

ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SANTA CASA DE MISERICORDIA DE  
VITÓRIA - EMESCAM

LARISSA LARA FREIRE CORREA  
PEDRO DIEGO SAQUETTO

**ATENDIMENTOS POR CAUSAS RESPIRATÓRIAS E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA  
EM UMA CAPITAL INDUSTRIALIZADA DO SUDESTE DO BRASIL**

VITÓRIA  
2021

LARISSA LARA FREIRE CORREA  
PEDRO DIEGO SAQUETTO

**ATENDIMENTOS POR CAUSAS RESPIRATÓRIAS E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA  
EM UMA CAPITAL INDUSTRIALIZADA DO SUDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola Superior de Ciências  
da Santa Casa de Misericórdia de Vitória –  
EMESCAM, como requisito parcial para  
obtenção do grau de médico.

Orientadora: Faradiba Sarquis Serpa  
Coorientador: Higor Henrique Aranda  
Cotta

VITÓRIA  
2021

LARISSA LARA FREIRE CORREA  
PEDRO DIEGO SAQUETTO

**ATENDIMENTOS POR CAUSAS RESPIRATÓRIAS E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA  
EM UMA CAPITAL INDUSTRIALIZADA DO SUDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Medicina da Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória – EMESCAM, como requisito parcial para obtenção do grau de médico.

Aprovado em 14 de maio de 2021

COMISSÃO EXAMINADORA



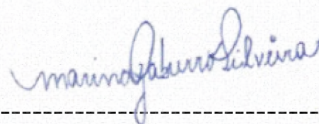
---

Profa. Dra. Faradiba Sarquis Serpa  
Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória –  
EMESCAM  
ORIENTADORA



---

Dr. Higor Henrique Aranda Cotta  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
COORIENTADOR



---

Profa. Dra. Marina Gaburro Silveira  
Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória –  
EMESCAM  
AVALIADORA

## RESUMO

**Objetivo:** Associar o número de atendimentos por causas respiratórias em Unidades de Saúde e Pronto Atendimento com a concentração de material particulado (MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub>). **Método:** estudo ecológico de dados longitudinais. Foram coletados dados sobre o número de atendimentos por causas respiratórias de indivíduos residentes em um raio de até 2 km de uma estação de monitoramento da qualidade do ar do município de Vitória atendidos em duas Unidades de Saúde e um Pronto Atendimento. As doenças e sintomas respiratórios foram listados de acordo com a Classificação Internacional de Doenças (CID-10). Informações sobre as concentrações de poluentes (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>), dados de umidade relativa do ar e temperatura foram coletados da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr). Para a análise estatística, foi criado modelo aditivo generalizado onde a variável resposta foi o número de atendimentos por doenças respiratórias e como covariáveis as médias diárias dos poluentes, da umidade e temperatura. **Resultado:** As análises demonstram que existe associação entre os níveis de MP<sub>10</sub> (p valor < 0,001) e MP<sub>2,5</sub> (p valor < 0,01) e o aumento do número de consultas por doenças respiratórias na região estudada, ajustados para temperatura e umidade. Para o aumento de 1µg/m<sup>3</sup> de MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub> houve um risco relativo de 1,0115 (IC95% 1,0012 – 1,0218) e 1,0165 (IC95% 1,0109 – 1,0221), respectivamente, com defasagem de 1 dia. **Conclusão:** Foi evidenciada associação positiva entre a concentração de material particulado e o número de consultas relacionadas a queixas respiratórias.

**Palavras-chave:** Material Particulado. Doenças Respiratórias. Controle de Qualidade do Ar.

## ABSTRACT

**Objective:** The study aimed to associate the number of visits for respiratory causes in Health and Emergency Care Units and the increase in concentration of Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>). **Method:** this was an ecological study of longitudinal data. Data on the number of visits for respiratory causes were collected from individuals residing within a 2 km radius from an air quality monitoring station in the city of Vitória, Espírito Santo, Brazil, who were served at two Health Units and one Emergency Room. Respiratory diseases and symptoms were listed according to the International Classification of Diseases (ICD-10). Information on pollutant concentrations (PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>), relative humidity and temperature data were collected from the Automatic Air Quality Monitoring Network (RAMQAr). For the statistical analysis, a generalized additive model was created in which the response variable was the number of visits for respiratory diseases and as covariables the daily averages of pollutants, humidity and temperature. **Result:** The analyzes demonstrate that there is an association between the levels of PM<sub>10</sub> (p value <0.001) and PM<sub>2.5</sub> (p value <0.01) and the increase in the number of consultations for respiratory diseases in the studied region, adjusted for temperature and humidity. For 1µg /m<sup>3</sup> increase in PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> there was a relative risk of 1.15 (95% CI 1.0012 – 1.0218) and 1.65 (95% CI 1.0109 – 1.0221), respectively, with a lag of 1 day. **Conclusion:** A positive association was found between the concentration of particulate material and the number of consultations related to respiratory causes.

**Keywords:** Particulate Matter. Respiratory Diseases. Air Quality Control.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1 – Localização da Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar da Enseada do Suá, Pronto Atendimento da Praia Suá, Unidade de Saúde Jesus de Nazareth e Unidade de Saúde Praia do Suá.	13
Figura 2 – Séries temporais do número de atendimentos por causa respiratória, concentração de MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub> , umidade relativa do ar e temperatura no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2019	19

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – descritiva de atendimentos por causas respiratórias em residentes no entorno da estação de monitoramento Enseada do Suá da RAMQAr, concentração de MP <sub>2,5</sub> e MP <sub>10</sub> e parâmetros meteorológicos no período de janeiro de 2017 e janeiro de 2019.	16
Tabela 2 – Coeficientes estimados do modelo de regressão Modelo Aditivo Generalizado, ajustado para temperatura e umidade, considerando defasagem de um dia entre a exposição ao material particulado e o atendimento por causa respiratória no período de janeiro de 2017 e janeiro de 2019	18

