

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta _____
será disponibilizado somente a partir
de 01/09/2023

ADRIAN BLANCO MACHÍN

**Poluição do ar e mortalidade cardiovascular, estimativa da carga
da doença e perdas econômicas em Cuiabá, MT**

Adrian Blanco Machín

**Poluição do ar e mortalidade cardiovascular, estimativa da carga
da doença e perdas econômicas em Cuiabá, MT**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia
do Campus de Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Doutor em
Engenharia Mecânica na área de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa
Nascimento

Guaratinguetá/SP
2021

M149p	Machín, Adrian Blanco Poluição do ar e mortalidade cardiovascular, estimativa da carga da doença e perdas econômicas em Cuiabá, MT / Adrian Blanco Machín – Guaratinguetá, 2021 98 f. : il. Bibliografia: f. 78-91 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2021. Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento 1. Poluição do ar. 2. Doenças cardiovasculares. 3. Coração-Doenças. I. Título. CDU 614.71(043)
-------	---

Luciana Máximo

Bibliotecária-CRB-8/3595

ADRIAN BLANCO MACHIN

**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

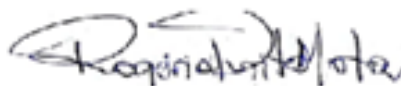
Prof. Dr. Manoel Cléber de Sampaio Alves
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



PROF. DR. LUIZ FERNANDO COSTA NASCIMENTO

Orientador / UNESP/FEG
participou por videoconferência



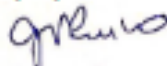
PROF. DR. ROGERIO PINTO MOTA

UNESP/FEG
participou por videoconferência



PROF. DR. JOÃO ANDRADE DE CARVALHO JÚNIOR

UNESP/FEG
participou por videoconferência



PROF. DR. GILSON FERNANDES RUIVO

UNITAU
participou por videoconferência



PROF. DR. LUIZ FELIPE SILVA

UNIFEI
participou por videoconferência

Setembro de 2021

DADOS CURRICULARES

ADRIAN BLANCO MACHÍN

NASCIMENTO:	19.04.1987 – PINAR DEL RIO / CUBA
FILIAÇÃO:	Antonio Blanco Torres Estrella Machín Arias
2005/2011	Graduação em Licenciatura em Cultura Física. Universidade de Pinar del Río. Faculdade de Cultura Física “Nancy Uranga Romagoza” - UPR - FCF. Cuba.
2011/2015	Professor do Departamento Ciências Biológicas. Universidade de Pinar del Río. Faculdade de Cultura Física “Nancy Uranga Romagoza” - UPR - FCF. Cuba.
2015/2017	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Nível de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista (FEG-UNESP). Brasil.
2017/2021	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Nível de Doutorado, Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista (FEG-UNESP). Brasil.

À minha família querida...

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento, pela dedicação, orientação e auxílio nesta importante etapa da minha vida,

à CAPES - DS pelo apoio financeiro,

aos professores das disciplinas de minha graduação e pós-graduação, que sedimentaram a base para o meu desenvolvimento,

à Katia Cristina Cota Mantovani, pela ajuda na coleta de dados,

ao meu querido filho Adriano, pelo amor que me move,

aos meus pais, que sempre estiveram comigo nos momentos de dificuldade, dando-me apoio mesmo à distância para que eu pudesse me desenvolver intelectualmente e profissionalmente,

à minha irmã Einara, por ter-me ajudado sempre nas horas que precisei,

ao meu cunhado Daniel, por ter-me ajudado no desenvolvimento desta pesquisa,

à minha esposa Yunaisy, pelo companheirismo, apoio, carinho, paciência e dedicação em todos os momentos,

aos funcionários da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, pela dedicação, presteza e comprometimento.

Os louros e os acertos deste trabalho compartilho com as pessoas acima citadas e com todos aqueles que me ajudaram de alguma forma, direta ou indiretamente.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

Isaac Newton

RESUMO

A poluição do ar é uma das principais causas de internação e óbito por doenças cardiovasculares. O objetivo desse estudo consiste em quantificar os anos potenciais de vida perdidos associados à exposição ao material particulado fino ($PM_{2,5}$) e o custo financeiro dessas mortes em residentes de Cuiabá, MT, com 40 anos ou mais entre 2012 e 2014. Foi desenvolvido um estudo ecológico de séries temporais com dados relativos a internações e óbitos por algumas doenças cardiovasculares. A variável dependente considerada foi o número de internações e óbitos concernentes às doenças correspondentes aos códigos: (I10 - I15), (I20 - I25), (I50) e (I60 - I64), que representam em torno de 77% do total das doenças cardiovasculares (I00.0 – I99.9) da CID-10. Esses dados foram obtidos do DATASUS. As variáveis independentes consideradas foram as concentrações diárias de $PM_{2,5}$ estimadas pelo modelo matemático CCATT-BRAMS, dados de temperatura mínima e umidade relativa do ar. A abordagem estatística utilizou o modelo linear generalizado da regressão de Poisson com defasagens de 0 a 7 dias. Foram estimados custos financeiros e aumentos no número de internações e óbitos decorrentes de aumentos na concentração de $PM_{2,5}$ no ar. Foram estimados os anos de vida perdidos (YLL) por meio do método dos anos de vida ajustados por incapacidade (DALY) para estimar a carga de doenças devido à exposição ao $PM_{2,5}$. O valor de um ano de vida (VOLY) foi então aplicado para converter o componente YLL em perda econômica. Foram 7351 internações segundo diagnóstico I00 - I99 no período e faixa etária estudados, sendo 5655 (76,9%) por doenças específicas e 809 (14,3%) resultaram em óbitos. A exposição ao $PM_{2,5}$ constitui fator de risco de internação no Lag 5 $RR=1,01$ (IC95% 1,00 - 1,02) e Lag 6 $RR=1,01$ (IC95% 1,00 - 1,02) para ambos os sexos, e no Lag 2 $RR=1,01$ (IC95% 1,00 - 1,02), Lag 5 $RR=1,01$ (IC95% 1,00 - 1,03), Lag 6 $RR=1,02$ (IC95% 1,01 - 1,03) e Lag 7 $RR=1,02$ (IC95% 1,00 - 1,03) para o sexo masculino. Aumento de $5 \mu g/m^3$ na concentração de $PM_{2,5}$ implicou aumentos de até 310 internações e custos na ordem de R\$ 1,0 milhão para o Sistema de Saúde Pública. A associação significativa entre exposição ao $PM_{2,5}$ e mortalidade cardiovascular mostrou-se no Lag 6 $RR=1,12$ (IC95% 1,03 - 1,21) para o sexo feminino, totalizando o YLL de 2171,9 anos, o que significa uma perda econômica da ordem dos US \$ 123 milhões no período em estudo. O conhecimento dos custos das mortes prematuras pode ser utilizado para aprimorar as políticas públicas e facilitar a tomada de decisões no contexto econômico atual.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição do ar. Material particulado. Doenças cardiovasculares. Avaliação econômica

