

*POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E HOSPITALIZAÇÕES
POR AGRAVOS PULMONARES EM IDOSOS
EM NOVA IGUAÇU*

Paulo Henrique de Moura¹
David William Lima Santos²
Juliana de Melo Silva³
Paula Guidone Pereira⁴
Fabrício Polifke da Silva⁵
Adalgiza Mafra Moreno⁶

resumo

Objetivo: Correlacionar poluição atmosférica com hospitalizações de idosos em Nova Iguaçu por doenças pulmonares entre 2007 a 2016. Metodologia: Estudo observacional, retrospectivo. O poluente analisado foi o Material Particulado (PM₁₀). Os dados de qualidade do ar foram fornecidos pelo (INEA). Dados de hospitalização pelo (AIH).

1 Fisioterapeuta, Mestrando em cardiologia Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Universidade Iguaçu- Brasil. E-mail: phenriqmoura@ig.com.br.

2 Fisioterapeuta, Universidade Iguaçu- Brasil. E-mail: davidwls.96@outlook.com.

3 Fisioterapeuta, Universidade Iguaçu- Brasil. E-mail: ju.2008rjmelo@hotmail.com.

4 Psicóloga, Mestre em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz, Professora Universidade Iguaçu- Brasil. E-mail: paulaguidone@yahoo.com.br.

5 Engenheiro, Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Universidade Iguaçu- Brasil. E-mail: briciopolifke@gmail.com.

6 Fisioterapeuta, Doutora em Ciências Cardiológicas pela Universidade Federal Fluminense, Professora Universidade Iguaçu- Brasil. E-mail: adalgizamoreno@hotmail.com.

Foram selecionadas doenças do aparelho respiratório pelo CID X e subcapítulos J. A análise estatística foi realizada pelo SPSS IBM25 com dados expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança de 95%. Utilizou-se o teste t para amostras independentes, a diferença estatística foi dada pelo $p < 0,05$. A relação entre poluição do ar e hospitalizações utilizou o coeficiente de correlação de Pearson. Resultados: As médias mensais de PM_{10} e hospitalizações foram, respectivamente, $74,7 \text{ mg/m}^3 (\pm 16,2)$, (IC=63,8-87,1); $40,6 (\pm 13,5)$ (IC=37,5 – 43,5). Os homens representaram (52,4%), que totalizaram 2.239 internações em 10 anos, em que 2015 foi o ano com maior índice de hospitalizações (615). A doença mais incidente foi o J18 com média anual de 102,7. A pneumonia viral acometeu três vezes mais mulheres ($p < 0,042$). A correlação de Pearson entre PM_{10} e hospitalizações ($R = -0,230$). Conclusão: O sexo mais acometido entre os idosos foi o masculino. Os agravos pulmonares de maior hospitalização foram as pneumonias, insuficiência respiratória e DPOC. Apesar da não conformidade dos níveis de PM_{10} em 10 anos houve redução de 60% das concentrações. Os meses entre maio e agosto demonstraram as maiores elevações de PM_{10} e hospitalizações. A correlação mensal entre hospitalizações de idosos e PM_{10} foi negativa e fraca.

palavras-chave

Poluição do ar. Material Particulado (PM_{10}). Hospitalização de idosos. Internações. Doenças pulmonares.

1 Introdução

A exploração de recursos naturais e avanços tecnológicos industriais gera impactos negativos sobre o meio ambiente (BRAGA *et al.*, 2007). Um destes é a poluição atmosférica que afeta a saúde, e desencadeia doenças respiratórias, cardiovasculares, cânceres, deformidades congênitas, hospitalizações e mortes prematuras (BRÍGIDA *et al.*, 2013). Dentre os poluentes dispersados na atmosfera destaca-se o Material Particulado (PM), uma partícula sólida ou líquida suspensa no ar, classificada conforme seu tamanho aerodinâmico. O PM_{10} tem diâmetro < 10 microns e origina-se do solo, poeira de construções e agregados de pequenas partículas de combustão de veículos automotores, que são as principais fontes de poluição do ar, especialmente em proximidades de grandes rodovias e centros urbanos (BRÍGIDA *et al.*, 2013; ANDERSEN *et al.*, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2006).

A população idosa é mais suscetível a poluição, pois nesta fase ocorrem processos de redução da complacência pulmonar, alterações na mecânica ventilatória e imunidade (GOUVEIA *et al.*, 2006; ARBEX *et al.*, 2012; MARTINS *et al.*, 2002). Os danos à saúde estão associados à exposições prolongadas à poluição do ar, tanto em ambientes externos como internos, constituindo um fator de risco para mortalidade. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2012, a poluição do ar teve associada a sete milhões de mortes no mundo, o que representa 11% das mortes globais (RENZI *et al.*, 2016; CONAMA, 2018; MIRAGLIA; GOUVEIA, 2014).

Países como a China ocupam o topo do *ranking* dos índices de poluição do ar, seu rápido desenvolvimento industrial em cidades como Jinan está relacionado a maior taxa de mortalidade associadas a doenças respiratórias e poluição atmosférica. Entre 2011 a 2017, foram constatados 18.952 óbitos; destes, 10.983 foram por doenças crônicas das vias aéreas, 4.942 por pneumonias, 228 por infecções respiratórias agudas. 10.090 mortes foram em homens em um total de 16.931 habitantes que tinham mais de 65 anos (SONG *et al.*, 2019).

No Brasil, o número de idosos cresceu e passou de 3 para 14 milhões em um período de 42 anos (MARTINS *et al.*, 2002). Segundo o IBGE, em 2012, a população idosa chegou a 25,4 milhões, um crescimento de 81% em 10 anos, sendo ampliado em 2017 para mais 18%. Atualmente, o Brasil tem 30,2 milhões de idosos (IBGE, 2018), e essa é a classe que mais ocupa leitos em hospitais por agravos secundários e hospitalização por longo prazo (COSTA; VERAS, 2013).