## LISTA DE SIGLAS

ACP – Análise de Componentes Principais

CID 10 – Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recurso Hídricos

MAG – Modelo Aditivo Generalizado

OMS – Organização Mundial da Saúde

RAMQAr – Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar

RMGV – Região Metropolitana da Grande Vitória

SEMUS – Secretaria Municipal de Saúde

SUS – Sistema Único de Saúde



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1	OBJETIVOS .....	11
1.1.1.	OBJETIVO GERAL .....	11
1.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>2</b>	<b>METODODOLOGIA</b> .....	12
2.1	ÁREA DO ESTUDO .....	12
2.2	POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	13
2.3	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR E PARÂMETROS METEOROLÓGICOS .....	13
2.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	14
<b>3</b>	<b>RESULTADO</b> .....	15
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	22
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23
	<b>ANEXOS</b> .....	26
	<b>ANEXO A</b> – Carta de Aprovação da Escola Técnica do SUS - SEMUS.....	26
	<b>ANEXO B</b> – Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades industriais e o aumento da frota veicular ocorridos nas últimas décadas contribuíram para o aumento da concentração de poluentes na atmosfera.<sup>1,2</sup> Desde então, estudos realizados em diferentes localidades têm relacionado os poluentes atmosféricos com diversos agravos de saúde, principalmente relacionados ao sistema respiratório.<sup>3-8</sup>

O ar poluído é formado por partículas sólidas e gases, lançados no ambiente por fontes móveis (veículos automotivos), fixas (indústrias das mais diversas atividades e construção civil) e queima de biomassa.<sup>6</sup> Dentre os principais poluentes atmosféricos, destaca-se o material particulado (MP), uma mistura complexa de partículas formadas por ácidos, químicos orgânicos, metais, partículas do solo e poeira, que é subdividido em: MP<sub>10</sub> (< 10µm, partículas inaláveis) e MP<sub>2,5</sub> (< 2,5µm, partículas finas).<sup>7,8</sup>

O sistema respiratório apresenta uma extensa área de contato com o meio ambiente e, dessa forma, a qualidade do ar interfere diretamente na saúde respiratória.<sup>6,7</sup> Os poluentes inalados podem atingir a circulação sistêmica através dos pulmões e causar efeitos deletérios também em outros órgãos e sistemas.<sup>10</sup> O mecanismo pelo qual os poluentes ocasionam danos a saúde humana ainda não está completamente esclarecido, mas existem evidências de que o material particulado carregue altas concentrações de oxidantes e pró-oxidantes, além de gases como ozônio (O<sub>3</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), que provocam a formação de espécies reativas de oxigênio e outros radicais livres quando entram em contato com o epitélio respiratório.<sup>6,11</sup> Esses radicais livres causam desequilíbrio entre a quantidade de oxidantes e a capacidade do organismo em neutralizá-los, levando à uma resposta inflamatória que pode alcançar repercussões locais e sistêmicas.<sup>6</sup>

Existem evidências de que o incremento da concentração de poluentes atmosféricos ocasiona aumento no número de atendimentos por doenças respiratórias em emergências e hospitalizações.<sup>12-14</sup> Essa associação é descrita mesmo quando os poluentes estão dentro dos níveis recomendados pela legislação vigente e OMS.<sup>15</sup>

O município de Vitória compõe uma área de grande urbanização, a Região Metropolitana da Grande Vitória. Por ser cercado pelo mar, apresenta uma considerável atividade portuária (Porto de Tubarão e Porto de Vitória), além de aeroporto e grandes projetos industriais, alguns dentro da malha urbana. Associado a isso houve aumento da frota veicular

nas últimas décadas, o que pode ter contribuído para o aumento da poluição atmosférica. <sup>1</sup> Estudos prévios realizados na região, observaram associação positiva entre atendimentos em emergência e hospitalizações por doenças respiratórias em crianças e concentração de poluentes. <sup>14-18</sup>

Nesse contexto, o presente estudo visa verificar a relação entre o número de atendimentos por causas respiratórias em Unidade Básica de Saúde e Pronto Atendimento e a concentração de material particulado em uma região do município de Vitória, ES.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1. OBJETIVO GERAL

Verificar a relação entre o número de atendimentos por causas respiratórias e a concentração de material particulado em uma região do município de Vitória, ES.

### 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os efeitos da concentração do  $MP_{2,5}$  no número de atendimentos por causas respiratórias nas Unidades Básicas de Saúde no Pronto Atendimento
- Avaliar os efeitos da concentração do  $MP_{10}$  no número de atendimentos por causas respiratórias nas Unidades Básicas de Saúde no Pronto Atendimento
- Avaliar a possível interação entre concentração de poluentes e parâmetros meteorológicos, temperatura e umidade.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DO ESTUDO

Estudo ecológico realizado no período de 01 de janeiro de 2017 a 31 de janeiro de 2019, com dados de atendimentos por causas respiratórias em duas Unidades Básicas de Saúde (Praia do Suá e Jesus de Nazareth) e um Pronto Atendimento localizados no entorno da Estação de Monitoramento do Ar Enseada do Suá que é uma das 9 estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr), gerenciada pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Figura 1).<sup>9</sup>



**Figura 1** – Localização da Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar da Enseada do Suá, Pronto Atendimento da Praia Suá, Unidade de Saúde Jesus de Nazareth e Unidade de Saúde Praia do Suá. Fonte: elaborado a partir de GOOGLE EARTH, 2021.

## 2.2 POPULAÇÃO DO ESTUDO

Foram incluídos os atendimentos pelos CIDs 10 (Classificação Internacional das Doenças) relacionados a doenças e sintomas respiratórios (subclassificações J e R) de indivíduos residentes no entorno da Estação de Monitoramento Enseada do Suá da RAMQAr, dentro de um raio de 2 km. Os dados dos atendimentos foram coletados da Rede Bem Estar da Secretaria Municipal de Saúde do município de Vitória.

