

A POLUIÇÃO EM VOLTA REDONDA: UMA REVISÃO SOBRE A QUALIDADE DO AR E A SAÚDE DA POPULAÇÃO

Lara Cristina de Jesus Souza¹

Graduanda do curso Engenharia de Produção

Márcio Corrêa Lourenço²

Graduando do curso Engenharia de Produção

Marcos Vinicius Valle Ferreira³

Graduando do curso Engenharia de Produção

Sara de Lima Siqueira Manso⁴

Graduanda do curso Engenharia de Produção

Renata Martins Parreira⁵

Dra. em Engenharia Biomédica

¹ Faculdade Redentor de Paraíba do Sul, Engenharia de Produção, Paraíba do Sul–RJ, lara14_ps@hotmail.com

² Faculdade Redentor de Paraíba do Sul, Engenharia de Produção, Paraíba do Sul–RJ, lourenco87@outlook.com

³ Faculdade Redentor de Paraíba do Sul, Engenharia de Produção, Paraíba do Sul–RJ, hm_mvinicius@hotmail.com

⁴ Faculdade Redentor de Paraíba do Sul, Engenharia de Produção, Paraíba do Sul–RJ, sara-limaa@hotmail.com

⁵ Faculdade Redentor de Paraíba do Sul, Engenharia de Produção, Paraíba do Sul–RJ, remparreira@gmail.com

RESUMO

Esse trabalho teve como intuito analisar o nível de poluição atmosférica e o efeito da mesma sobre as doenças respiratórias (CID – 10: J00-J99) no município de Volta Redonda – RJ, por faixa etária, no período de 2013 a 2015. Foram utilizados dados diários de Partículas Totais em Suspensão (PTS), Material Particulado (MP₁₀), Dióxido de Enxofre (SO₂), Dióxido de Nitrogênio (NO₂) e Monóxido de Carbono (CO), também foram utilizados dados diários de internações por doenças respiratórias para o total da população, crianças e idosos. Para analisar a associação entre os poluentes atmosféricos e as doenças respiratórias foi utilizado o Modelo Aditivo Generalizado de regressão de Poisson. Os resultados indicam variações de poluentes atmosféricos acima do permitido pela legislação na cidade de Volta Redonda e através da regressão de Poisson pode-se observar que a poluição atmosférica esteve associada a doenças respiratórias, principalmente pela exposição de poluentes como MP₁₀ e PTS. Os resultados desse trabalho podem contribuir para uma análise e formulação de políticas públicas para o controle da emissão de poluentes na atmosfera, promovendo o bem-estar da população da cidade.

Palavras-chave: Poluição; Saúde; Volta Redonda.

ABSTRACT

The work objective is analyze the level of air pollution and its effect on respiratory diseases (ICD - 10: J00 - J99) in the municipality of Volta Redonda - RJ, by age group, in the period of 2013 to 2015. Daily Data of Total Suspended Particles (PTS), Particulate Matter (MP₁₀), Sulfur Dioxide (SO₂), Nitrogen Dioxide (NO₂) and Carbon Monoxide (CO), daily data were also used for hospitalizations for respiratory diseases for the population, children and the elderly. To analyze the association between atmospheric pollutants and respiratory diseases, the Generalized Poisson Regression Additive Model was used. The results indicate variations of atmospheric pollutants above that allowed by the legislation in the city of Volta Redonda and through the Poisson regression it can be observed that air pollution was associated with respiratory diseases, mainly by the exposure of pollutants such as MP₁₀ and PTS. The results of this work can contribute to the analysis and formulation of public policies to control the emission of pollutants into the atmosphere, promoting the well-being of the population of the city.

Keywords: Pollution; Health; Volta Redonda.

INTRODUÇÃO

Volta Redonda é um município que possui cerca de 257.000 habitantes (IBGE, 2010 *online*), situado na macro região do médio vale do paraíba, no Estado do Rio de Janeiro,

conhecida também como a “Cidade do Aço” por sediar a maior indústria siderúrgica do país (PEITER; TOBAR, 1998).

A cidade de Volta Redonda originou-se como povoado do município de Barra Mansa. Em 1941 o governo de Getúlio Vargas deu início à construção da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e vieram pessoas do Brasil todo para trabalhar na empresa, surgindo assim uma vila operária em seu entorno (CARVALHO, 2009). Em meados de julho do ano de 1954, Volta Redonda concretiza sua emancipação político-administrativa, criando então o Município de Volta Redonda.

