

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta
será disponibilizado somente a partir
de 27/11/2022.

LUCIANA CRISTINA POMPEO FERREIRA DA SILVA VIEIRA

O custo das mortes prematuras associadas à exposição ao material particulado:
o caso de São José dos Campos, SP

Luciana Cristina Pompeo Ferreira da Silva Vieira

O custo das mortes prematuras associadas à exposição ao material particulado:

o caso de São José dos Campos, SP

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, para obtenção do título de
Doutor em Engenharia Mecânica na área de
Energia – Gestão Ambiental e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa
Nascimento

V658c	Vieira, Luciana Cristina Pompeo Ferreira da Silva O Custo das mortes prematuras associadas à exposição ao material particulado: o caso de São José dos Campos, SP / Luciana Cristina Pompeo Ferreira da Silva Vieira – Guaratinguetá, 2020 66 f. : il. Bibliografia: f. 60-66 Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2020. Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento 1. Ar - poluição. 2. Sistema cardiovascular – doenças. 3. Mortalidade infantil. I. Título. CDU 614.71(043)
-------	--

Luciana Máximo

Bibliotecária-CRB-8/3595

LUCIANA CRISTINA POMPEO FERREIRA DA SILVA VIEIRA

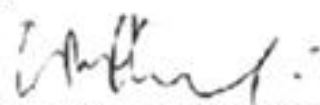
**ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”**

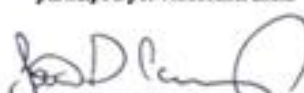
**PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO: DOUTORADO**

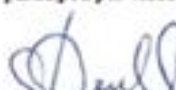
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

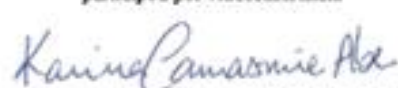

Prof. Dr. Ivonete Ávila
Coordenadora

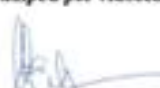
BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. LUIZ FERNANDO COSTA NASCIMENTO
Orientador / UNESP/FEG
participou por videoconferência


Prof. Dr. JOÃO ANDRADE DE CARVALHO JÚNIOR
UNESP/FEG
participou por videoconferência


Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO PERRELLA BALESTIERI
UNESP/FEG
participou por videoconferência


Profa Dra. KARINA CASMAMIE ABE
UNIFESP
participou por videoconferência


Prof. Dr. LUIZ FELIPE SILVA
UNIFEI
participou por videoconferência

Novembro de 2020

DADOS CURRICULARES

LUCIANA CRISTINA POMPEO FERREIRA DA SILVA VIEIRA

NASCIMENTO 10.01.1983 – Guaratinguetá / SP

FILIAÇÃO Ariovaldo Ferreira da Silva
Maria Leticia Pompeo Ferreira da Silva

2001 / 2004 Curso de Graduação
Licenciatura em Matemática
Centro Universitário Salesiano de São Paulo
Campus de Lorena - UNISAL

2013 / 2015 Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado
Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Dedico essa tese a minha filha Isabella, luz da minha vida, e ao meu marido Nilson, meu grande incentivador e colaborador.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, que permitiu que tudo isso acontecesse, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades;

Ao Professor Doutor Luiz Fernando Costa Nascimento, pela confiança a mim depositada e pelo incentivo;

Aos professores João Andrade de Carvalho Junior, Ivonete Ávila, Teófilo Miguel de Souza pelos conhecimentos e competências transmitidas em meu percurso acadêmico;

Ao meu querido marido e amigo Nilson por sempre estar ao meu lado, pelo carinho, compreensão e cumplicidade;

A minha querida filha Isabella, pelo amor que me move;

Ao meu pai Ariovaldo e minha mãe Maria Letícia que com muito carinho e apoio não mediram esforços para que eu chegasse até aqui;

Ao meu irmão Ariovaldo Junior e sua família pela compreensão de minha ausência;

A Universidade Estadual Paulista – UNESP / FEG pela oportunidade;

Ao CCI “Pingo de Gente” da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, UNESP, que cuidaram com carinho e dedicação da Isabella enquanto eu desenvolvia essa pesquisa.