## 2.3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR E PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

Os dados das concentrações dos poluentes atmosféricos,  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ , foram determinados por meio dos registros da RAMQAr, estação Enseada do Suá.<sup>9</sup> As amostras de ar coletadas nas estações da RAMQAr são medidas continuamente e as informações são processadas na forma de médias horárias do poluente em micrograma por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), no próprio local e em tempo real. A metodologia utilizada para o  $MP_{10}$  e o  $MP_{2,5}$  é a *Tapered Element Oscillating Microbalance* – TEOM, que possibilita a medição contínua da concentração de massa do MP.

Foram calculadas as médias de concentração de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  e considerou-se a média de 24h calculada a partir das aferições realizadas na estação, medidas em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Na estação da Enseada do Suá, não são monitorados dados de temperatura e umidade relativa do ar, por isso, foi considerada a homogeneidade espacial dessas variáveis atmosféricas para cada dia de amostragem em toda região do estudo, com base nos dados da estação da RAMQAr de Carapina, distante 7,5 km da área do estudo.

Foram calculadas as médias aritméticas das medidas de umidade relativa do ar, expressa em porcentagem (%) e temperatura (máxima, média e mínima) expressa em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Esses dados meteorológicos foram utilizados por afetarem diretamente a dispersão e o transporte de poluentes e também os desfechos em saúde.

### 2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram utilizadas como covariáveis as médias diárias dos poluentes  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ , da umidade relativa do ar e da temperatura, no modelo aditivo generalizado (MAG). A utilização do MAG com a distribuição de Poisson foi escolhida por permitir avaliar a relação temporal entre o número de atendimentos por causas respiratórias na população estudada e a concentração dos poluentes atmosféricos.<sup>14,15</sup> Por ser influenciado por variáveis de confundimento (temperatura e umidade), foram empregadas as funções de alisamento *splines*. Por meio do MAG, o número de atendimentos hospitalares pode ser explicado como uma sequência de variáveis aleatórias independentes. Desta forma, procedeu-se ao cálculo do risco relativo (RR), que estima a probabilidade de um evento epidemiológico (atendimentos por causa respiratória) ocorrer, dado a exposição a certo nível do agente causador (concentração de poluentes) em relação aos que estão acometidos do mesmo evento e não estão expostos ao agente.<sup>14</sup> Os efeitos da poluição na saúde humana se manifestam com defasagem entre a exposição do indivíduo ao poluente e a deflagração do evento respiratório.<sup>17</sup> Desta forma, analisamos a relação entre atendimentos por doenças respiratórias com níveis de poluentes do dia anterior ao atendimento.

As variáveis explicativas utilizadas para efeito de cálculo foram umidade, temperatura e níveis dos poluentes  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ . O número de atendimentos por causa respiratória foi a variável resposta. O nível de significância foi de 5%.

A ocorrência de dados faltantes, devido a medições incorretas ou possíveis falhas nos equipamentos de monitoramento, foi ajustada via imputação por meio de estimativas obtidas por correlação temporal entre as concentrações do poluente e pela autocorrelação dessas concentrações. O processo de modelagem e as análises estatísticas foram feitas na plataforma R.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória, conforme norma operacional 001/2013, sob o número 1.612.126 e pela Escola Técnica do SUS da Secretaria Municipal de Saúde de Vitória, ES.

### 3 RESULTADO

Durante o período estudado foram realizados 9.447 atendimentos por causa respiratória para a população residente no entorno da estação de monitoramento da Enseada do Suá da RAMQAr. O número diário de atendimentos variou de 0 a 39 (média diária: 12,41 consultas/dia; mediana: 12 atendimentos). A faixa etária dos pacientes atendidos variou de 0 a 100 anos (média: 24,27 anos; mediana: 20,70 anos). Desses, 4.039 (42,8%) eram do sexo masculino e 5.408 (57,2%) do sexo feminino.

A concentração média diária de  $MP_{2,5}$  e  $MP_{10}$  para o período analisado foi de 10,84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 19,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Em relação aos limites diários estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que são de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $MP_{2,5}$  e 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para o  $MP_{10}$ , em um único momento as médias diárias de concentração de  $MP_{2,5}$  e  $MP_{10}$  superaram aos valores preconizados pela OMS. Dessa forma, praticamente durante todo o estudo (99,86% do tempo analisado) os valores estiveram em consonância com as exigências da OMS.

Os valores de temperatura e umidade estiveram dentro das médias normais climatológicas previstas para o inverno e verão da Região da Grande Vitória com valores médios de 24,6°C para temperatura e 79,6% para umidade relativa do ar. Na tabela 1 estão apresentados os resultados descritivos relevantes.



**Tabela 1-** Estatística descritiva de atendimentos por causas respiratórias em residentes no entorno da estação de monitoramento Enseada do Suá da RAMQAr, concentração de MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub> e parâmetros meteorológicos no período de janeiro de 2017 e janeiro de 2019. Fonte: elaboração própria, 2020.

