



MESTRADO EM SAÚDE COLETIVA

VALDILENE SILVA DE CARVALHO

**Estudo ecológico dos efeitos da poluição atmosférica sobre os
moradores da cidade de Santos e a modificação de efeito
produzida pela faixa etária e local de moradia.**

SANTOS – SP

2021

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS

VALDILENE SILVA DE CARVALHO

Estudo ecológico dos efeitos da poluição atmosférica sobre os moradores da cidade de Santos e a modificação de efeito produzida pela faixa etária e local de moradia.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos.
Área de Concentração: Avaliação de exposição e risco ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Alfésio Luis Ferreira Braga

SANTOS –SP

2021

[Dados Internacionais de Catalogação] Departamento de
Bibliotecas da Universidade Católica de Santos
Maria Rita de C. Rebello Nastasi - CRB-8/2240

C331e Carvalho, Valdilene Silva de
Estudo ecológico dos efeitos da poluição atmosférica
sobre os moradores da cidade de Santos e a modificação
de efeito produzida pela faixa etária e local de moradia
/ Valdilene Silva de Carvalho ; orientador Alfésio
Luis Ferreira Braga. -- 2021.

85 f.; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de
Santos, Programa de Pós-Graduação stricto sensu em
Saúde Coletiva, 2021.

Inclui bibliografia

1. Poluição atmosférica. 2. Doenças cardiorrespiratórias.
3. Internações. I. Braga, Alfésio Luis Ferreira. II.
Título.

CDU: Ed. 1997 -- 614(043.3)

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS

VALDILENE SILVA DE CARVALHO

Estudo ecológico dos efeitos da poluição atmosférica sobre os moradores da cidade de Santos e a modificação de efeito produzida pela faixa etária e local de moradia.

Tese apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos como exigência ao título de Doutora em Saúde Coletiva. Área de concentração: Saúde, Ambiente e Mudanças Sociais.

Aprovada em: 04/08/2021

Banca examinadora:

Prof^a Dr^a Sylvia Costa Lima Farhat

Prof^a Dr^a Lourdes Conceição Martins

Prof. Dr. Alfésio Luís Ferreira Braga

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais: Valdimar Jorge de Carvalho e Marilene Silva de Carvalho. Desde menina sempre fui estimulada a ir atrás dos meus sonhos e o incentivo de vocês sempre foi fundamental para chegar até hoje. Aprendi com vocês que o estudo é a mola mestra do mundo e que eu poderia conquistar o que eu quisesse se houvesse empenho, honestidade e determinação!

Agradecimentos

Agradeço ao meu marido, Marco Antonio pelo incentivo de fonte inesgotável! Pela paciência nas minhas ausências e por sempre me apoiar nas minhas escolhas. Por acreditar em mim, mesmo quando eu tinha dúvidas. Agradeço principalmente por caminhar comigo!

Agradeço ao meu Orientador Prof^o Dr^o. Alfésio Luis Ferreira Braga pelo aprendizado, por me apresentar o mundo da pesquisa de uma maneira tão clara, objetiva e intensa. Por mostrar o quanto a dedicação e responsabilidade são fatores primordiais em qualquer processo e principalmente no lindo processo de aprender e se superar. Por me dar o espaço necessário para chegar até aqui.

Agradeço à Prof^a Dr^a Lourdes Conceição Martins por me receber de braços abertos na Epidemiologia, por acreditar nas minhas capacidades e me impulsionar sempre e pela presença e essencial no momento da Banca de Qualificação.

Agradeço à Prof^a Dr^a Sylvia Costa Lima Farhat por participar da Banca de Qualificação do estudo e levantar neste momento relevantes pontos que foram cruciais na construção final da defesa.

Agradeço aos meus companheiros do Grupo de Avaliação de Exposição e Risco Ambiental (GAERA) pelo conhecimento construído, apoio e aprendizado contínuo.