A minha amiga Professora Claudete Aparecida da Silva Guedes que prontamente se dispôs a me auxiliar;

E a todos amigos e colegas que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

RESUMO

A poluição atmosférica contribui para o aumento das taxas de morbidade e mortalidade como tem sido relatado em vários estudos. Poucos são os estudos em cidades de médio porte que quantificam os anos perdidos, ou vividos com incapacidade, associados à exposição à poluição do ar, ou valoram os anos perdidos por essa exposição. O objetivo desta tese é quantificar os anos de vida perdidos (YLL) ou anos vividos com incapacidade (YLD), por doenças cardiovasculares, associados à exposição ao PM_{10} , utilizando o método DALY, e estimar o custo da mortalidade prematura, utilizando o indicador VOLY, para a cidade de São José dos Campos – SP, para os anos de 2016, 2017 e 2018. A população de estudo foram os residentes em São José dos Campos, com idade igual ou superior a 40 anos, de ambos os sexos. Para uma média diária de $21 \mu g/m^3$ de PM_{10} , e um $RR = 1.081$ (IC 95% 1.012 - 1.155), com um $RAP = 0,075$, os resultados obtidos foram 196,19 anos de vida perdidos prematuramente para o sexo masculino e 177,46 anos para o sexo feminino, e para os anos vividos com incapacidade foram 1419,11 e 926,60 anos para o sexo masculino e feminino respectivamente, o que resulta em um DALY total de 2756,35 anos perdidos ou vividos com incapacidade para ambos os sexos e um valor de aproximados US \$ 21.400.000 em anos perdidos prematuramente devido à exposição ao PM_{10} . Esses resultados confirmam que o DALY fornece uma estratégia complementar para avaliar e estimar os anos perdidos ou vividos com incapacidade sobre o efeito da exposição ao poluente do ar PM_{10} , fortalecendo a necessidade de políticas públicas que contemplem a redução da emissão de poluentes na atmosfera, contribuindo assim com a economia local.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição do ar. Anos de vida vividos com incapacidade. Anos de vida perdidos. Doenças cardiovasculares. DALY. VOLY.

ABSTRACT

Air pollution contributes to the increase in morbidity and mortality rates as has been reported in several studies. Few studies in medium-sized cities quantify the years lost, or lived with a disability, associated with exposure to air pollution, or value the years lost by this exposure. The objective of this thesis is to quantify the years of life lost (YLL) or years lived with disability (YLD), due to cardiovascular diseases, associated with exposure to PM₁₀, using the DALY method, and to estimate the cost of premature mortality, using the VOLY indicator, for the city of São José dos Campos - SP, for the years 2016, 2017 and 2018. The study population were residents in São José dos Campos, aged 40 years or over, of both sexes. For a daily average of 21 µg / m³ of PM₁₀, and an RR = 1,081 (95% CI 1,012 - 1,155), with a RAP = 0,075, the results obtained were 196,19 years of life prematurely lost for males and 177,46 years for females, and for years lived with disability were 1419,11 and 926,60 years for males and females respectively, which results in a total DALY of 2756,35 years lost or lived with disability for both sexes and an approximate value of US \$ 21.400.000 in years lost prematurely due to exposure to PM₁₀. These results confirm that DALY provides a complementary strategy to assess and estimate the years lost or lived with disability on the effect of exposure to the PM₁₀ air pollutant, strengthening the need for public policies that include reducing the emission of pollutants into the atmosphere, contributing so with the local economy.