São Paulo segue nacionalmente conhecida por altos níveis de poluentes no ar, sendo um dos principais alvos de estudos ambientais e epidemiológicos relacionados à poluição atmosférica e efeitos adversos a saúde. Na cidade, há associação significativa entre o número de hospitalizações por doenças pulmonares em idosos e a poluição atmosférica (COSTA; VERAS, 2013). O Rio de Janeiro (RJ) também foi identificado como local com riscos à saúde, e já em 1993 constatou-se um total de 85.229 óbitos por causas cardiovasculares e pulmonares relacionadas às partículas suspensas no ar (DAUMAS *et al.*, 2004). Nova Iguaçu (NI) está localizada no Estado do Rio de Janeiro, sua população estimada em 2019 foi de 821.128 habitantes, sendo o 4º mais populoso do estado e o 23º do país, a população acima de 60 anos é de 84.126, com 10,2% da população com doenças pulmonares (IBGE, 2018). A cidade possui um dos maiores índices de poluição do ar e mortalidade do RJ, tendo níveis mensais de PM_{10} (três vezes maiores que os estabelecidos pela OMS) e uma formação montanhosa que colabora para baixa dispersão de partículas poluidoras (INSTITUTO DE SAÚDE E SUSTENTABILIDADE, 2014; MARTINS *et al.*, 2014).

As doenças respiratórias são causas de hospitalizações de idosos e a quarta causa de morte no mundo. Identificar fatores relacionados as hospitalizações

em idosos pode ajudar na prevenção de agravos e internações (LUO *et al.*, 2018; GONÇALVES *et al.*, 2010). Idosos permanecem hospitalizados dois dias a mais por diversas causas como imobilidade, desnutrição, depressão, incontinência, declínios cognitivos e diminuição da capacidade funcional (MARQUES *et al.*, 2014). Além disso, há hipótese de que um dos sexos poderia ser mais suscetível aos agravos pulmonares associados ao poluente PM_{10} .

Nos últimos anos, estudos epidemiológicos seguidos de movimentos governamentais têm surgido em favor do meio ambiente, para quantificar o risco de desfechos na saúde como hospitalização e mortalidade, e para criar limites nas concentrações dos poluentes (RENZI *et al.*, 2016). Assim, o objetivo do estudo foi correlacionar a poluição atmosférica por PM_{10} com hospitalizações por doenças pulmonares em idosos residentes na cidade de Nova Iguaçu entre os anos de 2007 a 2016.

2 Métodos

Pesquisa observacional, retrospectiva, sobre variáveis de poluição do ar e hospitalizações por doenças pulmonares. Os dados de poluição foram coletados no *site* do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) que disponibiliza seus dados brutos abertamente, fornecendo desde 1967 até 2018, em arquivo formato *excel*, no *site* (<http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/monitoramento-da-qualidade-do-ar-e-meteorologia/>). O tratamento dos dados foi feito pelo pesquisador responsável, ajustando os valores para médias mensais e anuais, já que os registros são mensurados a cada seis dias por 24 horas ininterruptas. A monitorização da qualidade do ar é feita pela estação semiautomática em setores críticos para emissões veiculares. A estação medidora da cidade de Nova Iguaçu, localiza-se no Colégio Municipal Monteiro Lobato (latitude – 22,762150°/ longitude – 43,441406°) (INEA, 2015).

O poluente analisado foi o PM_{10} , com diâmetro até 10 microns, conforme propõe Índice de Qualidade do Ar (IQAr), segundo os padrões CONAMA nº 03 de 28/06/1990 (CETESB, 2016; CONAMA, 2018). Foram inclusos todos os dados registrados de PM_{10} entre os anos de 2007 a 2016. Os dados relacionados às hospitalizações foram obtidos dos arquivos abertos do DATASUS das Autorizações de Internações Hospitalares (AIH), em formato de arquivo *excel* de acordo com o ano do óbito, incluindo indivíduos acima de 60 anos, de ambos os sexos, residentes de Nova Iguaçu, hospitalizados em qualquer hospital do estado do Rio de Janeiro, por agravos do aparelho respiratório contidos na classificação Internacional de Doenças (CID X) e seus subcapítulos J, conforme o Quadro 1 entre os anos de 2007 a 2016. Foram excluídos indivíduos que apresentaram dados inconsistentes para pesquisa, ou hospitalizados por causas não pulmonares.

Quadro 1 – Subcapítulos do CID X para doenças pulmonares.

COD CID X- Subcap	Descrição
J04	Inflamação aguda da laringe ou traqueia
J06	Infecção aguda da via aérea superior
J12	Pneumonia Viral
J13	Pneumonia por <i>Streptococcus Pneumoniae</i>
J14	Pneumonia por <i>Haemophilus Influenzae</i>
J15	Pneumonia Bacteriana
J16	Pneumonia por clamídia ou outros microrganismos infecciosos
J17	Pneumonia em outras partes além da via aérea
J18	Outras pneumonias por causas não especificadas
J32	Sinusite
J40	Bronquite
J41	Bronquite crônica
J42	Bronquite crônica não especificada
J43	Enfisema Pulmonar
J44	DPOC
J45	Asma
J46	Estado de mal asmático
J47	Bronquiectasia
J66	Pneumoconiose
J68	Inflamação das vias aéreas por produto químicos, fumaças e vapores
J80	Síndrome do desconforto respiratório do adulto
J84	Outras doenças intersticiais
J96	Insuficiência respiratória
J98	Outras doenças dos brônquios

Fonte: Elaborada pelos autores.