Grande parte de sua economia é voltada para as atividades industriais, que emitem altos níveis de poluentes na atmosfera diariamente, contribuindo para a evolução de problemas como o efeito estufa, chuva ácida, doenças respiratórias, dentre outros. Diante disso, torna-se um grande desafio manter o equilíbrio entre a produção e conservação ambiental em sociedades como Volta Redonda.

Uma atmosfera poluída é constituída de qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos que torne o ar: Impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público. Danoso aos materiais, à fauna e flora. Prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade” (CONAMA, 1999).

O polo industrial de Volta Redonda é considerado um dos maiores causadores de impactos ambientais na cidade devido ao alto nível de poluição que é liberado na atmosfera todos os dias. A poluição também tem origem da liberação de CO₂ proveniente dos automóveis que passam pela rodovia que corta a cidade (GIODA *et al.*, 2004).

A temperatura do ar, estabilidade, turbulência da atmosfera e velocidade do vento interferem na dispersão desses poluentes. A velocidade do vento tem efeito direto na diluição de poluentes atmosféricos, que se diluem de forma mais acelerada quando a velocidade é maior (PEIXOTO, 2017).

Essa problemática vem sendo estudada pelo campo da saúde com enfoque nos efeitos da poluição do ar na saúde pública. Estudos afirmam que esses efeitos se manifestam em geral em forma de doenças crônicas, prejudicando a qualidade de vida das populações afetadas (DALIA, 1991; DUCHIADE, 1992).

A poluição atmosférica é um dos principais causadores de doenças respiratórias crônicas e aparecimento de morbidades que incluem o aumento da insuficiência respiratória aguda, inflamação/irritação dos brônquios e diminuição da função pulmonar (LEBOWITZ, 1996).

Segundo Martins *et al.* (2002) e Bakonyi *et al.* (2004) os efeitos da exposição aos

poluentes na atmosfera têm sido relacionados com a diminuição da função pulmonar e o aumento no uso de medicamentos entre crianças e idosos, devido a esses grupos mostrarem ser suscetíveis aos efeitos da poluição.

De acordo com o quadro 1, esses são os gases causadores de doenças respiratórias que mais se destacam:

Quadro 01 - Fontes e Características de Alguns Poluentes na Atmosfera

Poluentes	Características	Efeitos gerais sobre a saúde
Partículas totais em suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Tamanho < 100 micra	Câncer no pulmão, aumento do risco de doenças respiratórias crônicas, arteriosclerose, asma, bronquite, bem como alterar a frequência cardíaca.
Partículas inaláveis (MP ₁₀) e fumaça.	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Tamanho < 10 micra	Prejuízos ao sistema respiratório e cardiovascular (doenças respiratórias crônicas, arteriosclerose, asma, bronquite, cânceres) e morte prematura.
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, altamente solúvel. Na presença de vapor d'água pode ser transformado a SO ₃ passando rapidamente a H ₂ SO ₄ , sendo um dos principais constituintes da chuva ácida. É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis. No verão, através dos processos fotoquímicos, as reações do SO ₂ são mais rápidas.	Desconforto na respiração, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO ₂ .
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	Podem levar a formação de HNO ₃ , nitratos e compostos orgânicos tóxicos.	Aumento da sensibilidade a asma e bronquite, abaixa a resistência as infecções respiratórias.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Altos níveis estão associados a prejuízos dos reflexos, da capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado de trabalho e visual.

Fonte: Adaptado Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - FEPAM (2015)

Considerando-se que o ar é um dos principais ativos para a sobrevivência dos seres vivos, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do ar na cidade de Volta Redonda e sua correlação com as internações hospitalares decorrentes de complicações respiratórias.

METODOLOGIA

A região em análise do presente estudo, compreende no município de Volta Redonda/RJ e seus municípios circunvizinhos que compõem a chamada Região do Médio Paraíba (RMP), a qual tem um importante papel para a economia do Estado do Rio de Janeiro e também para o país devido a concentração de importantes atividades industriais, juntamente com seu posicionamento estratégico à margem de uma das mais importantes rodovias federais, a Rodovia Presidente Dutra BR-116, que liga o estado de São Paulo e o estado do Rio de Janeiro. As distribuições das estações de monitoramento da qualidade do ar na RMP são dispostas conforme figura 1, sendo 13 estações automáticas e 9 estações semiautomáticas.