ABSTRACT

Air pollution is one of the main causes of hospitalization and death from cardiovascular diseases. The objective of this study is to quantify the potential years of life loss associated with exposure to fine particulate matter (PM_{2.5}) and the financial cost of these deaths in residents of Cuiabá, MT, over 40 years of age between 2012 and 2014. A time-series ecological study was developed, using data related to hospitalizations and deaths due to cardiovascular diseases. The dependent variable considered was the number of hospitalizations and deaths concerning the diseases corresponding to the codes: (I10 - I15), (I20 - I25), (I50), and (I60 - I64), which represent around 77% of the total cardiovascular diseases (I00.0 – I99.9) of the ICD-10. These data were obtained from DATASUS. The independent variables considered were the daily concentrations of PM_{2.5} estimated by the CCATT-BRAMS mathematical model, minimum temperature, and relative humidity data. The statistical approach used the generalized linear regression model of Poisson with lags of 0 to 7 days. Financial costs and increases in the number of hospitalizations and deaths resulting from increases in the concentration of PM_{2.5} in the air were estimated. Years of life lost (YLL) were estimated through the disability-adjusted life years (DALY) method to estimate disease burden due to exposure to PM_{2.5}. The value of a life year (VOLY) was then applied to convert the YLL component into the economic loss. There were 7351 admissions according to diagnosis I00 - I99 in the period and age group studied, 5655 (76.9%) due to specific diseases, and 809 (14.3%) resulted in deaths. Exposure to PM_{2.5} is a risk factor for hospitalization in Lag 5 RR=1.01 (95%CI 1.00 - 1.02) and Lag 6 RR=1.01 (95%CI 1.00 - 1.02) for both sexes, and in Lag 2 RR=1.01 (95%CI 1.00 - 1.02), Lag 5 RR=1.01 (95%CI 1.00 - 1.03), Lag 6 RR=1.02 (95%CI 1.01 - 1.03) and Lag 7 RR=1.02 (95%CI 1.00 - 1.03) for males. An increase of 5 µg/m³ in the concentration of PM_{2.5} implied increases of up to 310 hospitalizations and economic loss of more than R\$ 1.0 million for the Public Health System. The significant association between exposure to PM_{2.5} and cardiovascular mortality was shown in Lag 6 RR=1.12 (95%CI 1.03 – 1.21) for females, totaling the YLL of 2171.9 years, which means an economic loss of more than US\$ 123 million in the period under study. Knowledge of the costs of premature death can be used to improve public policies and facilitate decision-making in the current economic context.

KEYWORDS: Air pollution. Particulate matter. Cardiovascular diseases. Economic evaluation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados do poluente ($PM_{2,5}$).....	32
Figura 2 - Alguns dos processos sub-grades envolvidos no transporte de gases e aerossóis e simulados pelo modelo CCATT-BRAMS.....	33
Figura 3 - Séries de tempo com comparação entre CO próximo à superfície (ppb, acima) e $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$, embaixo).....	34
Figura 4 - Imagem de Cuiabá, MT no mapa.....	49
Figura 5 - Vista do centro da cidade Cuiabá, MT.....	49
Figura 6 - Tela da coleta de dados através do Datasus. (APÊNDICE A).....	92
Figura 7 - Expansão do banco utilizando TabWin. (APÊNDICE B).....	93
Figura 8 - Valores médios diários de $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$), Temperatura mínima ($^{\circ}C$) e Umidade Relativa Média (%) medidos em Cuiabá, MT, no período entre 2012 e 2014.....	60
Figura 9 - Valores de Risco Relativo de internação pelas doenças cardiovasculares específicas após à exposição ao $PM_{2,5}$ com aumento de $5\mu g/m^3$ no valor das concentrações diárias, ajustados pela Umidade Relativa do Ar, Temperaturas Mínimas, sazonalidade e dias da semana, para o sexo masculino (Masc.), feminino (Fem.) e para ambos os sexos (M e F) em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	63
Figura 10 - Valores do aumento percentual do Risco Relativo de internação pelas doenças cardiovasculares específicas após à exposição ao $PM_{2,5}$, quando aumentadas em $5\mu g/m^3$ as concentrações diárias, ajustados pela Umidade Relativa do Ar, Temperaturas Mínimas, sazonalidade e dias da semana para o sexo masculino, feminino e para ambos os sexos (Masc. e Fem.) em, Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	65
Figura 11 - Valores de Risco Relativo de óbito pelas doenças cardiovasculares específicas após à exposição ao $PM_{2,5}$ com aumento de $5\mu g/m^3$ nas medias diárias, ajustados pela Umidade do Ar, Temperaturas, sazonalidade e dias da semana, para o sexo masculino (Masc.), feminino (Fem.) e para ambos os sexos (M e F) em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	68
Figura 12 - Valores do aumento percentual do Risco Relativo de óbito pelas doenças cardiovasculares específicas após à exposição ao $PM_{2,5}$, quando aumentadas em $5\mu g/m^3$ as concentrações diárias, ajustados pela Umidade Relativa do Ar, Temperaturas Mínimas, sazonalidade e dias da semana para o sexo masculino, feminino e para ambos os sexos (Masc. e Fem.) em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Internações pelo Sistema Único de Saúde. Mês de janeiro de 2012. Cuiabá, MT....	51
Tabela 2 - Expectativa de vida.....	54
Tabela 3 - Estatística descritiva do poluente atmosférico PM _{2,5} (µg/m ³), das variáveis atmosféricas Temperatura mínima (°C), Umidade Relativa (%) e das Internações por doenças cardiovasculares em Cuiabá, MT, no período entre os anos 2012 e 2014.....	58
Tabela 4 – Coeficientes (Coef) com o respectivos desvios padrão (Dp), Valores do Risco Relativo (RR) de internação pelas doenças específicas, Desvio Padrão (DP) e Intervalo de Confiança (IC), após à exposição ao PM _{2,5} para as defassagens de sete dias (Lag 0 – Lag 7), para ambos os sexos em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	61
Tabela 5 – Coeficientes (Coef) com o respectivos desvios padrão (Dp), Valores do Risco Relativo (RR) de internação pelas doenças específicas, Desvio Padrão (DP) e Intervalo de Confiança (IC), após à exposição ao PM _{2,5} para as defassagens de sete dias (Lag 0 – Lag 7), para o sexo masculino em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	62
Tabela 6 – Coeficientes (Coef) com o respectivos desvios padrão (Dp), Valores do Risco Relativo (RR) de internação pelas doenças específicas, Desvio Padrão (DP) e Intervalo de Confiança (IC), após à exposição ao PM _{2,5} para as defassagens de sete dias (Lag 0 – Lag 7), para o sexo feminino em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	62
Tabela 7 – Coeficientes (Coef) com o respectivos desvios padrão (Dp), Valores do Risco Relativo (RR) de óbito pelas doenças específicas, Desvio Padrão (DP) e Intervalo de Confiança (IC), após à exposição ao PM _{2,5} para as defassagens de sete dias (Lag 0 – Lag 7), para ambos os sexos em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	66
Tabela 8 – Coeficientes (Coef) com o respectivos desvios padrão (Dp), Valores do Risco Relativo (RR) de óbito pelas doenças específicas, Desvio Padrão (DP) e Intervalo de Confiança (IC), após à exposição ao PM _{2,5} para as defassagens de sete dias (Lag 0 – Lag 7), para o sexo masculino em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	66
Tabela 9 – Coeficientes (Coef) com o respectivos desvios padrão (Dp), Valores do Risco Relativo (RR) de óbito pelas doenças específicas, Desvio Padrão (DP) e Intervalo de Confiança (IC), após à exposição ao PM _{2,5} para as defassagens de sete dias (Lag 0 – Lag 7), para o sexo feminino em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	67