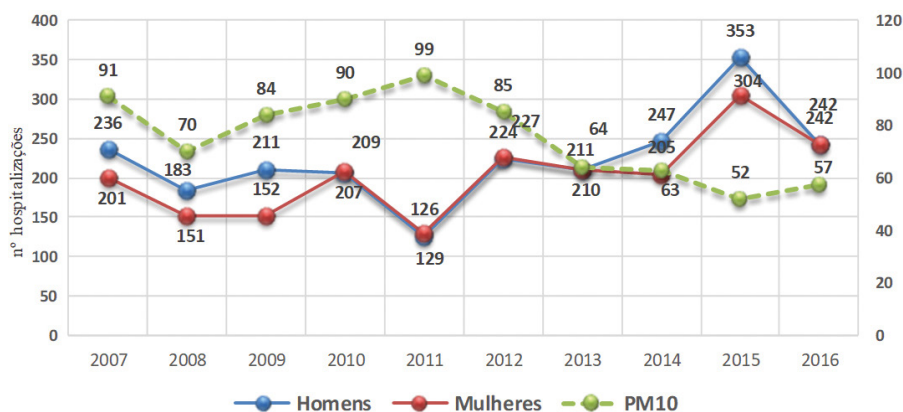
Nota: COD CID X- Subcap (Código CID X e subcapítulos).

As análises descritivas mensais e anuais para poluição do ar e hospitalizações foram feitas pelo *software* estatístico SPSS 25 IBM e os dados expressos em média, desvio padrão, mediana, intervalo de confiança de 95%, o teste para normalidade dos dados foi o de kolmogorov Smirnov, o teste estatístico entre os sexos para os CIDs foi o teste t para amostras independentes, a diferença estatística foi dada pelo $p < 0,05$.

Os dados apresentaram distribuição normal para PM_{10} e não paramétricos para hospitalizações pulmonares. Para análise da relação entre poluição do ar e hospitalizações pulmonares, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (R) com histograma de dispersão composto pelo programa estatístico *R studio*. Foi aplicado fator de correção dos índices de internações considerando população exclusivamente hospitalizada pelo SUS, sem vínculos com planos de saúde privados, obtidos na Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). A pesquisa não necessitou de apreciação pelo Comitê de Ética por basear-se em dados secundários, conforme preconiza a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 510, de 7 de abril de 2016.

3 Resultados

O estudo analisou e correlacionou dados de poluição do ar por PM_{10} e hospitalizações por doenças pulmonares em idosos na cidade de Nova Iguaçu entre os anos de 2007 a 2016. A média anual de PM_{10} foi de $75,5 \text{ mg/m}^3$ ($\pm 16,2$) (IC=63,8-87,1), 50% acima dos atuais valores limítrofes permitidos pela OMS. O ano com maiores concentrações de PM_{10} foi 2011, com média anual de 99 mg/m^3 , ultrapassando o dobro dos níveis propostos, o ano de 2015 apresentou os menores índices da série conforme Gráfico 1. Analisando toda a série histórica de PM_{10} , ficou evidente a redução de 60% na concentração do poluente quando comparado os anos entre 2007 e 2016. As hospitalizações por agravos pulmonares em idosos apresentaram média anual de 427 internações ($\pm 105,3$) (IC=351,6-502,3).

Gráfico 1 – Médias anuais de hospitalizações e PM_{10} entre os anos de 2007 a 2016.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Gráfico 1 demonstra o total de hospitalizações por agravos pulmonares separados por sexo em todo período. O sexo masculino foi mais acometido, totalizando 2.239 internações, as maiores taxas de hospitalizações em 10 anos ocorreram no ano 2015, representando 157% mais internações comparado ao ano de 2011. O total de hospitalizações por doenças pulmonares foi de 4.270 em ambos os sexos, sendo (52,4%) masculinas e (47,6%) femininas.

A Tabela 1 apresenta estatisticamente a descrição mensal das concentrações de PM_{10} e hospitalizações entre os anos de 2007 a 2016. Dos 120 meses avaliados, faltaram registros de 26 observações para PM_{10} e 15 para hospitalizações. A média mensal do poluente esteve 49% acima do permitido pelos padrões internacionais.

Tabela 1 – Estatística descritiva mensal de PM₁₀ e hospitalizações.

		PM10 (mg/m ³ *)	Hospitalizações (n.º)
N.º medidas	Válido	94	105
	Omisso	26	15
Média		74,7	40,6
Mediana		71,5	38,0
Desvio Padrão		23,0	13,5
Correlação de Pearson		-0,230	
Intervalo Confiança		68,5-78,2	37,5- 43,5
Intervalo		102,7	72
Mínimo		39,7	17
Máximo		142,4	89
Total		-	4270
Percentis	25	58,5	31,0
	50	71,5	38,0
	75	86,9	49,0
	90	108,2	61,8

Fonte: Elaborado pelos autores.

*mg/m³= micrograma por metro cúbico.

A Tabela 2 descreve estatisticamente as hospitalizações por doenças pulmonares em ambos os sexos. O subcapítulo J18 foi a doença pulmonar com maior número de hospitalizações (2.054), seguida respectivamente do J96, J44 e J15 com (921, 558, e 505) internações. Outras doenças apresentaram médias pouco representativas como os subcapítulos do CID J04, J14, J16, J40, J41, J46, J66 e J68.

Ao analisar as vinte e quatro diferentes causas de hospitalizações, identificou-se diferença estatística entre os sexos masculino e feminino em idosos nos respectivos CIDs: J04, J12, J14, J16, J41, J46, J66, J68 com ($p<0,05$), porém somente o J12 apresentou número suficiente de indivíduos, demonstrando que a pneumonia viral acometeu três vezes mais o sexo feminino em relação ao masculino. O resultado dos demais CID's não demonstrou diferença estatística de hospitalizações entre os sexos.

Tabela 2 – Estatística descritiva por CID e sexo para hospitalizações de idosos por doenças pulmonares em 10 anos.