KEYWORDS: Air pollution. Years of life lived with disability. Years of life lost. Cardiovascular diseases. DALY. VOLY.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Vale de Meuse, Bélgica.....	15
Figura 2	Uma fábrica em Donora, na Pensilvânia, emitindo nuvens de fumaça em 1948.....	16
Figura 3	Grande Nevoeiro de 1952 em Londres.....	17
Figura 4	Mapa do município de São José dos Campos – SP.....	27
Figura 5	Portal DATASUS.....	29
Figura 6	Caminho para acesso aos arquivos do DATASUS.....	30
Figura 7	Caminho para obter a planilha DATASUS.....	30
Figura 8	Arquivo para baixar planilhas DATASUS.....	31
Figura 9	Arquivos para downloads para obter planilha DATASUS.....	32
Figura 10	Planilha fornecida pelo DATASUS.....	33
Figura 11	Planilha filtrada.....	33
Figura 12	Portal da CETESB.....	34
Figura 13	Acesso ao Sistema.....	34
Figura 14	Acesso aos relatórios da CETESB.....	35
Figura 15	Acesso aos Relatórios – Valores Diários.....	35
Figura 16	Planilha do Relatório e Valores Diários.....	36
Figura 17	Expectativa de vida ao nascer – Brasil.....	37
Figura 18	Distribuição diária das concentrações de PM ₁₀ (µg/m ³) para o ano de 2016 em São José dos Campos – SP.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013).....	19
Tabela 2	Estrutura do índice de qualidade do ar, segundo concentrações dos poluentes divulgado pela CETESB, 2014.....	20
Tabela 3	Qualidade do ar e efeitos à saúde.....	21
Tabela 4	Anos potenciais de vida perdidos.....	37
Tabela 5	Peso da incapacidade.....	45
Tabela 6	Valores médio, desvio padrão, mínimo e máximo da variável PM ₁₀ para o ano de 2016 em São José dos Campos – SP.....	46
Tabela 7	Médias do PM ₁₀ (µg/m ³) nas cidades de: Campinas, Cubatão, Santos, São José dos Campos, São José do Rio Preto, Santo André e Ribeirão Preto.....	48
Tabela 8	Anos de vida perdidos e seu risco atribuível proporcional.....	49
Tabela 9	Anos de vida perdidos para o sexo masculino.....	50
Tabela 10	Anos de vida perdidos para o sexo feminino.....	50
Tabela 11	Anos de vida vividos com incapacidade e seu risco atribuível proporcional.....	50
Tabela 12	Anos de vida vividos com incapacidade para o sexo masculino.....	51
Tabela 13	Anos de vida vividos com incapacidade para o sexo feminino.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVE	Acidente Vascular Encefálico
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CO	Monóxido Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
OMS	Organização Mundial de Saúde
DALY	<i>Disability Adjusted Life Years</i>
DATASUS	Departamento de Informações e Informática do Sistema Único de Saúde
FMC	Fumaça
GBD	<i>Global Burden of Disease and injury Series</i>
IHME	<i>Institute for Health Metrics and Evaluation</i>
NO	Óxido de Nitrogênio
O	Ozônio
PIB	Produto Interno Bruto
PM	Material Particulado
PTS	Partículas Totais em Suspensão
RR	Risco Relativo
SO ₂	Dióxido de Enxofre
VOLY	<i>Value of Life Year</i>
YLD	<i>Years Lived with Disability</i>
YLL	<i>Years of Life Lost</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	BREVE HISTÓRICO DA POLUIÇÃO PELO MUNDO.....	15
2.2	POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	17
2.3	EFEITOS DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS NA SAÚDE.....	22
2.4	O CUSTO DA POLUIÇÃO.....	24
3	MATERIAL E MÉTODO.....	27
3.1	TIPO DE ESTUDO.....	27
3.2	LOCAL DE ESTUDO.....	27
3.3	DADOS DE MORTALIDADE E MORBIDADE.....	28
3.4	DADOS DE EXPECTATIVA DE VIDA.....	36
3.5	<i>DISABILITY ADJUSTED LIFE YEARS</i>	38
3.6	<i>GLOBAL BURDEN OF DISEASE AND INJURY SERIES</i>	38
3.7	COMPONENTE YLL.....	39
3.8	COMPONENTE YLD.....	41
3.9	DADOS DE RISCO RELATIVO.....	42
3.10	<i>VALUE OF LIFE YEAR</i>	44
3.11	APLICAÇÃO DO <i>DALY</i>	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1	POLUENTE PM ₁₀	46
4.2	ANOS DE VIDA PERDIDOS (YLL).....	49
4.3	ANOS DE VIDA VIVIDOS COM INCAPACIDADE (YLD).....	50
4.4	DALY.....	51
4.5	VOLY.....	52
5	CONCLUSÃO.....	59
	REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos nocivos à saúde relacionados à exposição à poluição atmosférica têm sido foco de estudos epidemiológicos em todo o mundo e, de modo geral, os resultados indicam associação entre essa exposição e a mortalidade e morbidade por diferentes causas, com destaque para as doenças cardiovasculares e respiratórias.

As emissões atmosféricas que contaminam o ar podem ser provenientes de fontes fixas (indústria e usinas termoelétricas) e móveis (veículos automotores), impactando diretamente na qualidade do ar local, regional e global, afetando a saúde pública. Em 2012 a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou cerca de sete milhões de mortes no mundo decorrentes da poluição do ar a partir de fontes urbanas e rurais (MIRAGLIA, 2014).