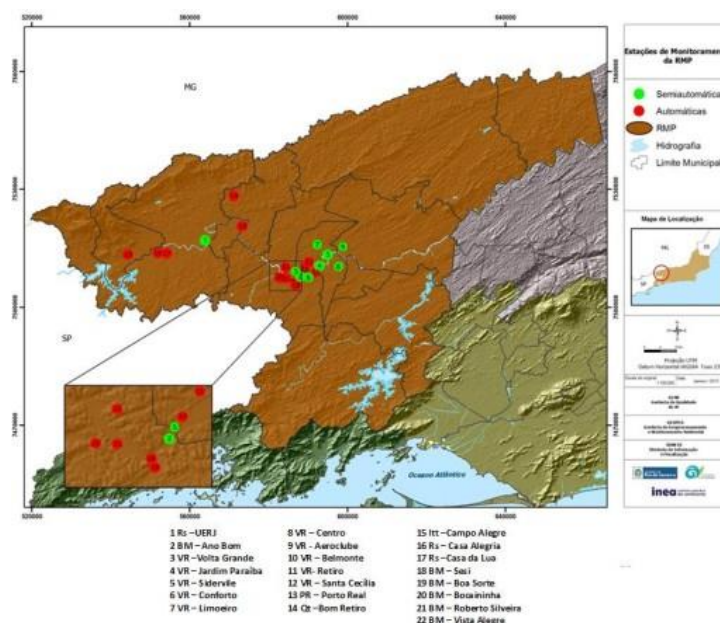


Figura 01: Distribuição espacial da rede de monitoramento da qualidade do ar na RMP.

Fonte: INEA (2015)

As estações automáticas da rede de monitoramento da qualidade do ar do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) efetuam aferições horárias das concentrações dos poluentes despejados no ar e dos parâmetros meteorológicos. As estações semiautomáticas monitoram durante 24 horas seguidas, em ciclos de 6 em 6 dias a concentração de PTS e PM₁₀ suspensos na atmosfera.

Avaliou-se os dados de exposição de Longo Período para a concentrações de PTS, MP₁₀, SO₂, NO₂, médias anuais, e exposição de curto período para CO, médias horárias, em cada estação nos anos de 2013, 2014 e 2015 a fim de comparar as concentrações médias obtidas com os padrões determinados pela legislação vigente. Estes dados foram obtidos

através de análise dos resultados consolidados de monitoramento e diagnósticos prestados pelo INEA em seu Relatório Anual da Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro – INEA/GEAR disponível em seu sitio web e posteriormente tabulados em tabelas.

Foram selecionados e analisados dados referentes ao número diários de internações por doenças do sistema respiratórios (CID-10 J00-J99), entre o período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015. A coleta de dados foi separada por faixa etária devido a diferenças existentes nas formas que cada indivíduo reage a determinados fatores, sendo elas: crianças menores de cinco anos, idosos de 60 anos ou mais e o total de internações por doenças respiratórias.

Os dados relacionados às internações hospitalares do Sistema Único de Saúde foram adaptados de Oliveira (2018) e enviados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), via *e-mail*. As informações utilizadas por esse trabalho foram: Município de residência, código de endereçamento postal (CEP), ano, mês, Idade, sexo, data de entrada e saída da internação, diagnóstico principal.

Todos os dados referentes as internações hospitalares são de hospitais da rede pública e conveniados. Ou seja, não foram contabilizadas as internações na rede privada. Este fato, pode tornar uma limitação para estudos como este.

A análise estática descritiva dos dados foi realizada através do cálculo da média aritmética, valor mínimo e máximo e desvio padrão para a variável internação hospitalar, com o auxílio do software Microsoft Excel®.

Foram considerados variáveis dependentes (as contagens diárias de internações por doenças do sistema respiratória para crianças de 0 a 5 anos, idosos e todas as faixas etárias;) e variáveis independentes (PTS, MP₁₀). Para as variáveis de controle foram adotadas: dias da semana, temperatura e umidade relativa do ar.

Foi calculado o coeficiente de correlação de *Pearson* entre as variáveis dependentes e os poluentes PTS, MP₁₀ (variável independente) e as variáveis climáticas (umidade relativa do ar e temperatura), isto teve como finalidade analisar a existência de associação entre os dados, o nível de significância adotado foi igual ou menor que 20%.