Doenças respiratórias	CID	Sexo	n.º por sexo	Total	Média mensal (DP±)	IC	Valor p
Inflamação Aguda Laringe ou traqueia	J04	M	00	01	0,0 (0,0)	0,0-0,0	0,037
		F	01		0,1 (0,3)	-0,1-0,3	
Infecção aguda via aérea superior	J06	M	02	06	0,3 (0,5)	-0,5-0,6	0,701
		F	04		0,3 (0,7)	-0,2-0,8	
Pneumonia Viral	J12	M	10	39	1,2 (1,0)	0,4-1,9	0,042
		F	29		2,7 (2,3)	1,0-4,4	
<i>Pneumonia Streptococcus pneumoniae</i>	J13	M	04	08	0,4 (0,7)	-0,1-0,9	0,751
		F	04		0,4 (0,1)	-0,3-1,1	
<i>Pneumonia Haemophilus Influenzae</i>	J14	M	00	01	0,0 (0,0)	0,0-0,0	0,037
		F	01		0,1 (0,3)	-0,1-0,3	
Pneumonia Bacteriana	J15	M	227	505	25,0 (12,3)	16,1-38,9	0,608
		F	278		25,5 (11,6)	17,1-33,8	
Pneumonia clamídia outro microorg infecciosos	J16	M	02	02	0,2 (0,4)	-0,1-0,5	0,001
		F	00		0,0 (0,0)	0,0-0,0	
Pneumonia em outras partes da via aérea	J17	M	09	16	0,9 (1,6)	-0,0-2,0	0,824
		F	07		0,7 (1,3)	-0,2-1,6	
Outras pneumonias causas não especificadas	J18	M	931	2054	109,4 (49,9)	73,7-145,1	0,783
		F	1123		96,0 (42,2)	65,7-126,2	
Sinusite	J32	M	04	06	0,4 (0,5)	0,0-0,7	0,081
		F	02		0,2 (0,4)	-0,1-0,5	
Bronquite	J40	M	01	02	0,1 (0,3)	-0,1-0,3	1,000
		F	01		0,1 (0,3)	-0,1-0,3	
Bronquite crônica	J41	M	02	02	0,2 (0,4)	-0,1-0,5	0,001
		F	00		0,0 (0,0)	0,0-0,0	
Bronquite crônica não especificada	J42	M	02	03	0,2 (0,6)	-0,2-0,6	0,328
		F	01		0,1 (0,3)	-0,1-0,3	
Enfisema Pulmonar	J43	M	45	76	4,7 (3,3)	2,3-7,0	0,495
		F	31		2,9 (2,9)	0,9- 4,9	
DPOC	J44	M	281	558	31,0(16,6)	19,1-42,9	0,357
		F	271		24,2 (10,9)	16,3-32,0	
Asma	J45	M	04	14	0,4 (0,7)	-0,1-0,9	0,438
		F	10		1,0 (0,6)	0,5-1,6	
Estado de mal asmático	J46	M	00	02	0,0 (0,0)	0,0-0,0	0,001
		F	02		0,2 (0,4)	-0,1-0,5	
Bronquiectasia	J47	M	02	10	0,3 (0,6)	-0,2-0,8	0,653
		F	08		0,7 (0,6)	0,2-1,2	
Pneumoconiose	J66	M	00	01	0,0 (0,0)	0,0-0,0	0,037
		F	01		0,1 (0,3)	-0,1-0,3	

Doenças respiratórias	CID	Sexo	n.º por sexo	Total	Média mensal (DP±)	IC	Valor p
Inflamação vias aéreas gases químicos e fumaças	J68	M	01	01	0,1 (0,3)	-0,1-0,3	0,037
		F	00		0,0 (0,0)	0,0-0,0	
Síndrome do desconforto respiratório do adulto	J80	M	02	05	0,2 (0,4)	-0,1-0,5	0,334
		F	03		0,3 (0,5)	-0,1-0,6	
Outras doenças intersticiais	J84	M	09	20	0,9 (1,0)	0,0- 1,6	0,298
		F	11		1,1 (1,6)	-0,1-2,3	
Insuficiência respiratória	J96	M	444	921	46,4 (24,7)	28,6-64,1	0,955
		F	447		45,7 (25,9)	27,1-64,2	
Outras doenças dos brônquios	J98	M	08	16	0,9 (0,8)	0,3-1,5	0,180
		F	08		0,7 (1,6)	-0,4-1,8	

Fonte: Elaborado pelos autores.

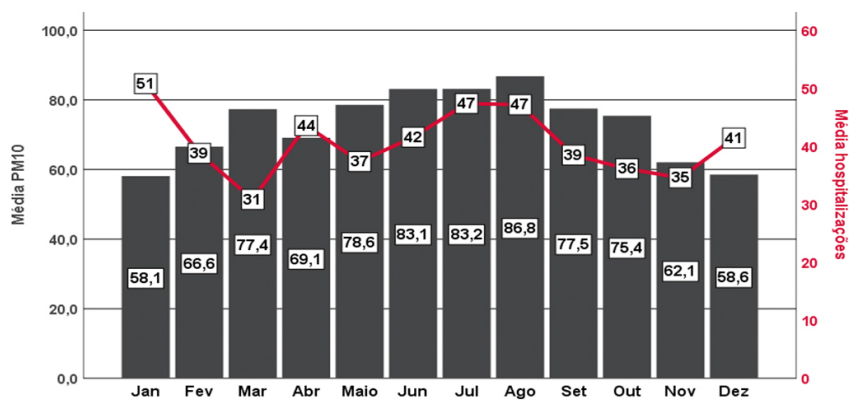
CID- Código Internacional de Doenças; DP- Desvio Padrão; IC- Intervalo de Confiança, M-Masculino; F-Feminino.

O sexo masculino apresentou médias mensais de hospitalizações mais elevadas em nove dos doze meses comparado ao feminino. Janeiro foi o mês com maiores taxas de hospitalizações para ambos os sexos, sendo (28) em homens, e (23) em mulheres. O sexo masculino teve sua menor média em novembro, representando uma diferença de 59% menos internações comparado ao mês de janeiro, enquanto que, nas mulheres, a menor média foi em março (15) comparada a maior média de janeiro com 60% de diferença.

O Gráfico 2 representa as médias mensais de PM_{10} e hospitalizações por doenças pulmonares em ambos os sexos na cidade de Nova Iguaçu. A linha destacada em vermelho representa as médias de hospitalizações, as colunas representam as médias de PM_{10} . Janeiro foi o mês com maior média de hospitalizações, ao contrário do mês de março que apresentou uma diferença de 65% menos hospitalizações. Neste mesmo período as médias de PM_{10} aumentaram, passando de $58,1 \text{ mg/m}^3$ para $77,4 \text{ mg/m}^3$, um aumento de 33%, demonstrando relação inversa com as hospitalizações.