Segundo a OMS (WHO, 2014), os altos níveis de poluição do ar são muitas vezes consequências de políticas insustentáveis em setores como o de transportes. Essas ações políticas, em sua grande maioria, não se utilizam de estratégias mais sustentáveis, por serem economicamente inviáveis no momento presente, mas, que, a longo prazo, gerariam uma redução dos custos de cuidado com a saúde.

A poluição do ar está associada a fontes naturais e antropogênicas. As fontes naturais são as erupções vulcânicas, os incêndios florestais não criminosos e as tempestades de areia, e as fontes antropogênicas são a queima de lixos, indústrias e a queima de combustível pela frota veicular. No ano de 2018 no Brasil, a fonte antropogênica que se destacou foi a da queima de combustível pela frota veicular, que totalizava um pouco mais de 100 milhões de veículos, e 41,1% desta frota está concentrada nas regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Salvador, Vitória, Curitiba, Campinas, Rio de Janeiro e Baixada Santista segundo o Ministério da Infraestrutura (BRASIL a, 2018).

No mesmo ano, ocorreram cerca de 1,1 milhão de internações por doenças do aparelho circulatório no Brasil, sendo que no estado de São Paulo foram cerca de 250 mil. O custo dessas internações no Brasil foi de aproximados R\$ 2,5 bilhões e no estado de São Paulo foi de pouco mais de R\$ 630 milhões (BRASIL b, 2018).

Estudos como o de Abe e Miraglia (2016), Amâncio e Nascimento (2012), Negrisoli e Nascimento (2013), Tuan, Venâncio e Nascimento (2016), entre outros, demonstram que intervenções governamentais para a redução da poluição atmosférica possuem benefício direto na qualidade do ar e nos efeitos para a saúde, reduzindo a mortalidade e a morbidade cardiorrespiratória. Os efeitos observados excederam as previsões derivadas dos estudos de série temporal.

A forma de avaliação pela utilidade de bens mercantis e pelo uso como principal meio de troca para diversos bens e serviços é a grande motivação do emprego de unidades monetárias como métrica para variações de risco e estado de saúde, sendo que o cálculo da perda de produtividade avaliada por meio da variação da produção, do rendimento e do consumo e a estimativa do valor monetário atribuído à redução do risco de morte são métodos que dizem respeito à valoração da mortalidade.

Ostro e Chestnut (1998) calcularam que a diminuição nas concentrações de material particulado fino ($PM_{2,5}$) nos Estados Unidos poderia gerar uma economia anual de US \$ 55 bilhões.

Os efeitos da diminuição das concentrações dos poluentes do ar podem ser traduzidos numa redução no número de internações ou óbitos (AMÂNCIO; NASCIMENTO, 2012; TUAN, VENÂNCIO; NASCIMENTO, 2016; CÉSAR et al., 2016). No trabalho desenvolvido por Amâncio e Nascimento, a exposição ao dióxido de enxofre (SO_2) foi significativamente associada à mortalidade por doença circulatória; foram considerados indivíduos com mais de 50 anos e residentes em São José dos Campos – SP, sugerindo que os residentes em cidades brasileiras de porte médio com características semelhantes às de São José dos Campos provavelmente têm problemas de saúde devido à exposição a poluentes atmosféricos.

No Brasil, a metodologia *DALY*, utilizada por Miraglia et al. (2005), revelou que os custos da morte prematura em decorrência à exposição a poluentes do ar se situam em uma faixa entre 1,7 e 3,5 bilhões de dólares. Essa estimativa refere-se às crianças e à população idosa para a cidade de São Paulo. Abe e Miraglia (2016) avaliaram o impacto na saúde da poluição do ar na cidade de São Paulo para os anos de 2009 a 2011 e concluíram que, com a redução de $PM_{2,5}$ de $5 \mu g/m^3$, cerca de 1724 mortes seriam evitadas, resultando em um ganho de US \$4,96 bilhões anualmente.

A justificativa desta tese é a escassez de estudos nacionais em cidades de médio porte quantificando o custo de uma morte prematura. É essencial quantificar esse custo para estabelecer prioridades de atendimento, pesquisas em saúde e investir em políticas públicas para a diminuição de emissões de poluentes atmosféricos.