Pretendendo analisar a relação entre os poluentes e os casos de internação usou-se o Modelo Aditivo Generalizado (MAG) de Regressão de Poisson, que pode ser verificado na equação a seguir:

$$\ln(E(Y_{jt})) = \beta X_{1t} + \sum_{i=2}^p Si(X_{jt})$$

Equação 1

Essa equação tem sido utilizada em estudos como o de Martins *et al.* (2002), Tadano

et al. (2009) e Nascimento (2012).

Posteriormente a seleção do modelo de base foi estabelecido o Modelo Polinomial de Defasagem Distribuída (PDLM), com defasagem $-lag$, variando de 1 a 7 dias, para todas as variáveis independentes, com o objetivo de identificar a existência de associação entre o número de internações e as variáveis ambientais dentro de uma semana.

Em outras palavras, espera-se que as internações observadas em um dia específico estejam relacionadas à poluição do referido dia, como, também a poluição observada nos dias anteriores. Em função desse fato uma adequada determinação de uma estrutura de $-lag$ (defasagem) é de fundamental importância. As médias móveis podem ser empregadas, também nesse caso. Neste estudo foram utilizadas lag 's e médias móveis variando de ordem 2 até ordem 7, pois o objetivo foi verificar a associação de internações hospitalares e as variáveis ambientais para um período de, no máximo, uma semana. (COÊLHO, 2007 p.50)

Os efeitos para cada poluente introduzido ao modelo foram estimados, possibilitando dessa forma, o risco relativo percentual (RR%) para cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis dos poluentes, com nível de significância adotado de 5% em todas as estimativas.

RESULTADOS

As concentrações médias anuais de exposição de Longo Período de Partículas Totais Suspensas (PTS) comparadas ao padrão estipulado pela legislação vigente estão dispostas nas tabelas 1 (rede semiautomática) e 2 (rede automática). Os poluentes monitorados são o dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, PTS e PI (Partículas Inaláveis) (INEA, 2015).

Analisando os dados da média anual das estações semiautomáticas, referente ao ano de 2013, percebe-se que todas as 9 estações obtiveram média abaixo do limite padrão.

No ano de 2014, houve 3 ocorrências que ultrapassaram ou atingiram o limite estipulado pela legislação. Destaca-se entre elas a estação VR – Conforto e VR – Ano Bom que passaram $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ acima do limite respectivamente. A estação VR – Siderville por sua vez, ficou exatamente no limite de 80 (oitenta) $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

O monitoramento realizado no ano de 2015 junto às estações semiautomáticas tiveram resultados dentro dos padrões aceitáveis pela legislação. Destaca-se apenas a estação VR – Siderville, onde a mesma durante o período em tela, registrou a maior média anual ao ser comparada com as demais, apresentando média de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, obtendo uma leve queda comparado ao índice atingido no ano de 2014.

Tabela 1: Partículas Totais em Suspensão PTS - Estação Semiautomática RMP

Média Anual **2013** - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 **80 µg/m³**

Locais	VR - Jardim Paraíba	BM - Ano Bom	VR - Siderville	VR - Conforto	VR - Aeroclube
Concentração de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Locais	VR - Santa Rita do Zarur	VR - Vila Mury	VR - Volta Grande	Rs - UERJ	
Concentração de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Média Anual 2014 - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Locais	VR - Conforto	VR - Ano Bom	VR - Siderville	VR - Centro	VR - Aeroclube
Concentração de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Locais	VR - Limoeiro	VR - Volta Grande	Rs - UERJ		
Concentração de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Média Anual 2015 - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Locais	VR - Siderville	VR - Conforto	VR - Centro	VR - Limoeiro	VR - Aeroclube
Concentração de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fonte: INEA (2015)

Em relação aos dados de médias anuais de PTS das Estações Automáticas da RMP pertinente ao ano de 2013, constatou-se que a estação BM – Boa Sorte, ultrapassou em 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o limite padrão estabelecido pela legislação vigente. As demais estações mantiveram-se abaixo do limite padrão.

Examinando os dados do ano de 2014, onde houve coleta em diferentes estações, destaca-se a BM – Boa Sorte, localizada no município vizinho Barra Mansa, que demonstrou uma média anual bem acima do limite padrão: 29 (vinte e nove) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a mais. Já as demais estações, principalmente as de Volta Redonda ficaram com médias dentro do limite.