Tabela 10 - Valores dos anos de vida perdidos totais (YLLs) devido a exposição ao PM _{2,5} , risco atribuível proporcional (RAP) e anos de vida perdidos (YLL) atribuindo o RAP específico para o sexo masculino, feminino e para ambos os sexos em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	71
Tabela 11 - Valores dos anos vividos com incapacidade (YLDs) devido a exposição ao PM _{2,5} , risco atribuível proporcional (RAP) e anos vividos com incapacidade (YLD) atribuindo o RAP específico para o sexo masculino, feminino e para ambos os sexos em Cuiabá, MT, 2012 - 2014.....	73
Tabela 12 - Valores dos Anos de Vida Perdidos (YLL) devido a exposição ao PM _{2,5} , Anos Vividos com Incapacidade (YLD) e, Anos de Vida Perdidos e Vividos com Incapacidades (DALY) para o sexo masculino, feminino e para ambos os sexos em Cuiabá, MT, 2012 – 2014.....	74
Tabela 13 - Padrões de qualidade do ar segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Resolução nº 491 de 19 de novembro de 2018. (ANEXO A).....	94
Tabela 14 - Peso da incapacidade segundo a doença. (ANEXO B).....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCATT-BRAMS	<i>Coupled Chemistry Aerosol and Tracer Transport Model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System</i>
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DALY	<i>Disability Adjusted Life Years</i>
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
GBD	<i>Global Burden of Disease and injury Series</i>
IHME	<i>Institute for Health Metrics and Evaluation</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
OMS	Organização Mundial de Saúde
PTS	Partículas Totais em Suspensão
PM ₁₀	Material Particulado com partículas menores ou iguais a 10µm
PM _{2,5}	Material Particulado com partículas menores ou iguais a 2,5µm
CO	Monóxido de Carbono
O ₃	Ozônio
SO ₂	Dióxido de Enxofre
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
RR	Risco Relativo
SUS	Sistema Único de Saúde
VOLY	<i>Value of Life Year</i>
YLD	<i>Years Lived with Disability</i>
YLL	<i>Years of Life Lost</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	OBJETIVO GERAL.....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1	FATORES ASSOCIADOS, PRINCIPAIS CAUSAS E EPISÓDIOS NO MUNDO.....	19
3.2	PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS E OS SEUS EFEITOS NA SAÚDE.....	23
3.3	MODELO NUMÉRICO AMBIENTAL CCATT-BRAMS.....	31
3.3.1	Parametrização de emissão de fonte.....	32
3.3.2	Configuração do modelo, condições iniciais e de contorno.....	33
3.3.3	Comparação e avaliação do modelo com dados observacionais e de sensoriamento remoto para a época seca de 2002.....	34
3.4	ASSOCIAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO A POLUENTES DO AR, INTERNAÇÕES E ÓBITOS.....	35
3.5	CUSTO DA POLUIÇÃO.....	42
3.6	DALY.....	44
3.7	GLOBAL BURDEN OF DISEASE AND INJURY SERIES (GBD).....	45
3.8	VOLY (<i>Value of Life Year</i>).....	46
4	MATERIAL E MÉTODO.....	48
4.1	LOCAL DE ESTUDO.....	48
4.2	TIPO DE ESTUDO.....	50
4.3	METODOLOGIA.....	50
4.4	DADOS DE EXPECTATIVA DE VIDA.....	53
4.5	MÉTODO DALY.....	54
4.5.1	Componente YLL " <i>Years of Life Lost</i> " ou (Anos de Vida Perdidos).....	55
4.5.2	Componente YLD " <i>Years of Life Lived with Disability</i> " ou (Anos de Vida Vividos com Incapacidade).....	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
5.1	DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DAS VARIÁVEIS EM ANÁLISE.....	59

5.2	COEFICIENTES DA REGRESSÃO DE POISSON E RISCO RELATIVO DE INTERNAÇÃO.....	60
5.3	AUMENTO PERCENTUAL DO RR, DO NÚMERO DE ATENDIMENTOS E DOS CUSTOS AO SUS.....	64
5.4	COEFICIENTES DA REGRESSÃO DE POISSON E RISCO RELATIVO DE ÓBITO.....	65
5.5	AUMENTO PERCENTUAL DO RR, DO NÚMERO DE ÓBITOS E DOS CUSTOS AO SUS.....	68
5.6	ANOS DE VIDA PERDIDOS (YLL).....	70
5.7	ANOS VIVIDOS COM INCAPACIDADE (YLD).....	72
5.8	CÁLCULO DO DALY.....	73
5.9	VOLY.....	74
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
7	CONCLUSÕES.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78
	APÊNDICE A - Tela da coleta de dados através do Datasus.....	92
	APÊNDICE B - Expansão do banco utilizando TabWin.....	93
	ANEXO A - Padrões de qualidade do ar segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Resolução nº 491 de 19 de novembro de 2018.....	94
	ANEXO B - Peso da incapacidade segundo a doença.....	95

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas e a situação atual do aumento das emissões de poluentes à atmosfera, pela ocorrência de queimadas e o uso irracional de combustíveis, constituem problemas preocupantes e de complexa solução. As taxas de atendimentos emergenciais em hospitais, de internação e mortalidade por doenças cardiovasculares, respiratórias e outras, decorrentes da exposição aos poluentes do ar têm sido avaliadas recentemente (ABE; MIRAGLIA, 2016; ABE et al., 2018; COLLART et al., 2018; SOLDEVILA et al., 2018; ZHENG et al., 2018; AMSALU et al., 2019; CHEN et al., 2019; EVERSON et al., 2019; NAVARRO et al., 2019; WARBURTON et al., 2019; EVERSON et al., 2019; BUTT et al., 2020; LELIEVELD et al., 2020; QI et al., 2020; VIEIRA, 2020; CANUDAS-ROMO, 2021). Para alguns autores, as taxas de morbidade e mortalidade aumentam proporcionalmente aos níveis de poluição no ar (SANTOS et al., 2008), porém, outros estudos não encontraram essa correlação (SLAUGHTER et al., 2005; ROMAN et al., 2015).

Embora a poluição do ar seja uma questão intrinsecamente urbana, vários estudos internacionais mostraram evidências de que reduzir a exposição à poluição do ar leva a menos efeitos adversos à saúde (POPE et al., 2008; WHO., 2013; BURNETT et al., 2014). Em uma era em que a importância do desenvolvimento sustentável e seu impacto no meio ambiente e na saúde pública ganhou ainda mais reconhecimento em todo o mundo, estes resultados forçaram aos formuladores de políticas públicas a enfrentar o problema da poluição do ar (DEVOS et al., 2015). Segundo os autores de um estudo desenvolvido na Bélgica, os custos de saúde relacionados aos níveis de poluição do ar acima das diretrizes da OMS para $PM_{2,5}$ seriam de € 51 milhões para doenças isquêmicas do coração e distúrbios do ritmo cardíaco (DEVOS et al., 2015). No Irã, Brajer et al. (2012), estimaram que os benefícios econômicos anuais desse risco reduzido seriam de US \$ 378,5 milhões, se os padrões médios anuais de $PM_{2,5}$ recomendados pela OMS com base na saúde fossem atendidos.