<b>Parâmetro</b>	<b>Resultado</b>
<b>Atendimentos por causa respiratória</b>	
Total (n)	9.447
Média (dp) (mediana)	12,41 (7,91) (12)
1º quartil	6
2º quartil	12
3º quartil	18
Mínimo-Máximo	0-39
<b>Idade (anos)</b>	
Média (mediana)	24,27 (20,7)
<b>Sexo</b>	
Masculino, n(%)	4.039 (42,8%)
Feminino, n(%)	5.408 (57,2%)
<b>MP<sub>2,5</sub>(µg/m<sup>3</sup>)</b>	
Média (dp) (mediana)	10,84 (2,79) (9,125)
1º quartil	8,83
2º quartil	10,29
3º quartil	12,38
Mínimo-Máximo	4,83-28,17
<b>MP<sub>10</sub>(µg/m<sup>3</sup>)</b>	
Média (dp) (mediana)	19,29 (5,59) (17,25)
1º quartil	15,42
2º quartil	18,46
3º quartil	22,63
Mínimo-Máximo	6,00-51,87
<b>Umidade relativa do Ar (%)</b>	
Média (dp) (mediana)	79,55 (7,45) (78,76)
1º quartil	74,30
2º quartil	79,67
3º quartil	84,74
Mínimo-Máximo	74,30-51,87
<b>Temperatura (°C)</b>	
Média (dp) (mediana)	26,64 (2,47) (25,78)
1º quartil	22,59
2º quartil	24,62
3º quartil	26,90
Mínimo-Máximo	17,65-29,65

Os atendimentos por causa respiratória apresentaram flutuação mais elevada no inverno, enquanto no verão observou-se tendência de aumento do número de atendimentos e baixa flutuação diária no período (Figura 2). Nos períodos nos quais a temperatura estava mais alta, a umidade relativa do ar foi maior, a concentração média de  $MP_{10}$  foi mais elevada e houve aumento no número de atendimentos por causa respiratória. Entretanto, para o  $MP_{2,5}$ , observou-se uma menor flutuação no período, quando comparado às demais variáveis.

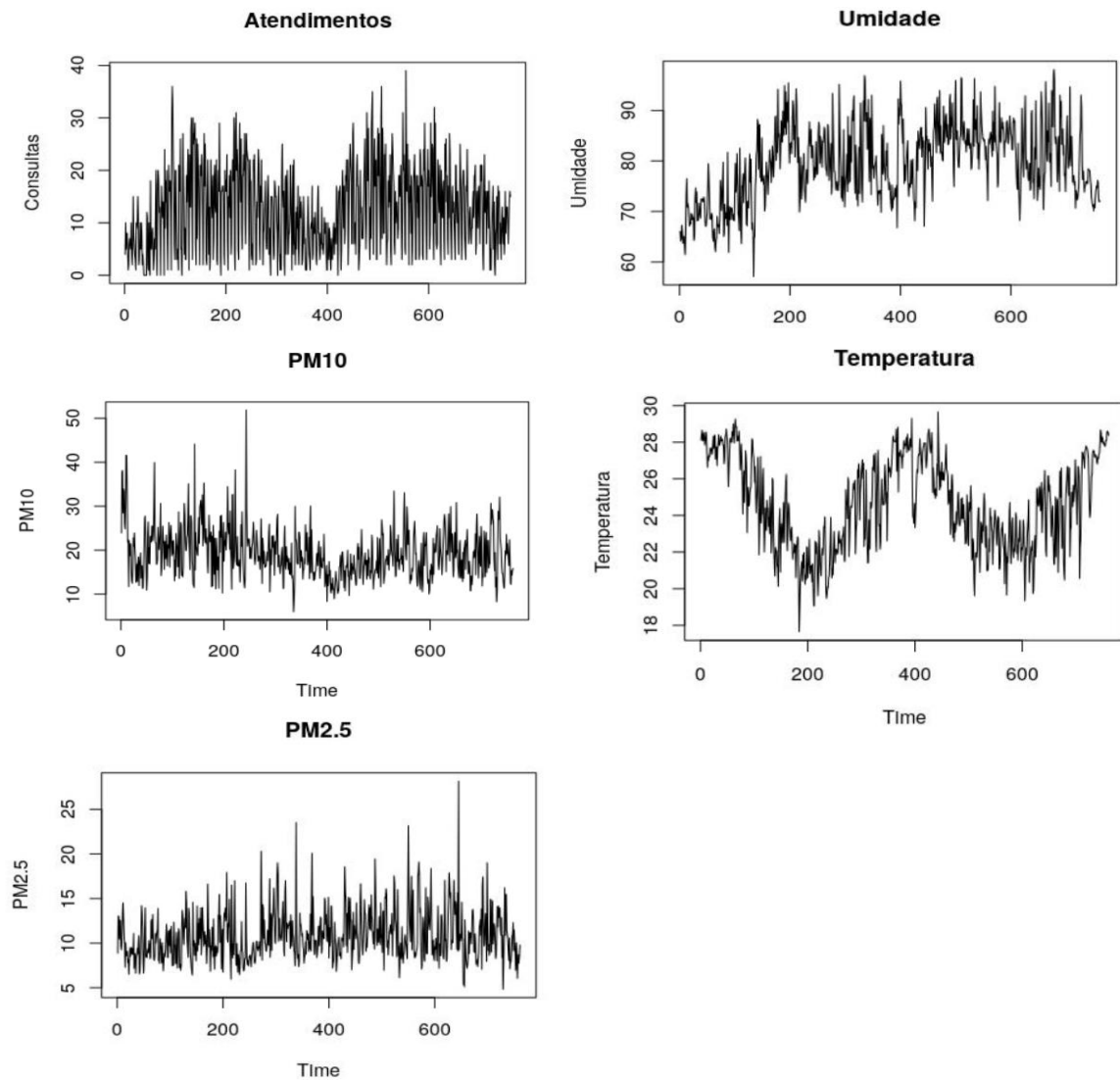


Figura 2 – Séries temporais do número de atendimentos por causa respiratória, concentração de  $MP_{2,5}$ ,  $MP_{10}$ , umidade relativa do ar e temperatura no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2019. Fonte: elaboração própria, 2020.