Na análise das concentrações médias anuais no ano de 2015 pode-se perceber que nenhuma descumpriu o padrão anual da qualidade do ar (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 2: Partículas Totais em Suspensão PTS - Estação Automática RMP

Média Anual **2013** - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 **80 µg/m³**

Locais	BM – Boa Sorte	BM – Vista Alegre	BM - SESI	VR - Belmonte	BM – Bocaininha
Concentração de PTS (µg/m³)	90 µg/m³	75 µg/m³	65 µg/m³	47 µg/m³	39 µg/m³
Locais	RS – Cidade Alegre	BM – Roberto Silveira	VR - Retiro	VR – Santa Cecília	
Concentração de PTS (µg/m³)	37 µg/m³	36 µg/m³	35 µg/m³	31 µg/m³	

Média Anual **2014** - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 **80 µg/m³**

Locais	BM - Boa Sorte	BM - SESI	BM - Vista Alegre	VR - Belmonte	Itt - Campo Alegre	
Concentração de PTS (µg/m³)	109 µg/m³	75 µg/m³	59 µg/m³	50 µg/m³	48 µg/m³	
Locais	VR - Retiro	BM - Bocaininha	Rs - Cidade Alegria	BM - Roberto Silveira	Rs - Casa da Lua	VR - Santa Cecília
Concentração de PTS (µg/m³)	46 µg/m³	46 µg/m³	46 µg/m³	46 µg/m³	44 µg/m³	40 µg/m³

Média Anual **2015** - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 **80 µg/m³**

Locais	BM - Vista Alegre	Rs - Casa da Lua	Rs - Cidade Alegria	BM - Roberto Silveira	Itt - Campo Alegre	BM - Bocaininha
Concentração de PTS (µg/m³)	56 µg/m³	51 µg/m³	49 µg/m³	45 µg/m³	44 µg/m³	43 µg/m³
Locais	VR - Belmonte	VR - Retiro	BM - Boa Sorte	VR - Santa Cecília		
Concentração de PTS (µg/m³)	40 µg/m³	37 µg/m³	35 µg/m³	31 µg/m³		

Fonte: INEA (2015)

As concentrações médias anuais de PM_{10} foram comparadas ao padrão estabelecido pela legislação e são apontadas nas tabelas 3 (rede semiautomática) e 4 (rede automática).

Percebe-se que as estações de rede semiautomáticas da RMP analisadas no ano de 2013 estão dentro do limite padrão anual estipulado pela legislação, sem ressalvas.

Os dados referentes ao ano de 2014 demonstram também que não houve transgressões quanto ao limite padrão, porém, a estação VR – Siderville registrou a maior média anual ficando próximo dos 50 (cinquenta) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ limite. O ano de 2015 não apresentou nenhuma média acima do permitido.

Tabela 3: Material Particulado PM_{10} - Estação Semiautomática RMP

Média Anual 2013 - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Locais	VR – Siderville	VR - Conforto	VR - Santa Rita do Zarur	VR - Aeroclube	VR - Vila Mury
Concentração de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Média Anual 2014 - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Locais	VR – Siderville	VR - Conforto	VR – Centro	VR - Limoeiro	VR - Aeroclube
Concentração de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Média Anual 2015 - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Locais	VR – Siderville	VR - Conforto	VR – Centro	VR - Limoeiro	VR - Aeroclube
Concentração de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fonte: INEA (2015)

Na análise feita a partir das Estações Automáticas da RMP referente ao período 2013 – 2015 destaca-se que em Volta redonda nenhuma estação extrapolou o limite padrão anual de 50 (cinquenta) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, somente a estação BM – SESI, situada no município vizinho de Barra Mansa que ficou 12(doze) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 5 (cinco) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ acima em sua média anual de PM_{10} no ano

de 2014 e 2015, respectivamente.

Tabela 4: Material Particulado PM_{10} - Estação Automática RMP.

