0455 | 0.0003 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 65   | 2.1104 | 0.0002 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 66   | 2.1429 | 0.0002 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 68   | 2.2078 | 0.0002 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 70   | 2.2727 | 0.0002 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 75   | 2.4351 | 0.0002 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 77   | 2.5000 | 0.0002 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 78   | 2.5325 | 0.0002 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 82   | 2.6623 | 0.0001 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 94   | 3.0519 | 0.0001 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 107  | 3.4740 | 0.0001 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 110  | 3.5714 | 0.0001 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 112  | 3.6364 | 0.0001 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 130  | 4.2208 | 0.0001 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 133  | 4.3182 | 0.0001 | 0.0000 |
| 1     | 0.0046 | 193  | 6.2662 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21597 |        | 3080 |        |        |        |

Fonte: Produzida pelo autor

Destacam-se, nestas condições, os seguintes autores: Zhang Y. com 193 artigos publicados neste período, Liu Y. com 133 artigos, Wang Y. com 130, Li X. com 112, Li Y. com 110 e Wang X. com 107, isso confirma porque a China está em primeiro lugar em publicações relacionada a este tema.

Na Tabela 4, apresentam-se os periódicos com maiores números de artigos publicados no período de 5 anos.

Tabela 3: Periódicos com maiores números de publicações

| Divisão       | Ordem | Periódicos  | Nº artigos | Relação de Bradford | Coefficiente de Bradford |
|---------------|-------|---|------------|---------------------|--------------------------|
| Núcleo<br>(a) | 1     | International Journal Of Environmental Research And Public Health | 353        | 1                   |                          |
|               | 2     | Science Of The Total Environment                                  | 310        |                     |                          |
|               | 3     | Environmental Science And Pollution Research                      | 250        |                     |                          |
|               | 4     | Environmental Research  | 244        |                     |                          |
|               | 5     | Environmental Pollution   | 214        |                     |                          |
| Zona 1<br>(b) | 6     | Environment International   | 206        | n                   | 5                        |
|               | 7     | Atmospheric Environment   | 118        |                     |                          |
|               | 8     | Atmosphere  | 82         |                     |                          |
|               | 9     | Ecotoxicology And Environmental Safety                            | 81         |                     |                          |
|               | 10    | Chemosphere   | 75         |                     |                          |
|               | 11    | Scientific Reports  | 75         |                     |                          |
|               | 12    | Environmental Science And Technology                              | 65         |                     |                          |
|               | 13    | Air Quality Atmosphere And Health                                 | 58         |                     |                          |
|               | 14    | Environmental Health A Global Access Science Source               | 54         |                     |                          |
|               | 15    | Aerosol And Air Quality Research                                  | 53         |                     |                          |
|               | 16    | Atmospheric Pollution Research                                    | 51         |                     |                          |
|               | 17    | Plos One  | 48         |                     |                          |
|               | 18    | Sustainability Switzerland  | 40         |                     |                          |

$$\sum b / \sum a$$

Fonte: Produzida pelo autor

Nessa análise, se utiliza a Lei de Bradford, também conhecida como lei de dispersão. Esta Lei permite calcular o grau de relevância dos periódicos em uma determinada área do conhecimento. Os cinco periódicos do núcleo são responsáveis por uma expressiva parcela (34%) do total da produção científica da área pesquisada.

Conforme a avaliação do quadriênio 2013-2016 da plataforma Sucupira da CAPES, a **International Journal Of Environmental Research And Public Health** é uma revista interdisciplinar de acesso aberto, tem uma grande abrangência nas áreas de ciências ambientais, saúde pública, saúde ambiental, etc. esta revista está classificada como A2 e fator de impacto<sup>1</sup> é de 3.390.

O segundo periódico de maior publicação sobre o tema é **Science Of The Total Environment**, periódico de classificação A1 e fator de impacto é de 7.963. Ela é uma

<sup>1</sup> Fator de impacto é a principal métrica utilizada para avaliar as revistas científicas por todo o mundo ao contabilizar as citações recebidas.

revista multidisciplinar de ciências naturais para publicação de pesquisas inovadoras, baseadas em hipóteses e de alto impacto sobre o meio ambiental.

A terceira revista que mais publica sobre o tema é **Environmental Science And Pollution Research**, periódico de classificação A1e o seu fator de impacto é de 4306. Atende todas as áreas da ciência ambiental e assuntos relacionados com ênfase em compostos químicos.