Assim, o objetivo desta tese é buscar a associação entre o poluente PM_{10} e as internações e óbitos por doenças vasculares tomando a cidade de São José dos Campos – SP como base de dados para a validação desta hipótese, estimar os custos financeiros destas mortes prematuras, considerando os anos potenciais de vida perdidos, por doenças cardiovasculares associadas à exposição ao poluente do ar material particulado (PM_{10}) utilizando-se do estudo de método

Disability Adjusted Life Years (DALY) ou Anos de Vida Perdidos e Vividos com Incapacidades e o indicador *Value of Life Year (VOLY)* para os anos de 2016 a 2019.

5 CONCLUSÃO

Utilizando o indicador *DALY* foi possível calcular o ônus da poluição do ar na saúde da população do município de São José dos Campos – SP, e foi estimado em 2756,35 anos de vida perdidos e vividos com incapacidade para três anos consecutivos 2016, 2017 e 2018. Para esse resultado foi considerada a mortalidade e morbidade causadas por doenças cardiovasculares para uma população acima ou igual a 40 anos de idade.

Realizou-se também o cálculo do ônus da poluição na saúde separado por sexo, e pode-se concluir que o sexo masculino adoece mais que o sexo feminino e, conseqüentemente, os números da mortalidade para o sexo masculino é maior. Sendo assim, o sexo feminino vive mais que o sexo masculino. Para dois dos três anos estudados a mortalidade do sexo masculino foi maior que a mortalidade do sexo feminino.

Estimou-se o custo dessas mortes prematuras para a economia, e que resultou em pouco mais de US \$ 21 milhões para os três anos, o que representa uma perda de cerca de US \$ 7 milhões anualmente.

Com a avaliação apresentada neste trabalho, o gestor público, de posse dessas informações, perceberá a importância de se desenvolver políticas públicas para contribuir com a redução de emissão de poluentes na atmosfera e com isso diminuir o impacto negativo nos cofres públicos, gerando economia para o município.

REFERÊNCIAS

- ABE, K.; MIRAGLIA, S. Health impact assessment of air pollution in São Paulo, Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 13, n.7, p. 694, 2016.
- ABE, K. C. *et al.* PM₁₀ exposure and cardiorespiratory mortality: estimating the effects and economic losses in São Paulo, Brazil. **Aerosol and Air Quality Research**, Taoyuan, v. 18, p. 3127-3133, 2018.
- AMÂNCIO, C. T.; NASCIMENTO, L. F. Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 302-307, 2012.
- AMÂNCIO, C. T.; NASCIMENTO, L. F. Environmental pollution and deaths due to stroke in a city with low levels of air pollution: ecological time series study. **São Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 132, n. 6, p. 353-358, 2014.
- ANDRÉ, P. A.; VORMITTAG, E. M. P. A. A.; SALDIVA, P. H. N. **Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética no transporte público na cidade de São Paulo**. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017. Disponível em: <https://www.saudeesustentabilidade.org.br/publicacao/pesquisa-avaliacao-e-valoracao-dos-impactos-da-poluicao-do-ar-na-saude-da-populacao-decorrente-da-substituicao-da-matriz-energetica-no-transporte-publico-na-cidade-de-sao-paulo/>. Acesso em: 21 nov. 2019.
- BICKEL, P.; FRIEDRICH, R. EUROPEAN COMMISSION. **ExternE externalities of energy methodology 2005 update**. Peter Bickel and Rainer Friedrich (ed.). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung - IER Universität Stuttgart, Germany, 2004. 270 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/232075838_ExternE_Externalities_of_Energy_Methodology_2005_Update Acesso em 02 mar. 2017.
- BRAGA, A. *et al.* Poluição atmosférica e saúde humana. **Revista USP**, São Paulo, n. 51, p. 58-71, 2001.
- BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 09 dez. 2018a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Departamento de Informática do SUS: DATASUS**. Portal da Saúde. Disponível em: www2.datasus.gov.br/. Acesso em: 18 maio 2018b.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Conama 03/90**: estabelece critérios de classificação da balneabilidade. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 14 nov. 2018c

CAETANO, R. O custo da poluição. **Isto é dinheiro**. São Paulo, 08 dez. 2017. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/o-custo-da-poluicao/>. Acesso em: 15 dez. 2018.

CARNESECA, E. C.; ACHCAR, J. A.; MARTINEZ, E. Z. Association between particulate matter air pollution and monthly inhalation and nebulization procedures in Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 8, p. 1591-1598, ago. 2012.