Na sociedade atual, as doenças cardiovasculares têm sido associadas à poluição do ar, atingindo principalmente crianças e idosos, levando à morte em alguns casos. Esses dados são associados ao aumento substancial dos gastos do Sistema Único de Saúde (SUS) em internações e procedimentos relacionados. (VERMYLEN et al., 2005; MARTINS et al., 2006; KAN et al., 2008; GUO et al., 2010; NARDOCCI et al., 2013; GAVINIER; NASCIMENTO, 2014a; MANTOVANI et al., 2016; ABE; MIRAGLIA, 2016; AMSALU et al., 2019; EVERSON et al., 2019).

No Brasil, Miraglia e Gouveia (2014) estimaram o custo das mortes prematuras por poluição do ar em 29 capitais brasileiras e o resultado foi uma perda de US \$ 1,7 bilhão anualmente (MIRAGLIA; GOUVEIA, 2014). Considerando cenários preditivos de concentração reduzida de material particulado menor que $2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) para atingir os padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS), a cidade de São Paulo no Brasil evitaria mais de 5.012 mortes prematuras e economizaria cerca de US \$ 15,1 bilhões anualmente (ABE; MIRAGLIA, 2016). Os estudos econômicos envolvendo os impactos da poluição do ar na saúde são escassos, principalmente na América Latina, onde os formuladores de políticas frequentemente se deparam com a necessidade de quantificar o custo de um ar poluído. Por isso é necessário realizar estudos abrangentes e perseguir diversas abordagens de pesquisa que permitam à comunidade científica contar com dados reais para produzir recomendações que ajudarão aos tomadores de decisão e outras partes interessadas a fazer escolhas sobre alternativas e melhorias para diminuir a poluição do ar e promover a saúde (WHO, 2015).

As doenças cardiovasculares, aquelas diagnosticadas do I.00 - I.99 da Classificação Internacional de Doenças (CID -10), causaram mais de 8,5 mil internações em Cuiabá, MT, entre os anos 2012 e 2014, gerando despesas ao SUS de aproximados R\$ 26,2 milhões (DATASUS, 2018).

Arbex et al. (2012) fizeram uma excelente revisão discutindo as principais fontes emissoras de poluentes do ar e o impacto na saúde humana. Geralmente os poluentes do ar são quantificados por estações medidoras das agências ambientais localizadas em diferentes regiões, porém, essas agências não estão presentes em todos os estados e em ocasiões não quantificam todos os poluentes. O uso de modelos matemáticos torna-se uma alternativa para estimar essas concentrações. Freitas et al. (2007) e Longo et al. (2007) desenvolveram um modelo numérico (CCATT-BRAMS) que considera a dinâmica atmosférica e tem sido utilizado para estimar as concentrações de $\text{PM}_{2,5}$, o qual representam entre 60% e 70% da concentração total de PM_{10} (GOMISCEK et al., 2004).

Nesse contexto essa pesquisa foi ao encontro de estudar os efeitos da exposição ao $\text{PM}_{2,5}$, cujas concentrações foram estimadas por modelos matemáticos, e se existe diferença quando se estratifica por sexo em relação às internações e óbitos por algumas doenças cardiovasculares.

7 CONCLUSÕES

Foi possível quantificar os anos potenciais de vida perdidos associados à exposição ao $PM_{2,5}$ estimado pelo CCATT-BRAMS e o custo financeiro dessas mortes em Cuiabá, MT, entre 2012 e 2014.

O modelo matemático *Coupled Chemistry Aerosol and Tracer Transport Model to the Brazilian Developments on the Regional Atmospheric Modeling System* (CCATT-BRAMS), mostrou-se como uma alternativa para estimar dados de concentrações de poluentes do ar em municípios que não apresentam estações medidoras.

As taxas de internação e óbito por doenças específicas estudadas representaram em torno de 77% e 14% respectivamente do total de internações dos códigos I00.0 a I99.9 na faixa etária em questão.

Os valores nas concentrações do $PM_{2,5}$ atingiram níveis acima dos limites considerados toleráveis para a saúde em 2,1% do período estudado, porém, a exposição a esse poluente apresenta uma forte associação com as internações e óbitos por doenças cardiovasculares.

A exposição às concentrações $PM_{2,5}$ constitui risco relativo de internação e de óbito por doenças cardiovasculares na população estudada. Foi estimado que a diminuição nas concentrações de material particulado fino representaria uma diminuição significativa no número de internações e nos custos ao Sistema Único de Saúde.

Estimou-se um valor que supera os 2596 anos de vida perdidos produto das mortes prematuras decorrentes da exposição ao $PM_{2,5}$, representando um ônus à sociedade superior a US \$ 146 milhões.

Os resultados achados apontam a que a associação entre exposição ao $PM_{2,5}$ e eventos de internações hospitalares e óbitos por doenças cardiovasculares é significativa, mostrando uma alta suscetibilidade dos homens para internação por doenças cardiovasculares e das mulheres para óbitos decorrentes dessa exposição.

Espera-se que os gestores municipais acompanhem e controlem sistematicamente as emissões de poluentes do ar e seu efeito sobre a saúde humana e, assim, implantem políticas públicas para melhorar o transporte público, diminuir as emissões de poluentes nas indústrias e no número de focos de queimadas florestais que contribuem com a poluição do ar.

REFERÊNCIAS

- 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**, Taiwan, v. 18, n. 12, p. 3127–3133. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.05.0161>. Acesso em: 21 dez. 2018.
- ABE, K. C.; MIRAGLIA, S. G. 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. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4962235/>. Acesso em: 13 set. 2018.
- AL-HEMOUD, A. *et al.* Disability Adjusted Life Years (DALYs) in terms of Years of Life Lost (YLL) due to premature adult mortalities and postneonatal infant mortalities attributed to PM_{2.5} and PM₁₀ exposures in Kuwait. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 15, n. 11, p. 2609-2624, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph15112609>. Acesso em: 27 jan. 2019.
- AMSALU, E. *et al.* Acute effects of fine particulate matter (PM_{2.5}) on hospital admissions for cardiovascular disease in Beijing, China: a time-series study. **Environmental Health**, London, v. 18, n. 3, p. 70-81, 2019. Disponível em: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-019-0506-2>. Acesso em: 22 set. 2020.
- ARBEX, M. A. *et al.* A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 643-655, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/sD3cLkXqQwmDFpgzsyj7gBm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 abr. 2018.
- BALMFORD, B. *et al.* The value of statistical life for adults and children: comparisons of the contingent valuation and chained approaches. **Resource and Energy Economics**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 68-84, Aug. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928765518303014>. Acesso em: 28 jan. 2020.
- BICKEL, P.; FRIEDRICH, R. **ExternE**: Externalities of energy: methodology 2005 update. European Communities, European Commission, Luxembourg, 2005.
- BOUBEL, R.W. *et al.* **Fundamentals of air pollution**. 3. ed. California: Elsevier, 1994.
- BOWE, B. *et al.* Burden of cause-specific mortality associated with PM_{2.5} air pollution in the United States. **JAMA Network Open**, New York, v. 2, n. 11, p. 1-16, Nov 2019. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2755672>. Acesso em: 13 fev. 2020.
- BRAGA, A. *et al.* Poluição atmosférica e saúde humana. **Revista USP**, São Paulo, v. 4, n.51, p. 58-71, 2001. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/35099>. Acesso em: 24 abr. 2018.