Agradeço diretamente aos meus amigos de pós-graduação: Rosane, Glaucia, Jefferson, Alan, Normélia e Rafaela, pois vocês foram essenciais: pelo apoio constante, por todas as risadas, por não me deixarem desesperar nos momentos de luta com a escrita e lógico, por sempre estarem por perto mesmo nos momentos remotos.

Agradeço à equipe e direção do Liceu Santista, minha 2^a casa, por possibilitar este momento e continuar acreditando no meu trabalho. Também aos meus companheiros de trabalho que acompanharam a caminhada.

Agradeço à minha madrinha Edilamar Cardoso Sampaio por me incentivar, ser exemplo de perseverança e fazer com que eu tenha a certeza de que está na torcida em todos os momentos.

Agradeço aos meninos da minha vida: meu irmão Alex, meu cúmplice desde o berço, de tudo e para tudo! Meus sobrinhos Matheus, Davi e Lucas e meu enteado Pedro Henrique porque se eu luto por um mundo melhor a luta é para que vocês aproveitem desse mundo lá na frente. E por sempre serem a luz dos meus dias!

Agradeço à minha amiga Rosana Michalik pelas intermináveis revisões e suporte em momentos em que precisava de um colo. Minhas amigas Andréia Nosari, Luciana Nosari e

Aline Monteiro porque amizade como a nossa não há igual e também por todos os puxões de orelha e carinhos que nossa irmandade permite.

Agradeço, mesmo sem nomear, a todas as pessoas que me deram força para chegar até aqui, pois em alguns momentos, mesmo sem saber, foram essenciais na minha trajetória.

Agradeço a Deus pela oportunidade do aprendizado!

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende”.

Leonardo da Vinci

“Eu ainda estou aprendendo”.

Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni

RESUMO

O estudo analisou o efeito da poluição atmosférica sobre os moradores da cidade de Santos e a modificação de efeito produzida pela faixa etária e local de moradia entre os anos de 2012 a 2018. As faixas etárias analisadas foram divididas em: crianças (0 a 2 anos), crianças (3 a 9 anos), Jovens (10 a 19 anos), adultos jovens (20 a 35 anos), adultos (36 a 65 anos) e idosos (maiores de 66 anos) e a localização da moradia foi trabalhada na município todo, e uma divisão em 2 zonas: zona 1 (zona noroeste, morros e centro) e zona 2 (zona leste). O poluente selecionado para análise foi o PM_{10} , por tal análise estar presente nas duas estações de monitoramento existentes na cidade, suas concentrações foram extraídas de relatórios da CETESB, com medidas diárias. Durante os 6 anos de estudo as médias de PM_{10} estiveram dentro do padrão de qualidade BOM, mas chegando em vários momentos no nível MODERADO. Também foram aferidas as medidas de temperatura e umidade e ambas apresentaram-se próximas das médias na região. Para identificação da modificação de efeito dados de internações por todas as Doenças Cardiovasculares, Doenças Isquêmicas do Coração, Insuficiência Cardíaca, todas as Doenças Respiratórias, Pneumonias e DPOC foram baixados do DATASUS. A relação entre os desfechos e os poluentes atmosféricos foi investigada através de modelos lineares generalizados de regressão de Poisson, específicos por grupos de doença. A relação não linear, entre a sazonalidade de longa duração e os atendimentos de pronto-socorro serão controladas através de funções de alisamento semiparamétricas. E foram utilizadas diferentes abordagens para definir a melhor forma de capturar os efeitos da temperatura e umidade sobre as doenças cardiovasculares. Foram realizadas 28.731 internações, sendo 51,20% por doenças cardiovasculares e 48,80% por doenças respiratórias. Observou-se que para cada aumento de um interquartil ($22\mu\text{g}/\text{m}^3$) no nível de PM_{10} acarretou um acréscimo de 19,9% (IC95%: 4,3; 37,8) e 8,7% (IC95%: 1,5; 20,0) nas internações por doenças respiratórias totais em adolescentes e adultos moradores da zona 1, respectivamente. Para as internações por doenças cardiovasculares totais observou-se que para cada aumento de um interquartil ($22\mu\text{g}/\text{m}^3$) no nível de PM_{10} ocorreu um acréscimo nas internações de 40,3% (IC95%: 7,9; 82,5) para adultos jovens, e 4,0% (IC95%: 3,8; 4,2) para adultos, moradores na zona 2. Na zona 1 foi observado um aumento de 1,4% (1,2-1,6) em adultos e 2,6% (IC95%: 2,5; 2,8) em idosos. Não foi estabelecido um padrão claro de modificação do efeito que possa ser atribuído à zona de moradia. Ocorre um efeito inédito: Tanto no município, quanto nas zonas 1 e 2 os adultos sofrem maior ação da exposição dos poluentes do que crianças e jovens sendo a ausência de estações de monitoramento na Zona