CESAR, A. C. G. *et al.* Material particulado fino estimado por modelo matemático e internações por pneumonia e asma em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 18-23, mar. 2016.

CIRINO, F. DOS S. **Efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde de crianças em seis municípios com diferentes perfis de fontes de poluentes**. 2018. 92 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 30, n. 86, p. 83-97, 2016.

DAVID, G. S.; RIZOL, P. M. S. R.; NASCIMENTO, L. F. C. Modelos computacionais Fuzzy para avaliar efeitos da poluição do ar em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 10-16, mar. 2018.

FERNANDEZ, R. N.; ABDALLAH, P. R.; MENEZES, G. Custo das doenças respiratórias associadas à poluição atmosférica: um estudo de caso para a cidade do Rio Grande – RS. **Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, n. 22, 2010.
DOI:<http://dx.doi.org/10.5902/red.v0i22.3407>. Disponível em:
<https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/3407>. Acesso em: 13 mar. 2019.

FREITAS, C. *et al.* Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 751-757, 2004.

GAVINIER, S.; NASCIMENTO, L. F. C. Poluentes atmosféricos e internações por acidente vascular encefálico. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 390-401, 2014.

GOOGLE MAPS. **Mapa da cidade de São José dos Campos** – SP. Disponível em:
<https://www.google.com.br/maps/place/S%C3%A3o+Jos%C3%A9+dos+Campos,+SP/@-23.1891287,-46.0031001,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94cc4bb3858cc2e7:0xba25a33168f8c1!8m2!3d-23.223701!4d-45.9009074?hl=pt-BR>. Acesso em: 08 fev. 2020.

GOUVEIA, N. *et al.* Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, 2006.

GRANDE IMPACTO AMBIENTAL. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=blyN42zpAYM>. Acesso em: 10 dez. 2018.

ANDRÉ, P. A.; VORMITTAG, E. M. P. A. A.; SALDIVA, P. H. N. **Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética no transporte público na cidade de São Paulo**. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017. Disponível em: <https://www.saudeesustentabilidade.org.br/publicacao/pesquisa-avaliacao-e-valoracao-dos-impactos-da-poluicao-do-ar-na-saude-da-populacao-decorrente-da-substituicao-da-matriz-energetica-no-transporte-publico-na-cidade-de-sao-paulo/>. Acesso em: 25 nov. 2018.

HAMIL, S. D. Unveiling a Museum, a Pennsylvania Town Remembers the Smog That Killed 20. **The New York Times**, New York, 1 nov. 2008. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2008/11/02/us/02smog.html>. Acesso em: 10 dez. 2018.

HE, TIANFENG *et al.* Ambient air pollution and years of life lost in Ningbo, China. **Scientific Reports**, London, v. 6, n. artigo. 22485, 2016.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. 2014. Disponível em: http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico_Qualidade_do_Ar_Versao_Final_Std.pdf. Acesso em: 13 dez. 2018.

KNIGHT, V. M.; YOUNG, C. E. F. Custo da poluição gerada pelos ônibus urbanos na RMSP. In: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 34., 2006, Salvador. **Anais eletrônicos**. Salvador: ANPEC, 2006. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A069.pdf>. Acesso em: 15 maio 2017.

HAIQING, L.; HONG, Q ; LINWEI, T. Short-term effects of fine particulate matter on acute myocardial infraction mortality and years of life lost: a time series study in Hong Kong. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 615, n. 15, p. 558-563, fev. 2018.

LI, J. *et al.* Short term effect of PM_(2.5) on cardiovascular mortality in residents in Changping district, Beijing. **Chinese Journal of Epidemiology**. v.40, n. 3, p. 331-334, fev. 2019.

MARTINS, L. C. *et al.* Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 220-229, 2001.

MARTINEZ, G. S. *et al.* health impacts and economic costs of air pollution in the metropolitan area of Skopje. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 15, n. 4, p. 626, 2018.

MARTINEZ, J. **Great smog of London**. Disponível em: <https://www.britannica.com/event/Great-Smog-of-London>. Acesso em: 10 dez. 2018.

MIRAGLIA, S. G. El K. **O ônus da poluição atmosférica sobre a população do município de São Paulo: uma aplicação do método DALY; estimativa em anos de vida perdidos e vividos com incapacidades**. 2002. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MIRAGLIA, S. G. E. K.; SALDIVA, P. H. N.; BÖHM, G. M. An evaluation of air pollution health impacts and costs in São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, Jeffersonville, v. 35, p. 667-676, 2005.