A quarta e quinta revistas são **Environmental Research** e **Environmental Pollution**, onde ambas têm classificação A1. As duas revistas são multidisciplinares e de abrangência global com ampla gama de disciplinas ambientais, fatores de impacto são de 6.498 e 8.071.

Na tabela 5, apresenta-se o ranqueamento das palavras-chave frequentemente mais indexadas pela base Scopus nos artigos recuperados sobre a temática em estudo utilizando-se a lei de Zipf, também denominada a lei do menor esforço.

Para essa análise se fez uso do software *Iramuteq*. Este software é utilizado no estudo das análises estatísticas de textos. Destina-se aos pesquisadores que trabalham com análise qualitativa de conteúdo textual, como entrevistas, documentos, artigos de revistas, jornais, notícias, etc.(SALVIATI, 2017).

As palavras pesquisadas representam Informação trivial ou básica, definindo, assim, os temas centrais dessa análise bibliométrica. Foi possível identificar que dos 5.788 artigos analisados existiam 1.318.199 ocorrências de palavras e 24.482 formas diferentes. O número do hápax<sup>2</sup> demonstrou que 0.71% de ocorrências correspondem a 38,13% das formas, ou seja, é quando uma palavra aparece registrada somente uma vez em um *corpus*.

O *corpus* é um conjunto de textos construído pelo pesquisador e que forma o objeto de análise, ou seja, pode ser um conjunto de artigos que foram publicados em determinado período em um jornal, revista, etc.(SALVIATI, 2017), conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 4: Ocorrência de palavras

| Palavras               | Classificação   | Frequência | %    | Palavras               | Classificação   | Frequência | %    |
|------------------------|-----------------|------------|------|------------------------|-----------------|------------|------|
| Particulate matter     | Não reconhecida | 1647       | 3,00 | Nitrogen dioxide       | Não reconhecida | 338        | 0,61 |
| Air plollution         | Não reconhecida | 1274       | 2,32 | Adverse event          | Não reconhecida | 329        | 0,6  |
| Human                  | Adjetivo        | 917        | 1,67 | Child                  | nome            | 327        | 0,6  |
| China                  | nome            | 785        | 1,43 | Ozone                  | nome            | 285        | 0,52 |
| Air pollutant          | Não reconhecida | 757        | 1,38 | Aged                   | adjetivo        | 283        | 0,52 |
| Environmental exposure | Não reconhecida | 689        | 1,26 | Particulate matter 2.5 | Não reconhecido | 273        | 0,5  |

<sup>2</sup> Segundo o dicionário Michaelis, hápax é uma palavra, termo ou expressão da qual há uma única abonação registrada ou documentada na língua.

|                          |                 |     |      |                             |                 |     |      |
|--------------------------|-----------------|-----|------|-----------------------------|-----------------|-----|------|
| Air pollutants           | Não reconhecida | 678 | 1,24 | Sulfur dioxide              | Não reconhecido | 245 | 0,45 |
| Article                  | nome            | 637 | 1,16 | Pollution exposure          | Não reconhecido | 234 | 0,43 |
| Female                   | adjetivo        | 593 | 1,08 | Major clinical study        | Não reconhecido | 217 | 0,4  |
| Male                     | adjetivo        | 587 | 1,07 | Respiratory disease         | Não reconhecido | 209 | 0,38 |
| Environmental monitoring | Não reconhecido | 417 | 0,76 | Concentration (composition) | Não reconhecido | 200 | 0,36 |
| Adult                    | Adjetivo        | 394 | 0,72 | Toxicity                    | Adjetivo        | 200 | 0,36 |
| Atmospheric pollution    | Não reconhecido | 382 | 0,7  | Covid-19                    | Não reconhecida | 199 | 0,36 |
| Controlled study         | Não reconhecido | 373 | 0,68 | Middle aged                 | Não reconhecido | 199 | 0,36 |
| Asthma                   | Nome            | 364 | 0,66 | Ambiente air                | Não reconhecido | 198 | 0,36 |
| Air quality              | Não reconhecido | 357 | 0,65 | Mortality                   | nome            | 197 | 0,36 |

Fonte: Produzido pelo autor com o uso do Excel

Nesta tabela pode-se verificar que as palavras mais citadas são Material Particulado e Poluição atmosférica nos artigos analisados. O que evidencia a importância dos estudos em relação a este tema, tão importante para o estudo das causas das doenças respiratórias.