Noroeste, Morros e Centro, um fator que não permite saber diretamente o valor dos poluentes em dispersão no ar atmosférico, porém as áreas estão em direção da pluma de dispersão na região do Porto o que indica a presença de tais substâncias.

Descritores: poluição atmosférica, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, internações, PM₁₀, faixa etária, local de moradia.

ABSTRACT

The study analyzed the effect of air pollution on residents of the city of Santos and the modification of the effect produced by the age group and place of residence between the years 2012 to 2018. The age groups analyzed were divided into: children (0 to 2 years old), children (3 to 9 years old), Young people (10 to 19 years old), young adults (20 to 35 years old), adults (36 to 65 years old) and elderly (over 66 years old) and the location of the house analyzed the whole municipality, and a division into 2 zones: zone 1 (northwest zone, hills and city center) and zone 2 (east zone). The pollutant selected for analysis was PM₁₀, as this analysis is present in the two existing monitoring stations in the city, its concentrations were extracted from CETESB reports, with daily measurements. During the 6 years of study, the PM₁₀ averages were within the GOOD quality standard, but arriving at various times at the MODERATE level. Temperature and humidity measurements were also taken, and both were close to the averages in the region. In order to identify the effect modification, hospitalization data for all Cardiovascular Diseases, Ischemic Heart Diseases, Heart Failure, all Respiratory Diseases, Pneumonia and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Were downloaded from DATASUS. The relationship between outcomes and air pollutants was investigated using generalized linear Poisson regression models, specific for disease groups. The non-linear relationship between long-term seasonality and emergency room visits will be controlled through semi-parametric smoothing functions. And different approaches were used to define the best way to capture the effects of temperature and humidity on cardiovascular diseases. In the period, 28,731 people were hospitalized, 14,710 (51.20%) for cardiovascular diseases and 14,021 (48.80%) for respiratory diseases. In the effect estimates we can observe the chance of effect for each increase of an interquartile, which corresponds to 22 µg / m³ of PM₁₀ in the environment. The following age groups and diseases showed effects: Total respiratory diseases: There was no effect in children up to 9 years old. In the range of 10 to 19 years old there was an effect in both zones: Zone 1 acute effect 40,3% (IC95%: 7,9; 82,5) and the day after the exposure and Zone 2 sum of the daily effects. Adults in Zone 1 4,0 % (IC95%: 3,8; 4,2) and seniors in Zone 2. Pneumonia: Adults and seniors were most affected in Zone 1. COPD: Adults in Zone 2 and seniors in Zone 1. Total cardiovascular diseases: Young adults (20 to 35 years old) and adults in Zone 2 Adults 1,4%(1,2-1,6) and the elderly 2,6% (IC95%; 2,5; 2,8) in Zone 1. Ischemic heart disease: adults and elderly in the Zone 2, and heart failure only the elderly in Zone 1. A clear pattern of modification of the effect that can be attributed to the area of residence has not been established. An unprecedented effect occurs: Both in the municipality, as well as in zones 1 and 2, adults suffer more from the exposure of pollutants than children and young people, with the absence of monitoring stations in the Northwest Zone, Hills and City Center, a factor that does not allow knowing directly the value of the pollutants dispersed in the atmospheric air, however the areas are in the direction of the dispersion plume in the Porto region, which indicates the presence of such substances.