BRAGA, A. L. F. *et al.* Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 570-578, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/SH7yDyS89QH667ZxGnxR49g/?lang=pt>. Acesso em: 13 set. 2019.

BRAJER, V.; HALL, J.; RAHMATIAN, M. Air pollution, its mortality risk, and economic impacts in Tehran, Iran. **Iranian Journal of Public Health**, Tehran, v. 41, n. 5, p. 31–38, 2012. Disponível em: <https://ijph.tums.ac.ir/index.php/ijph/article/view/2571>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. **Diário Oficial da União**. Publicado em: 21/11/2018, Edição: 223, Seção: 1, Página: 155. Órgão: Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades**. 2019. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=510340>. Acesso em: 27 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Ciências Tecnologia e Inovação. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). **Qualidade do ar**. Disponível em: <http://meioambiente.cptec.inpe.br>. Acesso em: 12 set. 2018.

BRASIL. Ministério de Saúde- Datasus. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **Morbidade Hospitalar do SUS**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nrmt.def>. Acesso em: 23 jun. 2018.

BRAUN, S.; APPEL, L. G.; SCHMAL, M. A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel: a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 472-482, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/vG7RHJHrHTTcRnSCmHqvYCj/?lang=pt>. Acesso em: 28 jul. 2020.

BROOK, R. D. *et al.* Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the expert panel on population and prevention. Science of the American Heart Association. **Circulation**, Kyoto, v. 109, n. 21, p. 2655-2671, 2004. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.CIR.0000128587.30041.C8>. Acesso em: 18 abr. 2019.

BROOK, R. D. *et al.* Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, Kyoto, v. 121, n. 21, p. 2331–2378, 2010. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/cir.0b013e3181d8e1>. Acesso em: 16 fev. 2018.

BUENO, B. T. **A influência do movimento ambientalista nas políticas públicas: um estudo comparado entre Brasil e Estados Unidos**. 2016, 314 f. Tese (Doutorado em

Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

BURNETT, R. T. *et al.* The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory diseases. **Environmental Health Perspectives**, Durham, v. 105, n.6, p. 614–620, 1997. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.97105614>. Acesso em: 12 set. 2018.

BURNETT, R. T. *et al.* An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. **Environmental Health Perspectives**, Durham, v. 122, n.4, p. 397–403, 2014. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1307049>. Acesso em: 19 ago. 2018.

BUTT, E. W. *et al.* Global and regional trends in particulate air pollution and attributable health burden over the past 50 years. **Environmental Research Letters**, Bristol U.K, v. 12, n. 10, p. 4017-4028, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa87be>. Acesso em: 22 ago. 2018.

BUTT, E. W. *et al.* Large air quality and human health impacts due to Amazon forest and vegetation fires. **Environmental Research Communications**, Bristol U.K, v. 2, n. 9, p. 5001-5019, sept. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1088/2515-7620/abb0db>. Acesso em: 23 fev. 2021.

CANÇADO, J. E. D. *et al.* Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 5-11, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/yH38LJFNcw4yCMRR5zdqW8m/?lang=pt>. Acesso em: 30 abr. 2019.

CARTHY, T. *et al.* On the contingent valuation of safety and the safety of contingent valuation: Part 2-The CV/SG “chained” approach, **Journal of Risk and Uncertainty**, New York, v. 17, n. 3, p. 187-213, 1999. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41760915>. Acesso em: 13 jul. 2018.

CASTRO, H. A. de C. *et al.* Efeitos da poluição do ar na função respiratória de escolares, Rio de Janeiro, RJ. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 26-34, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/wkrVgPvLJFtJHtq7VRx6VTP/?lang=pt>. Acesso em: 21 set. 2018.

CENDON, S. *et al.* Air pollution effects on myocardial infarction. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 414-419, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/QB6rDgZvQqYV4qYpSqwXCXN/?lang=en>. Acesso em: 19 ago. 2018.

ÇENGEL, Y.; BOLES, M. **Termodinâmica**. 8. ed. New York: McGraw Hill, 2017.

CÉSAR, A. C. G.; NASCIMENTO, L. F. C.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Association between exposure to particulate matter and hospital admissions for respiratory disease in children. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 6, p. 1209-1212, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4206099/>. Acesso em: 25 abr. 2018.

CETESB (São Paulo) **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2018**. São Paulo: CETESB, 2019. (Série Relatórios /CETESB).

CHEN, C. *et al.* The effect of air pollution on hospitalization of individuals with respiratory and cardiovascular diseases in Jinan, China [**J. Medicine**, Baltimore, v. 98, n. 22, p. 15634-15645, 2019. Disponível em: https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2019/05310/The_effect_of_air_pollution_on_hospitalization_of.9.aspx. Acesso em: 14 fev. 2020.

COHEN, A. J. *et al.* Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. **The Lancet**, Amsterdam, v. 389, n. 10082, p. 1907-1918, Apr. 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)30505-6). Acesso em: 12 jul. 2020.

COLLART, P. *et al.* Short-term effects of nitrogen dioxide on hospital admissions for cardiovascular disease in Wallonia, Belgium. **International Journal of Cardiology**, Amsterdam, v. 255, n. 1, p. 231–236, 2018. Disponível em: [https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273\(17\)37278-9/fulltext](https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273(17)37278-9/fulltext). Acesso em: 22 out. 2019.

CONFERÊNCIA das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável (RIO + 20) 2012. Página na internet. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html. Acesso em: 13 abr. 2019.

CONSUL, P. C.; FAMOYE, F. Generalized Poisson regression model. **Communications in Statistics: Theory and Methods**, Philadelphia, v. 21, n. 1, p. 89–109, 1992. Disponível em: [doi:10.1080/03610929208830766](https://doi.org/10.1080/03610929208830766). Acesso em: 29 set. 2018.

CROMAR, K. R.; GLADSON, L. A.; EWART, G. Trends in excess morbidity and mortality associated with air pollution above american thoracic society-recommended standards, 2008-2017. **Annals of the American Thoracic Society**, New York, v. 16, n. 7, p. 836–845, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201812-914OC>. Acesso em: 26 jun. 2020.

CROPPER, M. L.; HAMMITT, J. K.; ROBINSON, L. A. Valuing mortality risk reductions: Progress and challenges. **Annual Review of Resource Economics**, New York, v. 3, n. 1, p. 313–336, 2011. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.resource.012809.103949>. Acesso em: 16 abr. 2018.

PREFEITURA DE CUIABÁ. Secretarias de Meio Ambiente. **Homepage**, 2019. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/>. Acesso em: 19 ago. 2019.

DEKKER, T. *et al.* The effect of risk context on the value of a statistical life: A Bayesian meta-model. **Environmental & Resource Economics**, Amsterdam, v. 49, n. 4, p. 597–624, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10640-011-9456-z>. Acesso em: 31 mar. 2018.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DE MATO GROSSO (DETRAN MT) **Homepage**. Disponível em: <https://www.detran.mt.gov.br/veiculos1>. Acesso em: 09 jun. 2018.

DESAIGUES, B. *et al.* Economic valuation of air pollution mortality: a 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY). **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 11, n. 3, p. 902–910, 2011. Disponível em:

<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-eced7b8e-f34f-33c0-8d6b-99a025ef9d89>. Acesso em: 13 maio 2018.