Foi observada uma associação positiva entre os níveis de  $MP_{10}$  ( $p$  valor  $< 0,001$ ) e  $MP_{2,5}$  ( $p$  valor  $< 0,01$ ), ajustados para temperatura e umidade, e o número de consultas por causas respiratórias nas Unidades Básicas de Saúde e no Pronto Atendimento da região do estudo. Para cada incremento de  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $MP_{2,5}$  e  $MP_{10}$  foi estimado um risco relativo de 1,0115 (IC95% 1,0012 - 1,0218) e 1,0165 (IC95% 1,0109 – 1,0221), respectivamente, para a defasagem de 1 dia (Tabela 2). Portanto, a população residente na região do estudo apresentou 1,15% e 1,65% a mais de probabilidade de serem atendidos por causas respiratórias a cada incremento de  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $MP_{2,5}$  e  $MP_{10}$ , respectivamente.

**Tabela 2** – Coeficientes estimados do modelo de regressão Modelo Aditivo Generalizado, ajustado para temperatura e umidade, considerando defasagem de um dia entre a exposição ao material particulado e o atendimento por causa respiratória no período de janeiro de 2017 e janeiro de 2019. Fonte: elaboração própria, 2020.

Coeficientes estimados do modelo de regressão MAG				
	Estimativa	Risco Relativo	Intervalo de confiança (IC95%)	p valor
<b>Intercepto</b>	2,045200			0,000 ***
<b><math>MP_{2,5}</math></b>	0,011449	1,0115	1,0012 - 1,0218	0,002 *
<b><math>MP_{10}</math></b>	0,016374	1,0165	1,0109 – 1,0221	0,000 ***

#### 4 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados neste estudo mostraram uma relação positiva entre o número de atendimentos por causas respiratórias na população geral e as concentrações de material particulado na região estudada. Quando considerado o número de atendimentos por doença respiratória em relação à concentração de poluentes do dia anterior, notou-se que o incremento de  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  na concentração de  $\text{MP}_{2,5}$  e  $\text{MP}_{10}$  foi relacionado a aumentos de 1,15% e 1,65%, respectivamente.

Estudos prévios realizados na região demonstraram maior risco de atendimentos na faixa etária pediátrica na atenção terciária, emergências de hospitais e hospitalizações.<sup>14-18</sup> Em um desses estudos o número de atendimentos por doença respiratória em emergência e hospitalizações de crianças em hospitais públicos e privado Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) foi relacionado a poluição atmosférica, sendo observado que para um aumento de  $4,2\mu\text{g}/\text{m}^3$  na concentração de  $\text{MP}_{2,5}$  o risco relativo foi de 1,0382 para exposição no dia corrente entre a exposição e o desfecho.<sup>14</sup> Outro estudo, também realizado com pacientes pediátricos atendidos em emergências de hospitais mostrou que um incremento de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{MP}_{10}$  gerou riscos relativos para atendimentos em emergência por doença respiratória de 1,0243, 1,0273 e 1,0329 nos acumulados de 5, 6 e 7 dias, respectivamente.<sup>17</sup>

Na literatura, a maioria dos estudos buscam efeitos da poluição atmosférica na faixa etária pediátrica. Cabe ressaltar que toda a população exposta aos poluentes atmosféricos corre risco de apresentar desfechos relacionados a doenças respiratórias, entretanto, existem grupos de risco como idosos, portadores de doenças crônicas e crianças.<sup>5,6</sup> Este último grupo apresenta uma relação volume respiratório-minuto/peso corporal maior do que os adultos, o que aumentaria a superfície de contato entre o material particulado e a via aérea, e consequentemente o nível de exposição.<sup>14</sup>

Nessa faixa etária existem evidências consistentes da associação entre doenças respiratórias e concentração de material particulado. Em um estudo de caso-controle realizado na Califórnia os autores observaram que o acréscimo de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  nos níveis de  $\text{MP}_{10}$  foi associado a um aumento de aproximadamente 9% no número de hospitalizações por bronquiolite em crianças.<sup>19</sup>

Neste estudo, optamos por considerar dados de atendimentos por causas respiratórias de pacientes de todas as idades em Unidades de Saúde e Pronto Atendimento para verificar se

nesse nível de atenção à saúde e, independentemente de faixa etária, também seria observada associação entre desfecho respiratório e material particulado.

Os resultados deste estudo são corroborados pelos dados da literatura, que apontam para um maior número de atendimentos por doenças respiratórias em decorrência do aumento da concentração de MP. Um estudo americano que seguiu 8.111 pacientes de 25 a 74 anos por um período de 14 a 16 anos indicou que a emissão de material particulado estava associada ao aumento de mortalidade por câncer de pulmão em seis cidades americanas.<sup>20</sup> Em Chicago foi verificado que um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos níveis de  $\text{MP}_{2,5}$  estava associado a um aumento de 2,07% em internações por doença respiratória.<sup>21</sup> Na China, um estudo recente realizado em 200 cidades chinesas abrangendo mais de 58 milhões de internações hospitalares em indivíduos de 18 anos ou mais no período entre 2014 e 2016, encontrou associação positiva entre aumento de número de consultas e emissão de  $\text{MP}_{2,5}$ .<sup>22</sup> Estudo realizado na Turquia, abrangendo todas as faixas etárias, encontrou que a faixa etária com o maior risco relacionado a admissão hospitalar por causa respiratória foi a de 15-34 anos, e em segundo lugar, o grupo de pessoas com mais de 65 anos.<sup>23</sup>