Média Anual **2013** - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 **50 µg/m³**

Locais	VR - Belmonte	BM - Vista Alegre	Itt - Campo Alegre	BM - Boa Sorte	BM - Bocaininha	
Concentração de PM10 (µg/m³)	36 µg/m³	33 µg/m³	27 µg/m³	26 µg/m³	26 µg/m³	
Locais	BM - Roberto Silveira	VR - Retiro	Qt - Bom Retiro	PR - Porto Real	Rs - Cidade Alegria	VR - Santa Cecília
Concentração de PM10 (µg/m³)	25 µg/m³	25 µg/m³	24 µg/m³	23 µg/m³	23 µg/m³	22 µg/m³

Média Anual **2014** - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 **50 µg/m³**

Locais	BM - SESI	Rs - Casa da Lua	VR - Belmonte	BM - Boa Sorte	BM - Vista Alegre	VR - Retiro	
Concentração de PM10 (µg/m³)	62 µg/m³	39 µg/m³	38 µg/m³	36 µg/m³	35 µg/m³	33 µg/m³	
Locais	BM - Bocaininha	Rs - Cidade Alegria	Qt - Bom Retiro	VR - Santa Cecília	Itt - Campo Alegre	BM - Roberto Silveira	PR - Porto Real
Concentração de PM10 (µg/m³)	31 µg/m³	29 µg/m³	27 µg/m³	26 µg/m³	24 µg/m³	24 µg/m³	17 µg/m³

Média Anual **2015** - Padrão Anual Resolução CONAMA nº 03/90 **50 µg/m³**

Locais	BM - SESI	VR - Belmonte	BM - Vista Alegre	BM - Roberto Silveira	BM - Bocaininha	VR - Retiro
Concentração de PM10 (µg/m³)	55 µg/m³	34 µg/m³	34 µg/m³	32 µg/m³	31 µg/m³	29 µg/m³
Locais	Itt - Campo Alegre	Rs - Cidade Alegria	Rs - Casa da Lua	VR - Santa Cecília	Qt - Bom Retiro	PR - Porto Real

Concentração de PM10 (µg/m³)	27 µg/m³	25 µg/m³	25 µg/m³	25 µg/m³	24 µg/m³	12 µg/m³
------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Fonte: INEA (2015)

Quanto ao padrão de SO₂ mensurado através das estações de monitoramento da qualidade do ar entre os anos de 2013 a 2015, da RMP, não houve infrações, todas as médias se mantiveram abaixo do limite estipulado de 80 µg/m³ (Gráfico 01).

Os resultados colhidos junto às estações de monitoramento da RMP demonstram que a concentração de NO₂ no interstício de 2013 a 2015, não ultrapassaram o limite máximo colocado pela legislação. Todas as estações estiveram em conformidade com a mesma (Gráfico 01).

Os limites de concentrações de CO comparados ao determinado pela legislação, são dispostos em média horária e média de 8 (oito) horas, ambas referente ao lapso de 2013 a 2015 (Gráfico 01).

Observou-se que todas as estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar da RMP, não atingiram o limite do padrão horário estabelecido para este dado, ficando bem abaixo das 35 ppm estipuladas pelo CONAMA nº03/90, sendo, o mínimo obtido de 2 ppm em QT - Bom Retiro e o máximo de 24 ppm em PR – Porto Real (Gráfico01).

Seguindo a avaliação, o padrão de média de 8 (oito) horas também não violou os limites de concentração de CO impostos pela legislação em nenhuma das estações automáticas analisadas, não ultrapassando 3 ppm em nenhuma estação (Gráfico 01).

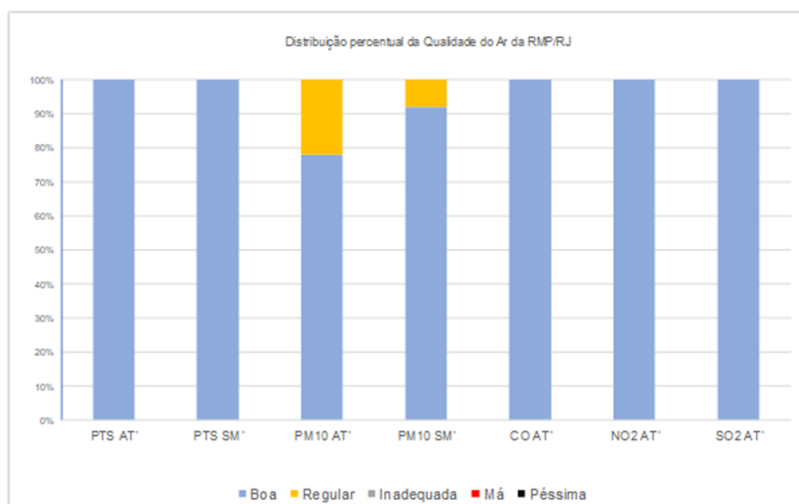


Gráfico 01 – Distribuição percentual da Qualidade do Ar da RMP

Fonte: Adaptado INEIA (2016)

No período estudado foi possível constatar que a cidade de Volta Redonda teve um registro de 40.502 casos de internações, sendo que 3.660 (9,04%) por doenças respiratórias conforme a tabela 9.