MIRAGLIA, S. G. El K.; GOUVEIA, N. Custos da poluição atmosférica nas regiões metropolitanas brasileiras. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 10, p. 4141-4147, 2014.

MORAES, A. C. L. *et al.* Sibilância em crianças e adolescentes vizinhos a uma indústria petroquímica no Rio Grande do Norte, Brasil. **Jornal de Pediatria**, Porto Alegre, v. 86, n. 4, p. 337-344, 2010.

MUKAI, A. O.; ALVES, K. S. C.; NASCIMENTO, L. F. C. Análise espacial das internações por pneumonia na região do Vale do Paraíba (SP). **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 35, n. 8, p. 753-758, 2009.

MURRAY, C. J. L., LOPEZ, A. D. **The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020.** Boston: Harvard School of Public Health; 1996.

NASCIMENTO, L.F.C. Air pollution and cardiovascular hospital admissions in a medium-sized city in São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 44, n. 7, p. 720-724, jul. 2011.

NASCIMENTO, L. F. C. *et al.* Environmental pollutants and stroke-related hospital admissions. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 7, p. 1319-1324, 2012.

NASCIMENTO, L. F. C.; FRANCISCO, J. B. Particulate matter and hospital admission due to arterial hypertension in a medium-sized Brazilian city. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 8, p. 1565-1571, 2013.

NASCIMENTO, L. F. C.; MODOLO, M. C. C.; CARVALHO JR., J. A. Atmospheric pollution effects on childhood health: an environmental study in the Paraíba Valley. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 4, n. 4, p. 367-374, 2004.

NEGRISOLI, J.; NASCIMENTO, L. F. C. Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 501-506, 2013.

OMS. **Organização Mundial de Saúde**. Disponível em: <https://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>. Acesso em: 23 jan. 2017.

OSTRO, B.; CHESTNUT, L. Assessing the health benefits of reducing particulate matter air pollution in the United States. **Environmental Research**, Maryland Heights, v. 76, p. 94-106, 1998.

OSWALD, V. Poluição já custa à China US\$ 1 bilhão por dia. **O Globo**, Rio de Janeiro, 05 jan. 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/poluicao-ja-custa-china-us-1-bilhao-por-dia-20729984>. Acesso em: 15 dez. 2018.

PANDYA, R. J. *et al.* Diesel exhaust and asthma: hypotheses and molecular mechanism of action. **Environmental Health Perspectives**, North Carolina, v. 110, suppl 1, p. 103-112, 2002.

ROVIRA, J.; DOMINGO, J. L.; SCHUHMACHER, M. Air quality, health impacts and burden of disease due to air pollution (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ and O₃): Application of AirQ+ model to the Camp de Tarragona County (Catalonia, Spain). **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 703, n. 10, p. 135538, fev. 2020.

RUSSO, P. R. Poluição atmosférica: refletindo sobre a qualidade ambiental em áreas urbanas. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 2, n.1, 2002. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/poluicao-atmosferica-refletindo-sobre-a-qualidade-ambiental-em-areas-urbanas> 2014. Acesso em: 9 out. 2018.

SALOMON, J. A. *et al.* Disability weights for the global burden of disease 2013 study. **The Lancet Global Health**, London, v. 3, p. 712–723, nov. 2015.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Relatório de qualidade do ar. 2017**. Disponível em: <http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>. Acesso em: 14 nov. 2018.

TUAN, T. S.; VENÂNCIO, T. S.; NASCIMENTO, L. F. C. Efeitos da exposição a poluentes do ar no infarto agudo do miocárdio, segundo gêneros. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 107, n. 3, p. 216-222, set. 2016.

VIENNEAU, D. *et al.* Years of life lost and morbidity cases attributable to transportation noise and air pollution: a comparative health risk assessment for Switzerland in 2010. Citation Data. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, Muenchen, v. 218, n. 6, p. 514-521, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **7 million premature deaths annually linked to air pollution**. WHO. 2005 Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>. Acesso em: 15 dez. 2018.

YANG, JUN *et al.* Estimating years of life lost from cardiovascular mortality related to air pollution in Guangzhou, China. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 573, n. 15, p. 1566-1572, dez. 2016.

ZENG QIANG *et al.* Construction of AQHI based on the exposure relationship between air pollution and YLL in northern China. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 710, n. 25, p. 136264, mar. 2020.