Em relação à temperatura, encontramos dados discrepantes para a influência da temperatura nos atendimentos e internações por causa respiratória. Os resultados encontrados neste estudo apontam para um maior número de atendimentos em temperaturas mais elevadas, o mesmo encontrado por Lin et al.<sup>24</sup>, no estado de Nova Iorque, e Iñigues et al.<sup>25</sup>, nas cidades mediterrâneas Roma e Valência, que relacionam o aumento das admissões hospitalares devido às temperaturas mais altas do verão. Lin et al.<sup>24</sup> mostraram que internações por causas respiratórias tendem a aumentar em 2 a 6 vezes nos anos de 2080-2099 em relação 1991-2004, em função do aumento da temperatura global e ondas de calor mais intensas. Ren e Tong<sup>26</sup> avaliaram como a elevação da temperatura modifica o impacto do  $\text{MP}_{10}$  nas admissões hospitalares e visitas a emergências por causas respiratórias e cardiovasculares em Brisbane, na Austrália entre os anos de 1996 e 2001. Os autores observaram interação estatisticamente significativa entre  $\text{MP}_{10}$  e temperatura, e os efeitos adversos a saúde foram observados principalmente nos dias com temperatura mais elevada.<sup>26</sup> McCormack et al.<sup>27</sup> observaram que o aumento da temperatura estava associado a piora dos sintomas respiratórios em pacientes com DPOC apenas quando os mesmos permaneciam fora de casa, indicando exposição a mais altas temperaturas e também a poluentes atmosféricos. Em contrapartida, diversos estudos apontam para um maior número de atendimentos e internações hospitalares em períodos de temperatura mais baixa.<sup>14,15,17</sup> Segundo Matos<sup>17</sup> as baixas temperaturas contribuem para o agravamento de

doenças respiratórias preexistentes, a maior incidência de doenças respiratórias virais e, de forma direta no aumento da concentração dos poluentes primários, em função do menor volume de chuvas e ocorrência de inversão térmica.

Observamos que a exposição ao material particulado afeta todas as faixas etárias, com potencial para impactar todos os níveis de atenção à saúde, mesmo dentro das concentrações recomendadas pela OMS, o que deve ser considerado na elaboração de políticas públicas para controle da emissão de poluentes. As Unidades Básicas de Saúde e Prontos Atendimentos municipais são a porta de entrada do Sistema Único de Saúde e o número de atendimentos por causa respiratória nesses serviços reflete a totalidade da população exposta à poluição atmosférica na região, haja visto que no ano de 2018 a cobertura da Atenção Básica em saúde no município de Vitória foi de 94,1%.<sup>28</sup>

Embora os níveis de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  mantiveram-se abaixo dos limites de qualidade do ar preconizados pela OMS em praticamente todo o período analisado, foi encontrado efeito da poluição do ar na população estudada. Isso reforça a recomendação do órgão de que se deve sempre buscar os menores níveis de poluentes atmosféricos, visto que há uma correlação linear entre o aumento dos níveis de poluentes e os agravos de saúde por eles provocados, mesmo dentro dos limites de poluição estabelecidos como aceitáveis.<sup>14</sup>

Podemos citar como limitações deste estudo o fato de que a análise da relação das doenças respiratórias foi feita apenas em relação ao material particulado, não levando em conta os demais poluentes ( $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $O_3$ ), que também apresentam efeitos deletérios sobre a saúde humana. Outra limitação encontrada diz respeito aos efeitos de defasagem, pois o modelo matemático utilizado levou em consideração apenas um dia após a exposição, não sendo avaliada a influência a exposição além desse período. Não foi realizada a distinção por grupos etários, o que limita a análise quanto ao grupo etário mais acometido, haja visto que estudos apontam que crianças seriam mais suscetíveis à exposição a poluição. Entretanto, a mediana de idade dos atendidos (20,7 anos) parece indicar que os mais jovens são mais afetados, corroborando com os achados da literatura.

## **5 CONCLUSÃO**

Com base nos resultados encontrados, conclui-se que embora os níveis de poluição da Grande Vitória estejam dentro dos padrões preconizados pela legislação brasileira e pela OMS, a elevação na concentração de material particulado influencia na deterioração da saúde respiratória de toda a população.

Espera-se que os resultados expostos permitam a mensuração dos riscos à saúde respiratória da população, e forneçam subsídios para a elaboração de políticas públicas para minimizar tais riscos.


## REFERÊNCIAS

1. Holgate ST. Every breath we take: the lifelong impact of air pollution – a call for action. *Clin Med (Lond)* 2017; 17:8-12.
2. Molina MJ, Molina LT. Megacities and atmospheric pollution. *J Air Waste Manag Assoc.* 2004 Jun;54(6):644-80.
3. Künzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: European assessment. *Lancet.* 2000; Sep 2;356(9232): 795-801.
4. Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL et al. Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med.* 2007 Feb 1;356(5):447-58.
5. Dockery DW, Pope CA 3rd, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med.* 1993 Dec 9;329(24):1753-9.
6. Arbex MA, Santos UP, Martins LC, Saldiva PHN, Pereira LAA, Braga ALF. A poluição do ar e o sistema respiratório. *J Bras Pneumol.* 2012; 38(5): 643-655.
7. Andeson J, Thundiyl J, Stolbach A. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health. *J. Med. Toxicol.* 2012; Jun 8;(2):166–75
8. Liu C, Chen R, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Guo Y, Tong S et al. Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities. *N Engl J Med.* 2019 Aug 22;381(8):705-715.
9. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Relatório da qualidade do ar: Grande Vitória 2019. Vitória: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; 2019.
10. Dapper SN, Spohr C, Zanini RR. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estud Av.* 2016; 30:83-97.
11. Dellinger B, Pryor WA, Cueto R, Squadrito GL, Hedge V, Deutsch WA. Role of free radicals in the toxicity of airborne fine particulate matter. *Chem. Res. Toxicol.* 2001 Oct; 14(10):1371-7.
12. Gouveia N, Mendonça GAS, Ponce de Leon A, Correia JEM, Junger WL, Freitas CU, et al. Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras *Epidemiol Serv Saúde.* 2003;12:29-40.