Tabela 9: Internações hospitalares por todas as causas e por doenças respiratórias, em Volta Redonda, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015.

Internações	2013	2014	2015	Total
Total de internações	14471	12955	13076	40502
Internações por doenças respiratórias	1215	1250	1195	3660
Internações por doenças respiratórias em crianças de 0 a 4 anos	168	237	216	621
Internações por doenças respiratórias em idosos acima de 60 anos	501	476	450	1427

Fonte: Oliveira (2018)

De acordo com os dados apresentados na tabela 10 percebeu-se que as doenças respiratórias afetam em grupos mais vulneráveis como crianças 621 (17%), pois inspiram uma maior quantidade de ar e possuem sistema imunológico não desenvolvido (KÜNZLI *et al.* 2010, *apud* OLIVEIRA, 2018) por completo e idosos 1.427 (39%) por possuírem um sistema imunológico frágil (ARBEX, 2012 *apud* OLIVEIRA, 2018).

Tabela 10: Análise descritiva da contagem diária das internações hospitalares por doenças do sistema respiratório, em Volta Redonda, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015.

Internações por doenças respiratórias (faixa etária)	Nº	%	Dias	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Total	3660	100%	1095	3,34	2,16	14	0
0 a 4 anos	621	17%	1095	0,57	0,85	5	0
A partir de 60 anos	1427	39%	1095	1,3	1,21	7	0

Fonte: Oliveira (2018)

Pode-se perceber ainda que a média de atendimento por doenças respiratórias em crianças de 0 a 4 anos é de 0,57 (podendo variar de 0 a 5) e de idosos com 60 anos ou mais, chega a 1,30 (podendo variar de 0 a 7) diariamente (Tabela 10).

Analisando a tabela 11 pode-se verificar que o MP₁₀ teve associação positiva para todas as faixas etárias. Foi também constatado que a PTS apresentou associação positiva para crianças de 0 a 4 anos e idosos acima de 60, tendo um valor não associado ao total de internações.

Tabela 11: Correlação de *Pearson* entre as internações Hospitalares por doenças respiratórias e as variáveis ambientais, em volta Redonda, no período de 2013 a 2015.

Internações por doenças respiratórias (faixa etária)	Temperatura °C	Umidade (%)	MP10 (ug/m3)	PTS (ug/m3)
0 a 4 anos	-0,187**	0,052*	0,064*	0,065*
A partir de 60 anos	-0,083**	-0,016	0,084**	0,082**
Total	-0,211**	-0,003	0,12**	0,112

Obs: * Significativo a 5%, **Significativo a 1%.

Fonte: Adaptado Oliveira (2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período estudado foi possível constatar que 9,04% dos casos de internações ocorreram por doenças respiratórias e isso equivale a 1,42% de toda a população da cidade de Volta Redonda. Através do Modelo Aditivo Generalizado (MAG) de Regressão de Poisson constatou-se que a poluição atmosférica e a exposição a poluentes como PTS e MP₁₀ teve correlação com as internações hospitalares, principalmente, em idosos e crianças, por apresentarem maior vulnerabilidade. Mesmo não tendo grandes ultrapassagens no limite determinado pelo CONAMA, os efeitos a esses poluentes podem trazer grandes prejuízos à saúde da população.

Observou-se também, uma alteração nos dados referente a poluição na cidade de Barra Mansa, devido ao deslocamento do vento e dispersão da poluição gerada na cidade de Volta Redonda, tais dados devem ser analisados para a comprovação mais profunda dos resultados obtidos. Esse trabalho pode contribuir para uma análise e formulação de políticas públicas para o controle da emissão de poluentes na atmosfera, promovendo o bem-estarda população.