DEVOS, S. *et al.* Cost saving potential in cardiovascular hospital costs due to reduction in air pollution. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 527, n. 11, p. 413–419, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971530019X?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2018.

EVERSON, F. *et al.* Personal NO₂ and volatile organic compounds exposure levels are associated with markers of cardiovascular risk in women in the Cape Town region of South Africa. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 16, n. 13, p. 2284–2301, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/13/2284>. Acesso em: 26 jan. 2020.

EXTERNE. **Project NewExt “New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies”**. European Commission DG Research, Contract No. ENG1-CT2000-00129. Coordinated by R. Friedrich, IER, University of Stuttgart. Final report.

FERNANDES J. S. *et al.* Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana. **Revista Medicina de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 20, n. 1, p. 92–101, 2010. Disponível em: <http://rmmg.org/artigo/detalhes/387>. Acesso em: 11 set. 2019.

FNEM Brasil. **Forum Nacional de entidades Metropolitanas**. Disponível em: <http://fnembrasil.org/regiao-metropolitana-do-vale-do-rio-cuiaba-mt/> Acesso em: 27 set. 2019

FREITAS, S. R. **Modelagem numérica do transporte e das emissões de gases traços e aerossóis de queimadas no cerrado e floresta tropical da América do Sul**. 1999. Tese (Doutorado em Física Aplicada) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 1999.

FREITAS, S. R. *et al.* The coupled aerosol and tracer transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS). Part 1: Model description and evaluation. **Atmospheric Chemistry and Physics Discussions**, Göttingen, v. 7, n. 3, p. 8525–8569, 2007. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00302883/document>. Acesso em: 22 abr. 2018.

FREITAS, S. R.; LONGO, K. M.; ANDREAE, M. O. Impact of including the plume rise of vegetation fires in numerical simulations of associated atmospheric pollutants. **Geophysical Research Letters**, Washington, v. 33, n. 17, p. 808–812, 2006. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2006GL026608>. Acesso em: 22 set. 2019.

FREITAS, S. R.; LONGO, K. M.; RODRIGUES, L. F. Modelagem numérica da composição química da atmosfera e seus impactos no tempo, clima e qualidade do ar. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 188–207, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/LhggFQRvpTpTrWqVPk6nfrz/?lang=pt>. Acesso em: 30 mar. 2019.

GAVINIER, S.; NASCIMENTO, L. F. C. Material particulado e internações por doenças isquêmicas do coração em Sorocaba, SP. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 4, p. 228-236, 2014b. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/928/Resumenes/Resumo_92852597018_5.pdf. Acesso em: 15 set. 2019.

GAVINIER, S; NASCIMENTO, L. F. C. Air pollutants and hospital admissions due to stroke. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v.9, n.3, p. 390-401, 2014a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/mHvqQZrYgFZ3yVjXbWfHSWH/abstract/?lang=en>. Acesso em: 18 jan. 2018.

GEORGE, S. *et al.* Long-term exposure to ultrafine particles and incidence of cardiovascular and cerebrovascular disease in a prospective study of a Dutch cohort. **Environmental Health Perspectives**, North Carolina, v. 126, n. 12, p. 1-08, 2018. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP3047>. Acesso em: 12 fev. 2019.

GEVAERD, R.; FREITAS, S. R. Estimativa operacional da umidade do solo para inicialização de modelos de previsão numérica da atmosfera. Parte I: descrição da metodologia e validação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Jose dos Campos, v. 21, n. 3, p. 1-15, 2006. Disponível em: http://brams.cptec.inpe.br/~rbrams/papers/LBA011a-2006_RGevaerd.pdf. Acesso em: 29 out. 2018.

GOMISCEK, B. *et al.* Spatial and temporal variations of PM₁, PM_{2,5}, PM₁₀ and particle number concentration during the AUPHEP—project. **Atmospheric Environment**, Maryland, v. 38, n. 24, p. 3917–3934, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231004002997>. Acesso em: 16 abr. 2019.

GOUVEIA, N. *et al.* Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no município de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/cjGHmQb6wT9PbZWn5tkjv3b/?lang=pt>. Acesso em: 12 mar. 2019.

GUO, Y. *et al.* The association between fine particulate air pollution and hospital emergency room visits for cardiovascular diseases in Beijing, China. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 407, n. 17, p. 4826-4830, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969709005014?via%3Dihub>. Acesso em: 20 set. 2018.

GUO, Y. *et al.* The relationship between particulate air pollution and emergency hospital visits for hypertension in Beijing- China. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 408, n. 20, p. 4446-4450, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969710006479?via%3Dihub>. Acesso em: 30 abr. 2019.

HALL, J. V. *et al.* Validation of GOES-16 ABI and MSG SEVIRI active fire products, **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Amsterdam, v. 83, n. 10, p. 19-28, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0303243419306336?via%3Dihub>. Acesso em: 12 fev. 2020.

KAN, H. *et al.* Prospective analysis of traffic exposure as a risk factor for incident coronary heart disease - the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. **Environmental Health Perspectives**, Duhram, v. 116, n.11, p.1463-1468, 2008. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.11290>. Acesso em: 02 fev. 2018.

KAROTTKI, D. G. *et al.* Indoor and outdoor exposure to ultrafine, fine and microbiologically derived particulate matter related to cardiovascular and respiratory effects in a panel of elderly urban citizens. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 12, n. 2, p. 1667–1686, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4344687/>. Acesso em: 29 mar. 2019.

EBISU, K. *et al.* Age-specific seasonal associations between acute exposure to PM_{2.5} sources and cardiorespiratory hospital admissions in California. **Atmospheric Environment**, London, v. 218, n. 11, p. 7029-7041, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231019306685?via%3Dihub>. Acesso em: 22 jan. 2020.

LEITTE, A. M. *et al.* Size-segregated particle number concentrations and respiratory emergency room visits in Beijing, China. **Environmental Health Perspectives**, Baltimore, v. 119, n. 4, p. 508-513, 2011. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1002203>. Acesso em: 07 jan. 2018.

LELIEVELD, J. *et al.* Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions, **European Heart Journal**, London, v. 40, n. 20, p. 1590–1596, 21 May 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135>. Acesso em: 08 dez. 2019.

LELIEVELD, J. *et al.* Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective, **Cardiovascular Research**, London, v. 116, n. 11, p. 1910–1917, Sept. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa025>. Acesso em: 28 jan. 2021.

LIANG, H.; QIU, H.; TIAN, L. Short-term effects of fine particulate matter on acute myocardial infarction mortality and years of life lost: A time series study in Hong Kong. **The Science of the total environment**, Amsterdam, v. 615, n. 1, p. 558–563, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.266>. Acesso em: 22 nov. 2019.

LONGO, K. M. *et al.* The Coupled aerosol and tracer transport model to the brazilian developments on the regional atmospheric modeling system (CATT-BRAMS). Part 2: model sensitivity to the biomass burning inventories. **Atmospheric Chemistry and Physics Discussion**, Göttingen, v.7, n. 3, p. 8571-8595, 2007. Disponível em: <http://brams.cptec.inpe.br/~rbrams/papers/catt-brams-paper2.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2019.