Em contrapartida, o período entre os meses de maio a novembro demonstrou um padrão cíclico entre PM_{10} e hospitalizações, agosto foi o mês com maiores concentrações de PM_{10} ($86,8 \text{ mg/m}^3$) e o segundo em hospitalizações, com médias de (47), evidenciando que entre maio a agosto houve correlação ascendente entre aumento de PM_{10} e hospitalizações, assim como nos meses entre setembro a novembro demonstraram correlação descendente de ambas variáveis.

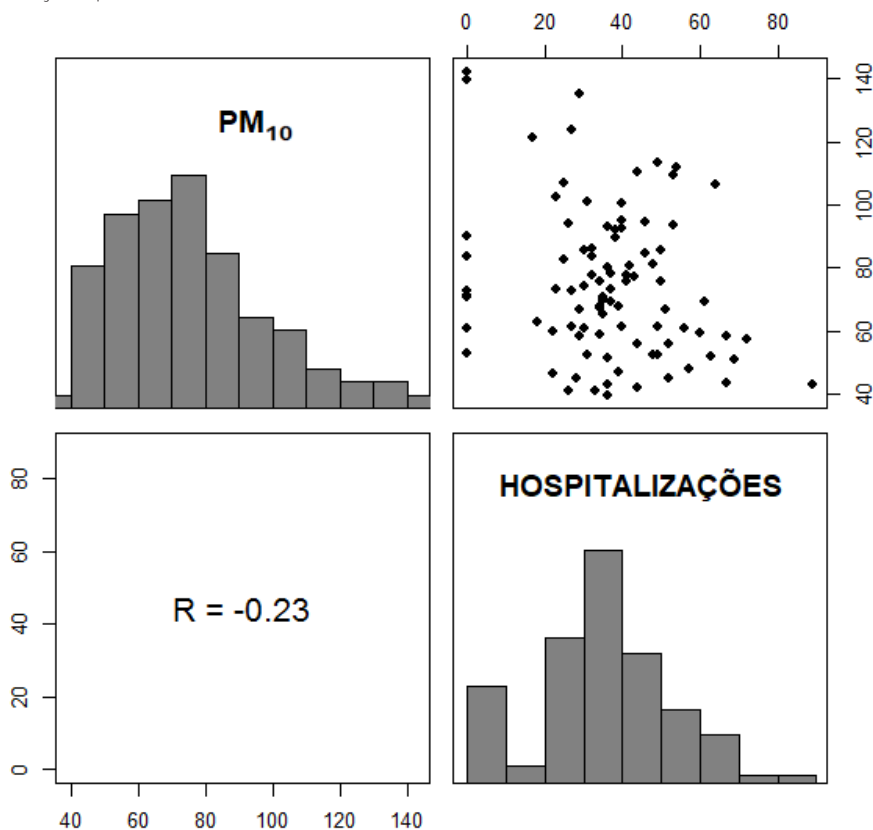
Gráfico 2 – Médias mensais de PM_{10} e hospitalizações em idosos em 10 anos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O Gráfico 3 destaca a frequência, dispersão e a correlação mensal entre as variáveis de PM_{10} e hospitalizações por doenças pulmonares. A correlação de Pearson demonstrou associação negativa e fraca ($R = -0,230$) nos 120 meses avaliados.

Gráfico 3 – Histograma de dispersão composto para correlação mensal entre PM_{10} e hospitalizações pulmonares.



Fonte: Elaborado pelos autores.

R= correlação de Pearson.

4 Discussão

A presente pesquisa é inédita em Nova Iguaçu e tem utilidade pública para informação da qualidade do ar ao longo de 10 anos. O estudo demonstrou que as concentrações de PM_{10} na cidade estiveram em desacordo com os padrões ambientais internacionais, como a OMS.

Nos 10 anos analisados, foram captadas 94 medidas de médias mensais de PM_{10} e 105 medidas de hospitalizações. Em meses específicos, observou-se altas concentrações de PM_{10} com valores máximos de até 142 mg/m^3 mês, correspondendo a uma ultrapassagem aproximada de três vezes os padrões limítrofes da OMS (50 mg/m^3).

Os Padrões de Qualidade do Ar (PQAR) no Brasil para PM_{10} foram estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 03/90 (CONAMA, 1990), seus valores médios anuais permitidos eram de até 150 mg/m^3 . A nova resolução CONAMA Nº 491, publicada no Diário Oficial da União de 20/11/18, revogou a antiga resolução, estabelecendo novos PQAR com concentrações de PM_{10} de até 50 mg/m^3 . Estes novos valores de qualidade do ar foram recomendados pela OMS em 2005, baseadas em novas evidências sobre os efeitos da poluição do ar sobre a saúde (CETESB, 2016; CONAMA, 2018).

Sabe-se que o PM_{10} é capaz de viajar longas distâncias através de correntes de ar, podendo alcançar regiões muito distantes da sua fonte (PEREIRA *et al.*, 2015; MARTINS *et al.*, 2014). Em contrapartida, as partículas poluentes podem ter dificuldade de dispersão, agindo diretamente no próprio local de sua origem, ou estacionando em áreas de barreiras geográficas como na cidade de Nova Iguaçu, localizada na baixada fluminense, que recebe ventos marítimos da Baía da Guanabara (MOURA *et al.*, 2020).

Pilger *et al.* (2011), ao realizar um estudo observacional descritivo de cinco anos, observou a influência do aumento da poluição do ar e exposições por longos períodos associados a diversas causas de hospitalizações em idosos. Em sua pesquisa foi demonstrado que a bronquite, o enfisema e DPOC, eram as maiores causas de doenças pulmonares seguido de pneumonias, com maior incidência em mulheres. Esses achados diferem de nossos resultados, que encontraram as pneumonias liderando as causas de internações, seguidas das DPOC, tendo maior acometimento no sexo masculino.