O que possibilitou esta análise da maior frequência de palavras em textos científicos deve-se a Lei de Zipf que é uma lei de potência sobre a distribuição de valores de acordo com o número de ordem numa lista, ela permite estimar as frequências de ocorrência das palavras de um determinado texto científico e tecnológico, ou seja, o texto científico aborda algum conceito ou teoria, com base no conhecimento científico através da linguagem científica já o texto tecnológico visa educar em torno de alguma inovação tecnológica ou relacionada a tecnologia e a região de concentração de termos de indexação, ou palavras-chave, que um pequeno grupo de palavras ocorre muitas vezes e um grande número de palavras é de pequena frequência de ocorrência (GUEDES; BORSCHIVER, 2005).

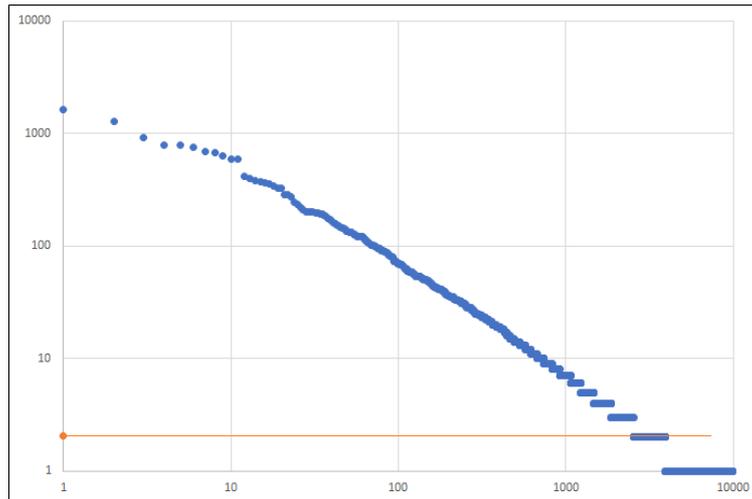
Goffman adaptou a lei de Zipf propondo um ponto de transição entre a alta e baixa frequência, denominado Ponto de Transição de Goffman. Goffman admitiu que havia uma região na lista de palavras, localizada entre as palavras de alta frequência e as de baixa frequência, esta região é chamada de ponto de transição, onde concentra as palavras mais significativas no texto(MAIA, 2016).

Este ponto é representado matematicamente pela expressão:

$$n = \frac{-1 + \sqrt{1 + 8I_1}}{2}$$

Onde  $n$  representa o ponto de Goffman,  $I_1$  é o número de palavras que tem frequência 1. No caso em estudo o ponto de Goffman calculado é de 2,038, o que é mostrado graficamente na Figura 4. Esse valor indica que a segunda palavra-chave encontra-se na cauda longa, composta por 1.274 termos.

Figura 2: Frequência das palavras- Lei de Zipf e Ponto T de Goffman



Fonte: Produzido pelo autor

Pode-se verificar na figura 3 o ponto de corte de Goffman e considera-se que os termos Particulate matter e Air plollution são os mais ligados ao tema pesquisado, confirmados pelas obras, com a maior frequência na contagem da frequência de palavras identificadas nos textos.

Esta análise propôs estudar métodos bibliométricos que proporcionam uma melhor busca em escrita científica, onde foram pesquisados 5.788 artigos referentes as palavras-chave propostas, observando-se qual o país com o maior número de produções científicas, quais foram as revistas que tiveram um maior número de publicações, os principais autores e as principais palavras que tiveram um maior número de inserções nos textos pesquisados.

## 6 CONCLUSÕES

Após a análise desenvolvida com os dados dos estudos bibliométricos apresentados, podemos verificar que em uma amostra de 5.788 artigos a poluição atmosférica vem sendo um assunto muito avaliado por pesquisadores na ocorrência das doenças respiratórias, principalmente poluentes que afetam a saúde humana e principalmente a origem desses poluentes.

A pesquisa buscou identificar os principais assuntos que estruturam o campo científico da poluição atmosférica em relação às doenças respiratórias, pode-se verificar que as áreas que mais publicam em relação a estes assuntos foram revistas relacionadas ao meio ambiente e medicina. Tendo como base um estudo bibliométrico de *co-word analysis* em periódicos publicados no *SCOPUS*, foram apresentados os principais tópicos abordados nos estudos relacionados à poluição atmosférica e doenças respiratórias no período de 2017 a 2021.