13. Braga ALF, Pereira LAA, Procópio M, Andre PA, Saldiva P. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro; 2007; 23 Sup 4:S570-S578.
14. Nascimento AP, Santos JM, Mill JG, Souza JB, Reis Júnior NC, Reisen VA. Associação entre concentração de partículas finas na atmosfera e doenças respiratórias agudas em crianças. *Rev. Saúde Pública*. 2017; 51:3.
15. Matos EP. Estudo epidemiológico, espacial e temporal, na análise da associação entre poluição do ar e o número de atendimentos hospitalares por causas respiratórias em crianças, na Região da Grande Vitória, ES [mestrado]. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; 2012.
16. Freitas CU, Ponce de Leon A, Juger W, Gouveia N. Poluição do ar e impactos na saúde em Vitória, Espírito Santo. *Rev Saúde Pública* 2016; 50:4.
17. Matos EP, Reisen VA, Serpa FS, Prezotti Filho PR, Leite MFS. Análise espaço-temporal do efeito da poluição do ar na saúde de crianças. *Cad. Saúde Pública* 2019; 35(10):e00145418.
18. Castro HA, Hacon S, Argento R, Junger WL, Mello CF, Castiglioni Júnior N. Air Pollution and Respiratory Diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2007;23 Suppl 4:S630-42.
19. Karr C, Lumley T, Schreuder A, Davis R, Larson T, Ritz B, Kaufman J. Effects of subchronic and chronic exposure to ambient air pollutants on infant bronchiolitis. *Am J Epidemiol* 2007; Mar 1;165(5):553–60.
20. Dockery DW, Pope CA 3rd, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME et al. Association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med*. 1993 Dec 9;329(24):1753–9
21. Zanobetti A, Franklin M, Koutrakis P, Schwartz J. Fine particulate air pollution and its components in association with cause-specific emergency admissions. *Environ Health*. 2009 Dec 21;8:58.
22. Tian Y, Liu H, Liang T, Xiang X, Li M, Juan J et al. Fine particulate air pollution and adult hospital admissions in 200 Chinese cities: a time-series analysis. *Int J Epidemiol*, 2019 Aug 1;48(4):1142-1151.

23. Unver E, Bolat E, Altin S, Coban A, Aktas M, Ficici M et al. The Effect Of Air Pollution On Respiratory System Disease Admissions And Health Expenditures. *EJMI*. 2019; 3(2): 137-143
24. Lin S, Hsu WH, Zutphen AR, Saha S, Lubber G, Hwang SA. Excessive Heat and Respiratory Hospitalizations in New York State: Estimating Current and Future Public Health Burden Related to Climate Change. *Environ. Health Perspect*. 2012 Nov;120(11):1571-7.
25. Iñiguez C, Schifano P, Asta F, Michelozzi P, Vicedo-Cabrera A, Ballester F. Temperature in summer and children's hospitalizations in two Mediterranean cities. *Environ Res*. 2016 Oct;150:236-244.
26. Ren C, Tong S. Temperature modifies the health effects of particulate matter in Brisbane, Australia. *Int J Biometeorol*. 2006 Nov;51(2):87-96.
27. McCormack MC, Belli AJ, Waugh D, Matsui EC, Peng RD, Williams DL et al. Respiratory Effects of Indoor Heat and the Interaction with Air Pollution in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Ann Am Thorac Soc*. 2016 Dec;13(12):2125-2131.
28. Secretaria Municipal de Saúde de Vitória. Relatório Anual de Gestão – período 01/01/2018 a 31/12/2018. Vitória; 2019.

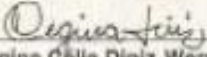
**ANEXOS****ANEXO A – Carta de Aprovação da Escola Técnica do SUS - SEMUS**

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA  
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE  
ESCOLA TÉCNICA E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE SAÚDE  
Professora Argêla Maria Campos da Silva

## DECLARAÇÃO

Declaro, para fins de apresentação no Comitê de Ética, que a Secretaria Municipal de Saúde (SEMUS) está de acordo e possui infraestrutura adequada para a realização do projeto de pesquisa intitulado: **\*ESTUDO LONGITUDINAL SOBRE OS EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NO SISTEMA RESPIRATORIO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA-ES\*** de autoria de **FARADIBA SARQUIS SERPA**. O início da coleta de dados fica condicionado à aprovação do projeto no Comitê de Ética e tornecimento, pela ETSUS-Vitória, de Carta de Apresentação do pesquisador ao(s) campo(s) de pesquisa.

Vitória, 13 de novembro de 2015

  
Regina Célia Diniz Werner  
Diretora da Escola Técnica e Formação Profissional de Saúde

---

Av. Maria de Lourdes Garcia, 474, Iha de Santa Maria, CEP 29051-250  
E-mail: [escola@saude@correm1.vitoria.es.gov.br](mailto:escola@saude@correm1.vitoria.es.gov.br) Tel/Fax : 3132-5184 ou 3132-5074

## ANEXO B – Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

ESCOLA SUPERIOR DE  
CIÊNCIAS DA SANTA CASA DE  
MISERICÓRDIA DE VITÓRIA -



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** "Estudo longitudinal sobre os efeitos da poluição do ar no sistema respiratório de crianças e adolescentes do município de Vitória-ES"

**Pesquisador:** Faradiba Sarquis Serpa

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 53176915.8.0000.5065

**Instituição Proponente:** Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória -

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.612.126

**Apresentação do Projeto:**

Emenda apresentada para inclusão de pessoas na equipe de pesquisa. Trata-se de um estudo longitudinal com dados de saúde observados de forma temporal e espacialmente correlacionados com níveis de poluentes atmosféricos e composição química do MP2,5 no município de Vitória.

**Objetivo da Pesquisa:**

Mantidos os do projeto original:

**2.1 Objetivo Geral**

- Estudar os efeitos da poluição atmosférica no sistema respiratório de crianças e adolescentes residentes no município de Vitória, de forma longitudinal e espacial.