Segundo Costa *et al.* (2000), a distribuição das causas de hospitalizações em idosos, demonstrou que as doenças do aparelho respiratório são a segunda maior causa de hospitalização de idosos no país. Entre os anos de 2003 a 2013, o ministério da saúde emitiu boletim epidemiológico informando que a taxa de hospitalização por doenças respiratórias foi de 329/100 mil habitantes; deste total, a asma, a bronquite, o enfisema e outras DPOC foram responsáveis por 63,2% de todas as hospitalizações no período, sendo o sexo masculino mais acometido, esse achado corrobora com nosso estudo com exceção da asma (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

Um estudo realizado na cidade de São Paulo apontou as doenças pulmonares agudas e crônicas como sendo responsáveis por cerca de 16% de todas as internações do sistema de saúde brasileiro, o mesmo estudo também descreveu os idosos como o grupo que mais ocupam leitos hospitalares no Brasil (TOYOSHIMA, 2005). Rizzardo (2019), ao realizar projeção do número de idosos para 2030, apontou que 18,6% da população terá 60 anos de idade ou mais e que, em 2060, a população nesta faixa etária representará 33,7%, o

que pode aumentar o número de internações por causas pulmonares e gerar maior impacto sobre o sistema de saúde. Costa *et al.* (2000) chamaram atenção para o custo da hospitalização ser maior após os 60 anos de idade e que as reinternações entre idosos era cinco vezes mais recorrentes do que em indivíduos de faixas etárias inferiores, deixando claro o impacto financeiro no sistema de saúde e a frequência de hospitalização nesta população específica.

Na presente pesquisa, as doenças pulmonares que mais acometeram os idosos foram, respectivamente, pneumonias por causas não especificadas, insuficiência respiratória, DPOC e pneumonia bacteriana, corroborando com o estudo de Costa *et al.* (2000) que analisou as hospitalizações utilizando o mesmo delineamento retrospectivo em diferentes regiões do país, observando sexo e faixa etária e identificando as mesmas doenças pulmonares nos idosos. As pneumonias e a insuficiência respiratória acometeram mais o sexo feminino, apesar da incidência total de hospitalizações ter sido maior no sexo masculino, já a DPOC apresentou maior incidência em homens, embora não tenha havido diferença estatística entre os sexos ($p=0,357$). Nas doenças pulmonares com CID J04, J14, J16, J41, J46, J66, J68 o número de hospitalizações em 10 anos foi apenas de um ou dois casos por sexo, apesar destas doenças demonstrarem significância estatística com $p<0,05$, o número de casos limitou o teste estatístico nestes CIDs.

Um estudo chinês realizado por Li *et al.* (2019) analisou as concentrações de PM_{10} durante o ano e constatou que, no período de verão, onde as temperaturas eram mais quentes, a concentração deste poluente era menor. Assim, como no estudo de Li *et al.* (2019), foi observado neste estudo que os meses com menores temperaturas, como no período entre maio a outubro, apresentaram maiores concentrações de PM_{10} , demonstrando inversão das variáveis temperatura e PM_{10} , com redução de até 50% menos poluição do ar. Apesar da temperatura não ter sido avaliada neste estudo, o período compreendido envolveu as estações de outono e inverno no Brasil. Os meses com maiores diferenças de poluição do ar foram agosto e janeiro, respectivamente, períodos de inverno e verão no Brasil.

Gouveia *et al.* (2006) observaram uma relação entre a poluição atmosférica na cidade de São Paulo, ao sofrer incremento de 10 mg/m^3 nos níveis de PM_{10} e o aumento de 2,2% o número de hospitalizações de idosos por DPOC e pneumonia. O mesmo Gouveia *et al.* (2017), em recente estudo, acrescentou que a exposição ao PM_{10} estava associada também as internações por asma e exacerbação de doenças alérgicas respiratórias. Em nosso estudo, a asma teve pouca representatividade em número de idosos internados.

As médias mensais (Gráfico 2) demonstraram que, nos três primeiros meses, as hospitalizações reduziram em até 65%, já as médias de PM_{10} neste mesmo período aumentaram em 33%. Agosto foi o mês com as maiores concentrações de PM_{10} ($86,8\text{mg}/\text{m}^3$), as médias do primeiro quadrimestre não demonstraram correlação entre concentrações de poluição do ar e número de hospitalizações por causas pulmonares.

O ano de 2011 destacou-se pelas maiores concentrações de PM_{10} ($99\text{mg}/\text{m}^3$) e pelos menores índices de hospitalizações (255 internações), demonstrando que neste ano a relação foi inversa. O mesmo padrão também ocorreu em 2015, porém, neste ano, as concentrações de PM_{10} foram menores ($52\text{mg}/\text{m}^3$) e os índices de hospitalizações (675 internações) foram os maiores de toda série.

A correlação linear de Pearson utilizada neste estudo associou todas as médias mensais das observações de PM_{10} e de hospitalizações de idosos por causas pulmonares. Essa correlação tem sido utilizada em estudos observacionais para medir e associar o grau de relação entre poluentes do ar e desfechos que incluem hospitalizações e óbitos (GOUVEIA, 2006). Apesar do delineamento observacional e relação linear entre as variáveis, o número de indivíduos pesquisados por diferentes agravos pulmonares na cidade e o período de anos analisados deve ser considerado.

A correlação de Pearson entre a poluição do ar e as hospitalizações pulmonares, apesar de demonstrar associação negativa e fraca, evidenciou, através das médias totais mensais, um padrão cíclico entre os meses de maio a novembro, demonstrando associação entre as variáveis descritas (Gráfico 2).

O número de dados perdidos especialmente da variável poluição do ar pode ter interferido discretamente na correlação, essa perda de dados foi corrigida estatisticamente e distribuída através das médias mensais. É importante salientar que este estudo investigou apenas desfechos pulmonares, dentre os muitos efeitos causados pela poluição do ar sobre a saúde.