Descriptors: air pollution, cardiovascular diseases, respiratory diseases, hospitalizations, PM₁₀, age group, place of residence.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Reprodução artística de cenário urbano de cidade europeia mostrando a grande quantidade de indústrias instaladas no local após o começo da revolução industrial19
- Figura 2. Poluentes atmosféricos primários e secundários presentes na atmosfera.....20
- Figura 3. Rede automática de monitoramento da qualidade do ar da CETESB no estado de São Paulo.....23
- Figura 4. Localização da Cidade de Santos em relação ao Estado de São Paulo e ao Brasil.....28
- Figura 5. Localização dos bairros da cidade de Santos.....28
- Figura 6. Localização das estações da CETESB de monitoramento da qualidade do ar na cidade de Santos31
- Figura 7: Pirâmide etária da cidade de Santos, dados referentes ao Censo de 2010.....32
- Figura 8: Analogia da espessura entre o tamanho do material particulado e um fio de cabelo.....37
- Figura 9: Divisão da cidade em zonas total, zona 1 e zona 2.....39
- Figura 10: Internações por doenças respiratórias de crianças de 0 a 2 anos setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste), amostrados entre os anos de 2012 a 2018.....48
- Figura 11: Internações por doenças respiratórias adultos de 35 a 65 anos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste), amostrados entre os anos de 2012 a 2018.....48
- Figura 12: Internações por doenças cardiovasculares totais entre adultos de 36 e 65 anos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste), amostrados entre os anos de 2012 a 2018.....49
- Figura 13: Valores diários de material particulado (MP₁₀), na cidade de Santos, nas estações localizadas no Hospital Guilherme Álvaro e Ponta da Praia, nos anos de 2012 a 2018.....50
- Figura 14: Valores diários de temperatura, na cidade de Santos, nos anos de 2012 a 2018.....50
- Figura 15: Valores diários de umidade, na cidade de Santos, nos anos de 2012 a 2018.... 51
- Figura 16. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP) para um aumento de 22 µg/m³ no PM₁₀ médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos cidades entre 10 a 19 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....52

Figura 17. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 20 a 35 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....53

Figura 18. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 a 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....54

Figura 19. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....55

Figura 20. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 20 e 35 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....56

Figura 21. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....57

Figura 22. Variação percentual de internações por Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 e 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....58

Figura 23. Variação percentual de internações por Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....59

Figura 24. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular total (DCV), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 20 e 35 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....60

Figura 25. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular total (DCV), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 e 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....61

Figura 26. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular total (DCV), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....62

Figura 27. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular isquêmica (DCI), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....63

Figura 28. Variação percentual de internações por Insuficiência cardíaca (IC), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....64

Figura 29. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos ente 0 e 2 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....82

Figura 30. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 0 e 2 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....83

Figura 31. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 3 e 9 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....84

Figura 32. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 10 e 19 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....85

Figura 33. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular isquêmica (DCI), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 a 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....86

Figura 34. Variação percentual de internações por Insuficiência cardíaca (IC), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 a 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.....87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Quadro dos valores Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013).....	24
Quadro 2 . Índice de qualidade do ar no estado de São Paulo.....	25
Quadro 3. Tabela de medida da qualidade do ar e dos efeitos causados à saúde humana...25	
Quadro 4 : Bairros da cidade de Santos divididos por área do estudo.....	38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos por todas as doenças respiratórias, por pneumonias e por DPOC, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 2018.....42
- Tabela 2. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos por todas as doenças cardiovasculares, por doenças isquêmicas do coração e por insuficiência cardíaca, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 2018.....43
- Tabela 3. Análise descritiva das internações hospitalares na Zona 1, em Santos, por todas as doenças respiratórias, por pneumonias e por DPOC, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 201844
- Tabela 4. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos, Zona 1, por todas as doenças cardiovasculares, por doenças isquêmicas do coração e por insuficiência cardíaca, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 201845
- Tabela 5. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos, Zona 2, por todas as doenças respiratórias, por pneumonias e por DPOC, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 201846
- Tabela 6. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos, Zona 2, por todas as doenças cardiovasculares, por doenças isquêmicas do coração e por insuficiência cardíaca, nas faixas etárias estudadas, os anos de 2012 a 201847
- Tabela 7. Análise descritiva das variáveis meteorológicas e do material particulado inalável nos anos de 2012 a 2018.....49