Foi identificado que ao longo do tempo os tópicos passaram por mudanças de acordo com o entendimento, aplicação e desenvolvimento de regras estabelecidas pela OMS. Podemos verificar que o material particulado vem se destacando como o principal agente causador das doenças respiratórias.

As análises dos autores identificaram Zhang Y., Liu Y., Wang Y., Li X., Li Y. e Wang X. como os pesquisadores com maior número de artigos e, conseqüentemente, com maior índice h, este índice tem o objetivo de quantificar a atividade científica e mensurar o impacto de pesquisadores baseando-se nos seus papers mais citados (LIMA; VELHO; FARIA, 2012), então verifica-se que este índice apresenta aderência com a Lei de Lotka.

Usando a Lei de Bradford para os periódicos, as revistas *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, *Science Of The Total Environment*, *Environmental Science And Pollution Research*, *Environmental Research e Environmental Pollution* foram as que mais publicaram artigos que tratam do assunto em questão e as que têm um maior fator de impacto. No Brasil ficou evidenciada a baixa participação em todos os aspectos abordados, pois como possui uma vasta área de vegetação e um alto índice de queimadas, poderia ocorrer um maior número de publicações. Talvez a baixa produtividade de artigos tenha como barreira a exigência das revistas, A1 e A2, que tenham um número expressivo de publicações em inglês.

Já com o uso da Lei de Zipf verificamos que as palavras que mais aparecem nos textos são *Particulate matter* e *Air pollution* como sendo as de maior valor semântico.

Conforme as análises apresentadas, não só esses temas foram objeto de pesquisa dos autores, mas outros temas foram abordados de acordo com o estudo bibliométrico de *co-word analysis*.

Esta pesquisa pode verificar que a maioria dos artigos evidenciou associação entre os problemas de saúde (doenças respiratórias) e a poluição atmosférica através do estudo bibliométrico, identificando os principais temas, além de outros considerados na pesquisa como básicos, periféricos e emergentes, junto às conexões existentes entre cada um.

Segundo Wang et al (2017), um dos autores que mais publicaram, no artigo intitulado “Air pollution and hospital visits for acute Upper and lower respiratory infections among children in Ningbo, China: A time-series analysis”, escreveram “Descobrimos que quatro poluentes ( $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ), foram significativamente associados com visitas hospitalares para casos agudos de infecções respiratórias superiores e inferiores.

Em 2021, também estes autores publicaram outro artigo, intitulado “Acute Effects of Air Pollution on Ischemic Heart Disease Hospitalizations: A Population-Based Time-Series Study in Wuhan, China, 2017–2018”, onde escrevem “O  $PM_{10}$  pareceu ter maiores efeitos em homens e naqueles sem hipertensão ou diabetes, enquanto  $NO_2$  e  $SO_2$  tiveram maiores efeitos no sexo feminino e naqueles com hipertensão ou diabetes”.

Segundo Huang et al (2021), no artigo intitulado “Correlation between air temperature, air pollutants, and the incidence of coronary heart disease in Liaoning Province, China: a retrospective, observational analysis”, relata que “A incidência de doença cardíaca em pacientes idosos com idade  $\geq 65$  anos foi relacionada com a interação das concentrações de  $NO_2$  e  $SO_2$ , e a interação da temperatura do ar e as concentrações de  $SO_2$ ,  $NO_2$  e  $O_3$ ”.

Os artigos citados mostram que  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$  estão em evidência nas causas das doenças respiratórias principalmente em crianças e idosos.