Assim como em outros estudos observacionais, a pesquisa exhibe limitações por medir associação entre apenas duas variáveis, sendo a variável preditora, a poluição do ar e a variável de desfecho, as hospitalizações. Não foram avaliadas características individuais ou coletivas, como doenças preexistentes, o uso de tabaco ou condições socioeconômicas que sirvam de confundidores para determinar a causa das hospitalizações. Desta maneira, são necessários mais estudos epidemiológicos com diferentes delineamentos que associem outras variáveis ambientais com diversas doenças que não apenas pulmonares.

Apesar disso, existem fortes evidências que correlacionam a poluição do ar e aumento das taxas de morbidade e mortalidade. A eliminação de fatores de

risco como a exposição a poluição ambiental é um importante determinante do envelhecimento saudável e da redução de complicações pulmonares.

5 Conclusão

O maior número de hospitalizações de idosos por causas pulmonares foi no sexo masculino, o ano de 2015 foi o maior em número de internações. As doenças pulmonares que mais acometeram os idosos, respectivamente, foram as pneumonias por diversas causas, pneumonias bacterianas, insuficiências respiratórias e DPOC. A poluição do ar apresentou não conformidade em todos os anos estudados, porém, houve redução de 60% destes níveis ao final de 10 anos, o que demonstra melhora das concentrações de PM_{10} ao longo da série. Os meses de junho, julho e agosto alcançaram os maiores níveis mensais de concentrações de PM_{10} , com destaque para o mês de agosto de 2011, que alcançou um nível três vezes maior que o permitido pelos órgãos fiscalizadores internacionais. A correlação mensal entre a poluição do ar e as hospitalizações de idosos por causas pulmonares no período estudado mostrou-se negativa e fraca.

Mais estudos de séries temporais devem ser realizados, afim de melhor elucidar os impactos da poluição do ar sobre a saúde humana, assim como entender a ação de outros poluentes em conjunto. A correlação de outros fatores que se associam as doenças pulmonares, como moradia, doença de base, idade e tabagismo também devem ser levados em consideração, não sendo alvo desta pesquisa.

ATMOSPHERIC POLLUTION AND HOSPITALIZATIONS FOR PULMONARY RESULTS IN ELDERLY PEOPLE IN NOVA IGUAÇU

abstract

Objective: Correlate air pollution with hospitalizations of elderly people in Nova Iguaçu (RJ) for pulmonary diseases between 2007 and 2016. Methodology: Observational, retrospective study. The pollutant analyzed was Particulate Material (PM_{10}). Air quality data was provided by INEA. Hospitalization data was provided by AIH. Respiratory system diseases were selected by CID X and subchapters J. The statistical analysis was performed by SPSS IBM 25, with data expressed as mean, standard deviation, median and 95% confidence interval. The

t test for independent samples was used, the statistical difference was given by $p < 0.05$. The relationship between air pollution and hospitalizations used Pearson's correlation coefficient. Results: The monthly averages of PM_{10} and hospitalizations were 74.7 mg/m^3 (± 16.2), respectively ($CI = 63.8-87.1$); 40.6 (± 13.5) ($CI = 37.5 - 43.5$). Men represented 52.4%, which totaled 2,239 hospitalizations in 10 years, 2015 was the year with the highest rate of hospitalizations (615). The most incident disease was J18 with an annual average of 102.7. Viral pneumonia affected three times as many women ($p < 0.042$). Pearson's correlation between PM_{10} and hospitalizations ($R = -0.230$). Conclusion: The sex most affected among the elderly was male. The pulmonary diseases with the highest hospitalization were pneumonia, respiratory failure and COPD. Despite the non-compliance of PM_{10} levels in 10 years, there was a 60% reduction in concentrations. The months between May and August showed the highest increases in PM_{10} and hospitalizations. The monthly correlation between hospitalizations of the elderly and PM_{10} was negative and weak.

key words

Air pollution. Particulate Material (PM_{10}). Hospitalization of the elderly. Hospitalizations. Lung diseases.

referências

ANDERSEN, Zorana Jovanovic *et al.* A Study of the Combined Effects of Physical Activity and Air Pollution on Mortality in Elderly Urban Residents: The Danish Diet, Cancer, and Health Cohort. *Environmental Health Perspectives*, Durham, v. 123, n.6, p. 557-563, 2015. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4455593/pdf/ehp.1408698.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

ARBEX, Marcos Abdo *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 <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v38n5/v38n5a15.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

BRAGA, Alféio Luís Ferreira *et al.* Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 570-578, 2007. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2007001600017. Acesso em: 15 fev. 2020.

BRÍGIDA, Gabriel Faustino Santa *et al.* Concentração de PM_{10} na atmosfera influenciando na qualidade de vida de praticante de atividade física em ambiente aberto? *Colloquium Vitae*, São Paulo, v. 5, n. esp, p. 56-62, 2013. Disponível em [http://www.unoeste.br/site/enepe/2013/suplementos/area/Vitae/Fisioterapia/Concentração de \$PM_{10}\$ na atmosfera influenciando na qualidade de vida de praticante de atividade física em ambiente aberto.pdf](http://www.unoeste.br/site/enepe/2013/suplementos/area/Vitae/Fisioterapia/Concentração de PM10 na atmosfera influenciando na qualidade de vida de praticante de atividade física em ambiente aberto.pdf). Acesso em: 23 dez. 2019.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). *Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo: 2016*. São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2019/05/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-do-Ar-2017.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 491/18 de 20 de novembro de 2018. Brasil. *Dispõe sobre padrões de qualidade do ar*. Disponível em: http://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603. Acesso em: 15 out. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 003 de 28 de junho de 1990. Brasil. *Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR*. Disponível em: http://www.ibram.df.gov.br/images/resol_03.pdf. Acesso em: 03 fev. 2020

COSTA, Maria Fernanda F. Lima *et al.* Diagnóstico da situação de saúde da população idosa brasileira: um estudo da mortalidade e das internações hospitalares públicas. *Informe Epidemiológico do SUS*. Brasil, v. 9, n. 1, p. 23-41, 2000. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/iesus/v9n1/v9n1a03.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2019.