MANTOVANI, K. C. C. *et al.* Poluentes do ar e interações devido a doenças cardiovasculares em São José do Rio Preto, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 509-516, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/J8PXmSpcpsFKPncfsp3xmnj/?lang=pt>. Acesso em: 10 mar. 2018.

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. 626-636, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph15040626>. Acesso em: 17 abr. 2019.

MARTINS, L. C. *et al.* The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 4, p.677-683, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/672/67240154018.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2018.

MARTINS, V. S. *et al.* Seasonal and interannual assessment of cloud cover and atmospheric constituents across the Amazon (2000–2015): insights for remote sensing and climate analysis. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Amsterdam, v. 145, n. 2, p. 309–327, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924271618301461>. Acesso em: 11 jan. 2019.

MATHERS, C. D.; LOPEZ, A. D.; MURRAY, C. J. L. The burden of disease and mortality by condition: data, methods, and results for 2001. In: LOPEZ, A. D. *et al.* (ed.). **Global burden of disease and risk factors**. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2006. cap. 3. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11808/> Co-published by Oxford University Press, New York. Acesso em: 27 set. 2019.

MILLER, K. A. *et al.* Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. **The New England Journal Medical**, London, v. 356, n. 2, p. 447-458, 2007. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa054409>. Acesso em: 13 mar. 2018.

MILLER, M. R.; NEWBY, D. E. Air pollution and cardiovascular disease: car sick, **Cardiovascular Research**, London, v. 116, n. 2, p. 279–294, Feb. 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/circres/article/116/2/279/5579822>. Acesso em: 25 ago. 2020.

MIRAGLIA, S. G.; GOUVEIA, N. Costs of air pollution in Brazilian metropolitan regions. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 10, p. 4141–4147, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/WctGzcT5NMPncqygXH64Ymt/?lang=pt>. Acesso em: 26 mar. 2019.

MIRAGLIA, S. G.; SALDIVA, P. H.; BÖHM, G. M. An evaluation of air pollution health impacts and costs in São Paulo, Brazil. **Environmental management**, New York, v. 35, n. 1, p. 667–676, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00267-004-0042-9>. Acesso em: 19 jul. 2018.

MIRAGLIA, S. G. E. 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. 135 f. Tese (Doutorado em Fisiopatologia Experimental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

NARDOCCI, A. C. *et al.* Poluição do ar e doenças respiratórias e cardiovasculares: estudo de séries temporais em Cubatão, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 9, p. 1867-1876, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/Shdfzjmts5LmZy55Pz4Qy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2018.

NASCIMENTO, L. F. C. *et al.* Effects of air pollution on children's health in a city in Southeastern Brazil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n.1, p. 77-82, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/bSjMtCyWZxZZXTqQ4NxfmPD/abstract/?lang=en>. Acesso em: 26 ago. 2019.

NASCIMENTO, L. F. C.; FRANCISCO, J. B. Particulate matter and hospital admission due to arterial hypertension in a medium-sized Brazilian city. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 8, p. 1565-1571, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/HnFZCn7RMpMZLRsK9qWJpgm/?lang=en>. Acesso em: 25 out. 2018.

NASCIMENTO, L. F. C.; MEDEIROS, A. P. P. Internações por pneumonias e queimadas: uma abordagem espacial. **Jornal de Pediatria**, Porto Alegre, v. 88, n. 2, p. 177-183, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jped/a/dGD6k4ZkYHFCn5jsHNLNCCC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 set. 2018.

NAVARRO, K. M. *et al.* Wildland firefighter smoke exposure and risk of lung cancer and cardiovascular disease mortality. **Environmental Research**, New York, v. 173, n. 2, p. 462–468, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393511930194X?via%3Dihub>. Acesso em: 22 jan. 2020.

NIE, D. *et al.* Characterization of fine particulate matter and associated health burden in nanjing. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 15, n. 4, p. 602-613, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph15040602>. Acesso em: 22 abr. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **CID-10**. Tradução Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português. 10. ed. rev. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=PQhs3Rx4b-8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 02 abr. 2019.

OYARZUN, G. M. Contaminación aérea y sus efectos en la salud. **Revista chilena de enfermedades respiratorias**, Santiago, v. 26, n. 1, p. 16-25, mar. 2010. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482010000100004. Acesso em: 13 mar. 2018.

PASCAL, M. *et al.* Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: results of the Aphekom project. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 449, n. 2, p. 390–400, 2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969713001320?via%3Dihub>. Acesso em: 19 abr. 2018.

PIMPIN, L. *et al.* Estimating the costs of air pollution to the National Health Service and social care: an assessment and forecast up to 2035. **PLoS Medicine**, California, v. 15, n. 7, p. 2602-2614, 2018. Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002602>. Acesso em: 22 out. 2019.

POPE, C. A. *et al.* Relation of heart failure hospitalization to exposure to fine particulate air pollution. **The American Journal of Cardiology**, New York, v. 102, n. 9, p. 1230–1234, 2008. Disponível em: [https://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(08\)01152-1/fulltext](https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(08)01152-1/fulltext). Acesso em: 15 abr. 2018.

POSSELT, K. P.; NEUBERGER, M.; KÖHLER, D. Fine and ultrafine particle exposure during commuting by subway in Vienna. **Wiener Klinische Wochenschrift: The Central European Journal of Medicine**, Vienna, v. 131, n. 1, p. 374–380, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00508-019-1516-3>. Acesso em: 13 set. 2020.

PRINS, E. M. *et al.* An Overview of GOES-8 diurnal fire and smoke results for SCAR-B and 1995 fire season in South America. **Journal of Geophysical Research**, New York, v. 103, n. D24, p. 31821-31835, 1998. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/98JD01720>. Acesso em: 26 jul. 2019.

PROCOPIO, A. S. *et al.* Modeled spectral optical properties for smoke aerosols in Amazonia. **Geophysical Research Letters**, Stanford, v. 30, n. 24, p. 2265-2269, 2003. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2003GL018063>. Acesso em: 12 set. 2019.

QI, J. *et al.* Potential gains in life expectancy by attaining daily ambient fine particulate matter pollution standards in mainland China: a modeling study based on nationwide data. **PLoS Medicine**, California, v. 17, n. 1, p. 1003-1027, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003027>. Acesso em: 13 fev. 2021.

RIBEIRO, P. C. *et al.* Fine particulate matter and ischemic heart diseases in relation to sex. An ecological time series study. **Sao Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 137, n. 01, p. 60-65, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2018.0239040119>. Acesso em: 22 out. 2019.

ROMAN, V. V. L. *et al.* Efeitos de poluentes do ar e doenças respiratórias utilizando dados estimados por modelo matemático. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, n.4, p. 825-831, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/9YZTQ5XRSP5JdndFB88hPxK/?lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2018.

ROMERO-PLACERES, M. *et al.* Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana. **Salud pública de México**, Cuernavaca, v. 46, n. 3, p. 222-233, jun. 2004. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342004000300012&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 24 fev. 2021.

ROTH, G. A. *et al.* GBD-NHLBI-JACC Global Burden of Cardiovascular Diseases Writing Group (2020). Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update from the GBD 2019 Study. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 76, n. 25, p. 2982–3021, Dec. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>. Acesso em: 28 abr. 2021.

RUMEL, D. *et al.* Infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral associados à alta temperatura e monóxido de carbono em área metropolitana do sudeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 15-22, 1993. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/tQZhXQ4wgvv33G4xtcrwwKK/?lang=pt>. Acesso em: 28 jan. 2019.