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AGEM	Agência Metropolitana da Baixada Santista
APAMLC	Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CF	Constituição Federal
CID10	Código Internacional de Doenças 10ª Revisão
CO	Monóxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema único de Saúde
DCI	Doença Cardíaca Isquêmica
DCV	Doença Cardiovascular Total
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
DV	Direção dos Ventos
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Insuficiência Cardíaca
IPECI	Instituto de Pesquisa Científica da UniSantos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NO	Óxido Nítrico
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
O ₃	Ozônio
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Pressão Atmosférica
PM ₁₀	Material Particulado Inalável - Partículas com diâmetro menor ou igual a 10µm.
PM _{2,5}	Material Particulado Inalável Fino - Partículas com diâmetro menor ou igual a 2,5 µm.
RAD	Radiação Total e Ultravioleta
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SO ₂	Dióxido de enxofre
TEMP	Temperatura

UR	Umidade Relativa
VV	Velocidade dos Ventos

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	18
1.1. Poluição atmosférica	18
1.1.1. Poluentes Atmosféricos.....	20
1.1.2. Monitoramento da qualidade do ar.	22
1.2. Efeitos da poluição na saúde	26
1.3. Cidade de Santos	27
1.3.1. Fatores econômicos relevantes.	29
1.3.2. Monitoramento da qualidade do ar na cidade.	30
1.4. Justificativa	31
1.5. Hipótese	33
2. OBJETIVOS	34
2.1. Objetivos gerais	34
2.2. Objetivos específicos	34
3. MÉTODOS	35
3.1. Desenho do Estudo	35
3.2. Dados de Saúde	35
3.2.1. <i>Doenças investigadas</i>	36
3.3 Dados de poluição do ar e variáveis meteorológicas	36
3.4. Áreas de estudo	38
3.5 Análise Estatística	40
3.5.1. Estudo de Série de Tempo.....	40
4. RESULTADOS	42
4.1 Análise descritiva	42
4.2. Estimativas de Efeito	51
5. DISCUSSÃO	65
5.1. Resumo dos resultados	65
5.2. Contextualização dos resultados	67

5.3. Fatores limitantes do estudo	69
5.4. Fatores relevantes do estudo	70
6. CONCLUSÃO	72
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	74
9. ANEXOS	82

1.INTRODUÇÃO

A Constituição Federal promulgada em 1988 garante aos cidadãos brasileiros o direito a um ambiente livre de poluição e com qualidade de vida. “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (Artigo 225, CF-1988).

Porém, desde a Revolução Industrial, de modo mais intenso pela ação do ser humano, poluentes químicos vêm sendo jogados em vários compartimentos do planeta Terra, sejam eles aéreos, terrestres ou aquáticos. A poluição ambiental é definida pela CETESB (2020) como inserção de substâncias, ou fornecimento de energias em todos os compartimentos ambientais, de maneira intencional ou não, mas que geram consequências negativas. No que se refere à contaminação do ar, Carlsten (2020) afirma que a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceu a poluição do ar e as mudanças climáticas como principais ameaças para a saúde humana, visto que modelagens atualizadas indicam menosprezo suas ações.

Portanto, a poluição do ar, seja ela atmosférica ou de ambientes internos, é um tema de extrema relevância quando se estuda fatores de risco para a saúde humana, tanto em países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento.

1.1. Poluição atmosférica

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020), a qualidade do ar é fundamental para o bem-estar de toda a sociedade. Desde 2019 a prioridade é cuidar da qualidade do ar, ou seja, da saúde de mais de 80% dos brasileiros, que hoje estão concentrados nos centros urbanos.