COSTA, Maria Fernanda Lima; VERAS, Renato. Saúde pública e envelhecimento. *Caderno de Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 700-701, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v19n3/15872.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2019.

DAUMAS, Regina Paiva; *et al.* Poluição do ar e mortalidade em idosos no Município do Rio de Janeiro: análise de série temporal. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 311-319, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v20n1/49.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2019.

GONÇALVES, Fabio L. Teixeira *et al.* Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. *Ciência e Nature*, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 103-118, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9500>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GOUVEIA, Nelson *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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n12/15.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2017.

GOUVEIA, Nelson *et al.* Poluição do ar e hospitalizações na maior metrópole brasileira. *Revista de Saúde Pública*. São Paulo, v. 51, n. 117, p. 1-10, 2017. Disponível em <https://www.scielosp.org/pdf/rsp/2017.v51/117/pt>. Acesso em: 04 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>. Acesso em: 16 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *População no último censo*. Nova Iguaçu: IBGE, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/nova-iguacu/panorama>. Acesso em: 28 jan. 2020.

INSTITUTO DE SAÚDE E SUSTENTABILIDADE. *Rio de Janeiro tem índice de poluição duas vezes maior que o recomendado pela Organização Mundial de Saúde*. 2014. Disponível em: <https://www.saudeesustentabilidade.org.br/noticias/rio-de-janeiro-tem-indice-de-poluicao-duas-vezes-maior-que-o-recomendado-pela-organizacao-mundial-de-saude/>. Acesso em: 19 mar. 2019.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). GEAR – Gerencia de Qualidade do ar. (2015). *Relatório de qualidade do ar do estado do Rio de Janeiro*. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dimfis_gear/documents/document/zeww/mtmx/-edisp/inea0131852.pdf. Acesso em: 07 mar. 2017.

LI, Rui *et al.* Air pollution characteristics in China during 2015-2016: Spatiotemporal variations and key meteorological factors. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 648, p. 902-91, 2019. Disponível em: <https://www.sci-hub.tw/10.1016/j.scitotenv.2018.08.181>. Acesso em: 22 nov. 2019.

LUO, Lisha *et al.* Short-Term Effects of Ambient Air Pollution on Hospitalization for Respiratory Disease in Taiyuan, China: A Time-Series Analyses. *International Journal Environmental Research and Public Health*, [s.i.], v. 15, n. 10, p. 2160, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6210308/pdf/ijerph-15-02160.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2019.

MARQUES, Aline Pinto *et al.* Internação de idosos por condições sensíveis à atenção primária à saúde. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 48, n. 5, p. 817-826, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rsp/v48n5/pt_0034-8910-rsp-48-5-0817.pdf. Acesso em: 29 maio 2018.

MARTINS, Eduardo Monteiro *et al.* Utilização de Sistema de Informação Geográfica como ferramenta para gestão do monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 19, n. esp, p.43-50, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522014019010001237>. Acesso em: 19 out. 2019.

MARTINS, Lourdes Conceição *et al.* Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 88-94, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n1/8121.pdf>. Acesso em: 17 set. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Boletim Epidemiológico Secretaria de Vigilância em Saúde*. Brasil. v. 47, nº 19, 2016. Disponível em: <http://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/maio/06/2015-026-doencas-respiratorias-chronicas.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri; GOUVEIA, Nelson. Custos da poluição atmosférica nas regiões metropolitanas brasileiras. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 10, p. 4141-4147, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v19n10/1413-8123-csc-19-10-4141.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

MOURA, Paulo Henrique *et al.* Análise da qualidade do ar e fatores meteorológicos na cidade de Nova Iguaçu (Rio de Janeiro - Brasil) entre os anos de 2000 a 2016. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, Pernambuco, v.8, n.1, p.87-99, 2020. Disponível em: <https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/305/218>. Acesso em: 03 mar. 2020.

NASCIMENTO, Luiz Fernando C. *et al.* Efeitos da Poluição Atmosférica na Saúde Infantil em São José dos Campos, SP. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v.40, n.1, p.77-82, 2006. Disponível em: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2009/09/poluicao-e-saude-infantil-em-sjcampos.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

PEREIRA, José Luiz Gatto *et al.* Poluição do Ar por Material Particulado em Área Intra urbana no Rio de Janeiro: Aspectos Meteorológicos. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, Goiânia, v. 10, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/32901/19497>. Acesso em: 02 fev. 2020.

PILGER, Caliope *et al.* Causas de Internação hospitalar de idosos residentes em um município do Paraná, uma análise dos últimos 5 anos. *Revista de Enfermagem. UFSM*. Santa Maria, v. 1, n. 3, p. 394-402, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reufsm/article/view/3186/2407>. Acesso em: 07 fev. 2020.

RENZI, Matteo *et al.* Inquinamento atmosferico ed effetti sulla salute a Roma nel mese di dicembre 2015. *Epidemiologia e Prevenzione*, Milano, v. 40, n. 1, p. 29-32, 2016. Disponível em: http://www.epiprev.it/materiali/2016/EP1/EP1_29_art3.pdf. Acesso em: 07 jan. 2020.

RIZZARDO, Jessica Andressa. Prevalência de doenças crônicas em idosos atendidos na área de abrangência da estratégia saúde da família no interior do RS. *Estudos interdisciplinares do Envelhecimento*, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 97-109, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/RevEnvelhecer/article/viewFile/83855/55868>. Acesso em: 25 de mar. 2020.

SONG, Wan-Mei *et al.* The burden of air pollution and weather condition on daily respiratory deaths among older adults in China, Jinan from 2011 to 2017. *Medicine*. Baltimore, v. 98, n. 10, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6417541/pdf/medi-98-e14694.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

TOYOSHIMA, Marcos Tadashi Kakitani *et al.* Morbidade por doenças respiratórias em pacientes hospitalizados em São Paulo/SP. *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 51, n. 4, p. 209-213, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ramb/v51n4/a17v51n4.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2019.

Data de Submissão: 10/04/2020

Data de Aprovação: 21/12/2020