REFERÊNCIAS

BAKONYI, Sonia Maria Cipriano; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco; MARTINS, Lourdes Conceição and BRAGA, Alfésio Luís Ferreira. **Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR.** *Rev. Saúde Pública* [online]. 2004, vol.38, n.5, pp.695-700

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 003 , 28 de Junho de 1990. **Diário Oficial da União.** Brasília 22 de Agosto de 1990. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>> .Acesso em: 16 Abril 2018.

CARVALHO, Rita de Cassia Santos.; TRINTA, José Luiz.; BARCELLAR, Fátima Cristina Trindade. **CSN e Responsabilidade Sócio-Ambiental: Conscientização, Estratégia ou Necessidade?** Cadernos UniFOA, Ed. 10, ago. 2009. Disponível em: http://www.unifoa.edu.br/%2Fcadernos%2Feicao%2F10%2F41.pdf&ei=BSRZUP2D4S29QSYgYHIDA&usg=AFQjCNFq9yVqFtFn1CZzPWv6tvvaTzSY1w&sig2=I_3o_vUwrYxf2-Tj92ejbsg. Acesso em: 04 de abr.2018.

COÊLHO, Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio: **Uma análise estatística com vista a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em funções de condições meteoro trópicas na cidade de São Paulo, 2007.** Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo. 196p.

DUCHIADE, Milena P.: **Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão.** *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.8, n.3, p.311-330, Set. 1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1992000300010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 abr. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X1992000300010>.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler. Rede estadual de monitoramento automático da qualidade do ar relatório 2013 e 2014 . – Porto Alegre: FEPAM, 2015. 58p. : il.

GIODA, Adriana et al . **Evaluation of air quality in Volta Redonda, the main metallurgical industrial city in Brazil.** *J. Braz. Chem. Soc.*, São Paulo , v.15, n.6, p. 856-864, Dec. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532004000600012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 abr. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-50532004000600012>.

DALIA, M. Spektor et al.: **Efeitos da Poluição do Ar sobre a Função Pulmonar: Um Estudo de Coorte em Crianças de Cubatão. 1991.** Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. 123p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Volta Redonda (RJ). In: IBGE, cidades, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/volta-redonda/panorama> >Acesso em: 11 abril. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Monitoramento do ar*, Ano Base 2013 Disponível em:<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dimfis_gear/documents/document/zwew/m

[dgy/~edisp/inea0082534.pdf](#)> Acesso em: Set de 2018

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Monitoramento do ar*, Ano Base 2014, disponível em:<
http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dimfis_gear/documents/document/zeww/mt e0/~edisp/inea0114522.pdf> Acesso em: Set de 2018

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Monitoramento do ar*, Ano Base 2015, disponível em:<
http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dimfis_gear/documents/document/zeww/mt mx/~edisp/inea0131852.pdf> Acesso em: Set de 2018

LEBOWITZ, M.D. **Epidemiological studies of respiratory effects of air pollution**. *European Respiratory Journal*, v.9, p.1029-1054, 1996.

MARTINS, Lurdes Conceição. *et al*. **Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil**. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v.36, n.1, p.88-94, Fev. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000100014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 abr. 2018.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102002000100014>.

MARTINS, Lurdes Conceição. *et al*. **Relação entre Poluição atmosférica e atendimento por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: Avaliação do rodízio de veículos**. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, n.4, n.3, p.220-229, 2001.

NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa. **Poluentes ambientais e internações devido a acidente casculeocéfálico**. *Cadernos de Saúde Pública*, v.28, n.7, p.1319-24, 2012.

OLIVEIRA, Jéssica Guerra Inácio.: **A Poluição Atmosférica e os seus efeitos na saúde da população do município de Volta Redonda. 2018**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda. 119p.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza. **A valoração econômica ambiental a partir da economia ecológica: um estudo de caso para a poluição hídrica e atmosférica na cidade de Volta Redonda/RJ**. 2010. 150 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286348>>. Acesso em: 17 ago. 2018

PEITER, Paulo; TOBAR, Carlos. **Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda**, Rio de Janeiro, Brasil

PEIXOTO, M.; **A Influencia dos poluentes atmosféricos na qualidade do ar de Volta Redonda – O caso do ozônio troposférico**. Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil, 2017.

TADANO, Yara de Souza: **Análise do impacto de MP₁₀ na saúde populacional: estudo de caso em Araucária, PR**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2009.