A poluição atmosférica é somente um dos tipos de poluição e está diretamente ligada ao ambiente aéreo e à introdução de diferentes substâncias, fornecendo assim material e disponibilizando uma gama vasta de diversos tipos de elementos químicos, que através de reações químicas, alteram os materiais dispostos no ar.

Após o início da Revolução Industrial, um conjunto de mudanças nos processos de manufatura e produção, iniciada nos séculos XVIII e XIX, trouxe um grande avanço tecnológico e melhoria da qualidade de vida da população mundial, mas também influencia cada vez mais, negativamente, o processo de emissão de poluentes atmosféricos. A sua

expansão para outros países além da Europa fez com que a poluição do ar deixasse de ser um problema local, e pouco dimensionado, para, aos poucos, adquirir âmbito mundial (Figura 1).

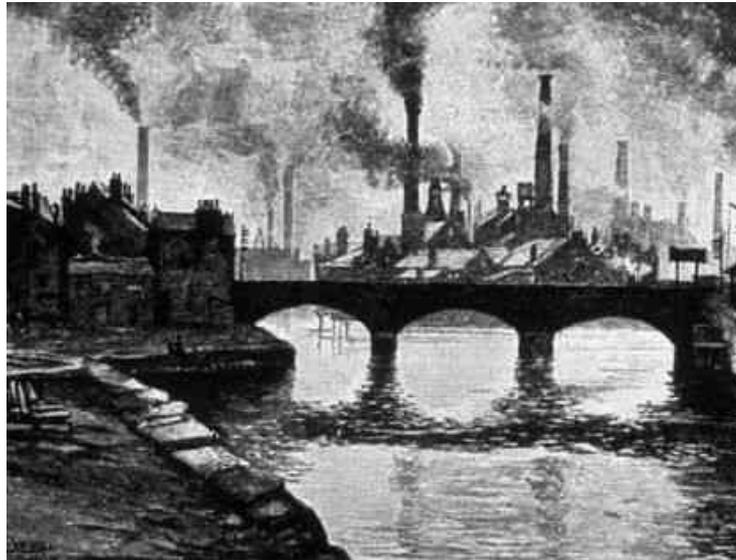


Figura 1. Reprodução artística de cenário urbano de cidade europeia mostrando a grande quantidade de indústrias instaladas no local após o começo da revolução industrial

<https://www.infoescola.com/historia/revolucao-industrial/>

Hoje a poluição atmosférica é responsável por problemas ambientais que afetam o planeta como um todo e a saúde dos habitantes vem se deteriorando cada vez mais por conta de tais processos. Os poluentes atmosféricos vêm sendo relacionados cada vez mais a fatores de riscos à saúde nas diferentes faixas etárias em todo o mundo. Acredita-se que 9 entre 10 pessoas no mundo respiram ar poluído, o que caracteriza aproximadamente 91% da população, que aproximadamente 7 milhões de mortes acontecem por consequência da poluição atmosférica. Completando com a exposição doméstica onde através da utilização de combustíveis fósseis e diversas tecnologias para preparação de alimentos pelo menos 3 bilhões de pessoas são expostas a diferentes poluentes. (OMS, 2018)

Em revisão recente, Pontes et al, (2019) descrevem a variação na emissão de poluentes e suas fontes no Brasil da seguinte maneira: a variação média de gás carbônico aumentou consideravelmente do século XIX até o ano de 2014. Tal aumento deve-se ao processo de industrialização, queima de combustíveis fósseis e alterações nos processos de agricultura e pecuária. Incluindo também a degradação das florestas já ressaltando a devastação da Amazônia Legal brasileira.

Deste modo, ficam evidentes as causas das alterações climáticas e mudanças no funcionamento dos ecossistemas locais ocorridas nos últimos 150 anos.