É de se esperar em uma análise futura que a classificação de grau de importância do tema tende a crescer, visto a sua importância para o meio ambiente e para a população em geral.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. A. A. **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais**. Em *Questão*, 12, n. 1, p. 11-32, 12/10 2006.
- CALIJURI, M. D. C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. 2013.
- COBO, M. J.; JÜRGENS, B.; HERRERO-SOLANA, V.; MARTÍNEZ, M. A. *et al.* **Industry 4.0: a perspective based on bibliometric analysis**. *Procedia Computer Science*, 139, p. 364-371, 2018/01/01/ 2018.
- GUEDES, V. L.; BORSCHIVER, S. **Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica**. Encontro Nacional de Ciência da Informação, 6, n. 1, p. 18, 2005.
- KARIMI, B.; SHOKRINEZHAD, B. **Air pollution and mortality among infant and children under five years: A systematic review and meta-analysis**. *Atmospheric Pollution Research*, 11, n. 6, p. 61-70, 2020. Review.
- KHANIABADI, Y. O.; SICARD, P.; TAKDASTAN, A.; HOPKE, P. K. *et al.* **Mortality and morbidity due to ambient air pollution in Iran**. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 7, n. 2, p. 222-227, 2019/06/01/ 2019.
- KIM, D.; CHEN, Z.; ZHOU, L.-F.; HUANG, S.-X. **Air pollutants and early origins of respiratory diseases**. *Chronic Diseases and Translational Medicine*, 4, n. 2, p. 75-94, 2018/06/01/ 2018.
- LIMA, R. A. D.; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L. D. **Bibliometria e "avaliação" da atividade científica: um estudo sobre o índice h**. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 17, p. 03-17, 2012.
- MA, Y.; YANG, S.; ZHOU, J.; YU, Z. *et al.* **Effect of ambient air pollution on emergency room admissions for respiratory diseases in Beijing, China**. *Atmospheric Environment*, 191, p. 320-327, 2018/10/01/ 2018.
- MAIA, M. **Produção científica em auditoria de informação: características do fenômeno da cauda longa e outros elementos de análise bibliométrica**. 2016.
- MALEKI, M.; ANVARI, E.; HOPKE, P. K.; NOORIMOTLAGH, Z. *et al.* **An updated systematic review on the association between atmospheric particulate matter pollution and prevalence of SARS-CoV-2**. *Environmental Research*, 195, 2021. Article.
- MATIAS, J. L. P.; DE OLIVEIRA, B. N. **Interface entre a natação e o tratamento da asma sob a perspectiva do paciente asmático**. *Cinergis*, 18, n. 4, p. 296-301, 2017.
- MOREIRA, P. S. D. C.; SALERNO, B. N.; TSUNODA, D. F. **Internet das coisas e aprendizado de máquina na área da saúde: uma análise bibliométrica da produção científica de 2009 a 2019**. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, 14, n. 1, 03/31 2020.
- Organização Mundial da Saúde (OMS)**. Disponível em: <https://www.who.int/pt>
- OUYANG, H.; TANG, X.; KUMAR, R.; ZHANG, R. *et al.* **Toward better and healthier air quality: Implementation of WHO 2021 global air quality Guidelines in asia**. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103, n. 7, p. E1696-E1703, 2022.

PRITCHARD, A. **Statistical Bibliography or Bibliometrics?** Journal of Documentation, 25, p. 348-349, 01/01 1969.

**Emissão de CO2 para gerar energia atingiu nível recorde em 2021.** Revista Galileu. Disponível em:

<https://umsoplaneta.globo.com/clima/noticia/2022/03/10/emissao-de-co2-para-gerar-energia-atingiu-nivel-recorde-em-2021.ghtml>. Acesso em: mar de 2022.

SALUD, O. M. D. L.; WELTGESUNDHEITSORGANISATION; ORGANIZATION, W. H.; ENVIRONMENT, E. C. F. **WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.** World Health Organization, 2021. 9240034226.

SALVIATI, M. E. **Manual do aplicativo Iramuteq.** Recuperado mar, 3, p. 2020, 2017.

SZYSZKOWICZ, M.; KOUSHA, T.; CASTNER, J.; DALES, R. **Air pollution and emergency department visits for respiratory diseases: A multi-city case crossover study.** Environmental Research, 163, p. 263-269, 2018/05/01/ 2018.

TAHERY, N.; GERAVANDI, S.; GOUDARZI, G.; SHAHRIYARI, H. A. *et al.* **Estimation of PM10 pollutant and its effect on total mortality (TM), hospitalizations due to cardiovascular diseases (HACD), and respiratory disease (HARD) outcome.** Environmental Science and Pollution Research, 28, n. 17, p. 22123-22130, 2021. Article.

ZHU, F.; DING, R.; LEI, R.; CHENG, H. *et al.* **The short-term effects of air pollution on respiratory diseases and lung cancer mortality in Hefei: A time-series analysis.** Respiratory Medicine, 146, p. 57-65, 2019/01/01/ 2019.