**2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar mensalmente a função pulmonar de crianças e de adolescentes por meio de espirometria e relacionar as alterações dessa variável, ao longo do tempo e do espaço, com os níveis de poluentes e a composição química do MP2,5

- Avaliar a medida de pico de fluxo expiratório, as estações de inverno e verão e relacionar as alterações dessa variável, ao longo do tempo e do espaço, com os

**Endereço:** EMESCAM, Av.N.S.da Penha 2190 - Centro de Pesquisa  
**Bairro:** Bairro Santa Luzia **CEP:** 29.045-402  
**UF:** ES **Município:** VITORIA  
**Telefone:** (27)3334-3586 **Fax:** (27)3334-3586 **E-mail:** comite.etica@emescam.br

ESCOLA SUPERIOR DE  
CIÊNCIAS DA SANTA CASA DE  
MISERICÓRDIA DE VITÓRIA -



Continuação do Parecer: 1.612.128

níveis de poluentes e a composição química do MP2,5.

- Avaliar mensalmente a quantidade de óxido nítrico exalado de crianças e adolescentes e relacionar as alterações dessa variável, ao longo do tempo e do espaço, com os níveis de poluentes e a composição química do MP2,5.
- Avaliar o número diário de atendimentos por doenças respiratórias na Unidade de Saúde e Pronto Atendimento da Praia do Suá e relacionar essa variável ao longo do tempo e do espaço, com os níveis de poluentes e a composição química do MP2,5.
- Avaliar o número diário de medicamentos dispensados para doenças respiratórias na Unidade de Saúde e Pronto Atendimento da Praia do Suá e relacionar essa variável ao longo do tempo e do espaço, com os níveis de poluentes e a composição química do MP2,5.
- Descrever características sócio-epidemiológicas da população estudada.
- Descrever perfil de sensibilização a aeroalérgenos na população estudada.
- Relacionar sensibilização aos aeroalérgenos com efeitos dos poluentes na função pulmonar, medida de óxido nítrico exalado e sintomas.
- Distribuir especialmente os casos de provável asma e rinite.
- Fornecer subsídios técnicos e científicos para a geração de políticas públicas de saúde e meio ambiente no Espírito Santo.
- Promover parcerias de pesquisa entre a Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (Emescam), o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo-UFES (PPGEA-UFES) e a Secretaria Municipal de Saúde de Vitória (SEMUS).

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Mantidos os do projeto original. A pesquisadora explica com detalhes os riscos e benefícios de sua metodologia.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de uma pesquisa importante sob os aspectos clínicos e social. É viável, com critérios de inclusão bem definidos, devidamente fundamentado e bem elaborado sob os aspectos metodológicos. A Emenda somente acrescenta pessoas na equipe de pesquisadores.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os documentos apresentados já foram avaliados pelo CEP e estão de acordo com as normas vigentes.

Endereço: EMESCAM, Av.N.S.da Penha 2190 - Centro de Pesquisa  
 Bairro: Bairro Santa Luzia CEP: 29.045-402  
 UF: ES Município: VITÓRIA  
 Telefone: (27)3334-3586 Fax: (27)3334-3586 E-mail: comite.etica@emescam.br

ESCOLA SUPERIOR DE  
CIÊNCIAS DA SANTA CASA DE  
MISERICÓRDIA DE VITÓRIA -



Continuação do Parecer: 1.612.126

**Recomendações:**

Sem comentários.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

De acordo com os registros feitos neste parecer nossa conclusão é pela aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Projeto aprovado por decisão do CEP. Conforme a norma operacional 001/2013:

- riscos ao participante da pesquisa deverão ser comunicados ao CEP por meio de notificação via Plataforma Brasil;
- ao final de cada semestre e ao término do projeto deverá ser enviado relatório ao CEP por meio de notificação via Plataforma Brasil;
- mudanças metodológicas durante o desenvolvimento do projeto deverão ser comunicadas ao CEP por meio de emenda via Plataforma Brasil.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_732688_E1.pdf	05/06/2016 15:44:40		Aceito
Outros	RESPOSTA_AS_CONSIDERACOES_E_PENDENCIAS.pdf	28/02/2016 21:32:55	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Estudo_longitudinal_sobre_os_efeitos_da_poluicao_do_ar_no_sistema_respiratorio_de_crianças_e_adolescentes_de_Vitoria_REV.pdf	28/02/2016 19:45:30	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_8_a_12_anos_REV1.docx	28/02/2016 19:43:17	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_13_a_18_anos_1002.pdf	14/02/2016 17:53:23	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_13_a_18_anos_1002.pdf	14/02/2016 17:52:48	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_8_a_12_anos_1002.pdf	14/02/2016 17:52:15	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito

Endereço: EMESCAM, Av.N.S.da Penha 2190 - Centro de Pesquisa  
 Bairro: Bairro Santa Luzia CEP: 29.045-402  
 UF: ES Município: VITORIA  
 Telefone: (27)3334-3586 Fax: (27)3334-3586 E-mail: comite.etica@emescam.br

ESCOLA SUPERIOR DE  
CIÊNCIAS DA SANTA CASA DE  
MISERICÓRDIA DE VITÓRIA -



Continuação do Parecer: 1.612.126

Justificativa de Ausência	TCLE_8_a_12_anos_1002.pdf	14/02/2016 17:52:15	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia.pdf	24/11/2015 21:10:30	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	24/11/2015 21:01:15	Faradiba Sarquis Serpa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VITORIA, 28 de Junho de 2016

Assinado por:

Diana de Oliveira Frauches  
(Coordenador)

Endereço: EMESCAM, Av.N.S.da Penha 2190 - Centro de Pesquisa  
Bairro: Bairro Santa Luzia CEP: 29.045-402  
UF: ES Município: VITORIA  
Telefone: (27)3334-3586 Fax: (27)3334-3586 E-mail: comite.etica@emescam.br