SALOMON, J. A. *et al.* Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study. **Lancet Global Health**, Amsterdam, v. 3, n. 11, p. 712–23, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26475018/>. Acesso em: 31 jan. 2019.

SANTOS, U. P. *et al.* Cardiac arrhythmia emergency room visits and environmental air pollution in Sao Paulo, Brazil. **Jornal of Epidemiology and Community Health**, London, v. 62, n. 3, p. 267-272, 2008. Disponível em: <https://jech.bmj.com/content/62/3/267>. Acesso em: 11 dez. 2018.

SILVA, D. H. Protocolos de Montreal e Kyoto: pontos em comum e diferenças fundamentais. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, v. 52, n. 2, p. 155-172, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-73292009000200009>. Acesso em: 26 jul. 2020

SILVA, G. R. *et al.* Defesa química: histórico, classificação dos agentes de guerra e ação dos neurotóxicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 10, p. 2083-2091, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012001000033>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SLAUGHTER, J. C. *et al.* Association between particulate matter and emergency room visits, hospital admissions and mortality in Spokane, Washington. **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, Princeton, v. 15, n. 2, p. 153-159, 2005. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/7500382>. Acesso em: 23 set. 2019.

SOLDEVILA, B. N. *et al.* Air pollution, cardiovascular risk and hypertension. **Hipertensión y Riesgo Vascular**, Madrid, v. 35, n. 4, p. 177-184, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1889183718300345?via%3Dihub>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SOMBOONSIN, P.; CANUDAS-ROMO, V. Mortality attributable to fine particulate matter in Asia, 2000–2015: a cross-sectional cause-of-death analysis. **BMJ Open**, London, v. 11, n. 5, p. 3605-3612, 2021. Disponível em: <https://bmjopen.bmj.com/content/11/5/e043605>. Acesso em: 19 maio 2021.

SOUSA, E. H. V. **Análise preditiva a partir da caracterização das emissões gasosas e do óleo lubrificante em frotas com motorização a diesel**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

STEWART, R. R. *et al.* Experimental human exposure to carbon monoxide. **Archives of Environmental Health**, Boston, v. 21, n. 2, p. 154–164, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039896.1970.10667214>. Acesso em: 19 fev. 2020.

TELLEZ, J.; RODRIGUEZ, A.; FAJARDO, Á. Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. **Revista de salud pública**, Bogotá, v. 8, n. 1, p. 108-117, Apr. 2006. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642006000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 jul. 2020.

TOLBERT, P. E. *et al.* Multipollutant modeling issues in a study of ambient air quality and emergency department visits in Atlanta. **Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology**, New York, v. 17, n. 2, p. 29–35, 2007. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/7500625>. Acesso em: 28 abr. 2019.

TONNE, C. *et al.* Traffic particles and occurrence of acute myocardial infarction: a case-control analysis. **Occupational and environmental medicine**, London, v. 66, n. 12, p. 797–804, 2009. Disponível em: <https://oem.bmj.com/content/66/12/797>. Acesso em: 13 dec. 2019.

TOON, O. B. *et al.* Rapid calculation of radiative heating rates and photodissociation rates in inhomogeneous multiple scattering atmospheres. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 94, n. D13, p. 16287–16301, 1989. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/JD094iD13p16287>. Acesso em: 25 mai. 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**, Rio de Janeiro, v. 107, n. 3, p. 216-222, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/s637XCZLtYMhB6mrMf6mxdS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 set. 2018.

URCH, B. *et al.* Acute blood pressure responses in healthy adults during controlled air pollution exposures. **Environmental Health Perspect**, Duhram, v.113, n. 1, p.1052-1055, 2005. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.7785>. Acesso em: 09 jun. 2019.

VASSANADUMRONGDEE, S.; MATSUOKA, S. Risk perceptions and value of a statistical life for air pollution and traffic accidents: evidence from Bangkok, Thailand. **Journal of Risk and Uncertainty**, Amsterdam, v. 30, n. 3, p. 261-287, 2005. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41761197?refreqid=excelsior%3A0f3c60ae2912b9f689005903e2de4d43>. Acesso em:12 jan. 2018.

VERMYLEN, J. *et al.* Ambient air pollution and acute myocardial infarction. **Journal Trombosis Haemostasis**, Hoboken, London, v. 3, n. 9, p. 1955-1961, 2005. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1538-7836.2005.01471.x>. Acesso em: 28 set. 2019.

VIEIRA, L. C. P. F. S. **O Custo das mortes prematuras associadas à exposição ao material particulado: o caso de São José dos Campos, SP.** 2020. 66 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2020.

WARBURTON, D. E. R. *et al.* A systematic review of the short-term health effects of air pollution in persons living with coronary heart disease. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 8, n. 2, p. 274-291, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/8/2/274>. Acesso em: 27 out. 2020.

WEEBERB, J. *et al.* Global association of air pollution and cardiorespiratory diseases: a systematic review, meta-analysis, and investigation of modifier variables. **American Journal of Public Health**, Washington, v. 108, n. 2, p. 123-130, 2018. Disponível em: <https://ajph.aphapublications.org/doi/10.2105/AJPH.2017.303839>. Acesso em: 14 fev. 2019.

WEI, Y. *et al.* Emulating causal dose-response relations between air pollutants and mortality in the Medicare population. **Environmental health: a global access science source**, London, v. 20, n. 1, p. 53-62, may 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12940-021-00742-x>. Acesso em: 28 maio 2021.

WHO (World Health Organization). **Health benefits far outweigh the costs of meeting climate change goals.** Nota na página da WHO, de 05 dez. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/05-12-2018-health-benefits-far-outweigh-the-costs-of-meeting-climate-change-goals>. Acesso em: 15 set. 2019.

WHO (World Health Organization). **Air quality guidelines global update:** report on a working group meeting. Geneve, 2005. Disponível em: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/147851/E87950.pdf. Acesso em: 28 nov. 2018.

WHO (World Health Organization). **Health topics:** health impact assessment. 2015. Disponível em: http://www.who.int/topics/health_impact_assessment/en/. Acesso em: 10 mar. 2016.

WHO (World Health Organization). **Review of evidence on health aspects of air pollution.** REVIHAAP Project: Final Technical Report, 2013. Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>. Acesso em: 10 mar. 2016.

YANG, J. *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. 1, p. 1566-1572, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716319313?via%3Dihub>. Acesso em: 12 abr. 2018.

YASSI, A.; KJELLSTROM, T.; DE KOK, T. GUIDOTTI. **Salud ambiental básica** (versión al español realizada en el INHEM). Bibliotecas: San Cristóbal. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe , 2002.

YEN-HSIUNG, K. Combustion process calculation for fuels, biomass, wastes, biosludge, and biocarbons. In: YEN-HSIUNG, K. **Fuel Property Estimation and Combustion Process Characterization**. Academic Press, 2018. Cap. 7, p. 235-264. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813473-3.00007-6>. Acesso em: 17 jun. 2019.

ZHENG, Q. *et al.* The effect of ambient particle matters on hospital admissions for cardiac arrhythmia: a multi-city case-crossover study, China. **Environmental Health**, London, v. 17, n. 60, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-018-0404-z>. Acesso em: 27 abr. 2019.