1.1.1. Poluentes Atmosféricos.

Os poluentes atmosféricos podem ser divididos em dois tipos: os primários, que são diretamente jogados na atmosfera, e os secundários, que são formados a partir de reações químicas que ocorrem no próprio ambiente aéreo. (Figura 2) (CETESB, 2020)

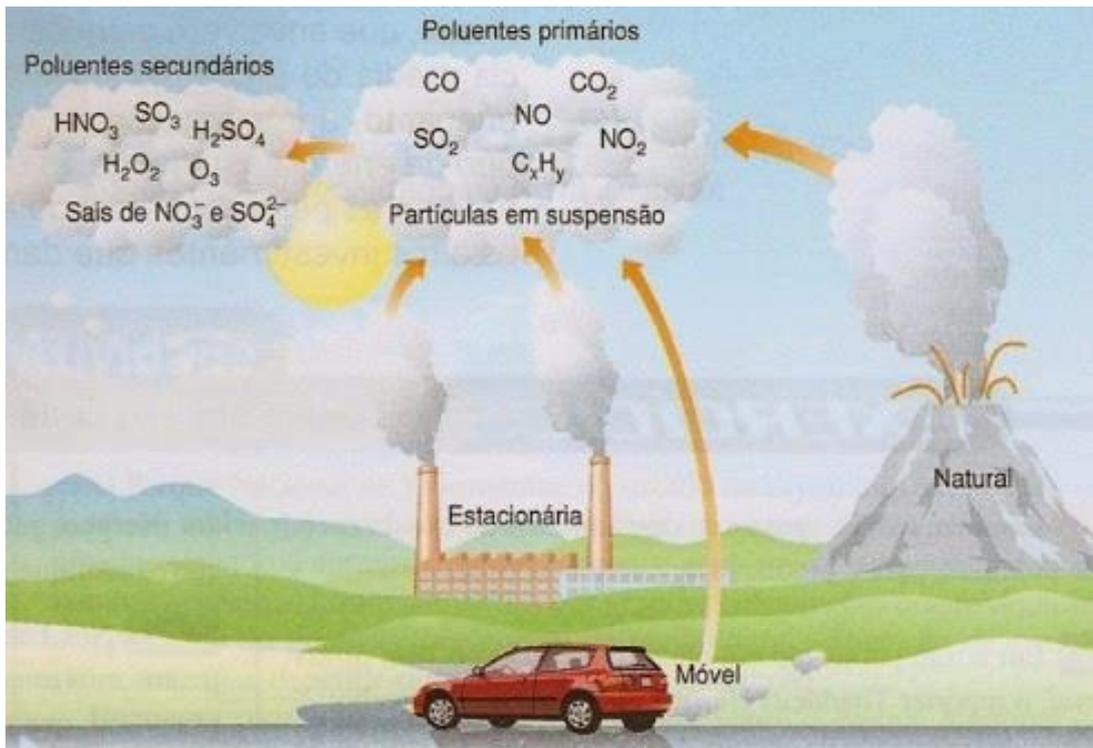


Figura 2. Poluentes atmosféricos primários e secundários presentes na atmosfera.

<http://poluicaoadoar19.blogspot.com/2014/03/os-poluentes-gasosos-podem-ser.html>

O material particulado é formado pela presença de partículas líquidas e sólidas, em suspensão, no ar atmosférico. São classificadas de acordo com o seu diâmetro aerodinâmico, quando estão entre 0 a 10 μm é chamado de partículas inaláveis – MP_{10} . Podem ficar na parte superior das vias respiratórias, ou mesmo chegar até os alvéolos pulmonares. Já as partículas de diâmetro menor ou igual a 2,5 μm , devido ao seu pequeno tamanho, penetram mais profundamente no sistema respiratório atingindo os alvéolos pulmonares com maior facilidade. As fontes produtoras de tais materiais são geralmente veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa, poeira vinda diretamente do solo, entre outras possibilidades.

Segundo Pestana (2015), o material particulado pode variar em número, tamanho e diâmetro – sendo apresentadas em ultrafinas ($\text{PM}_{0,1}$), finas ($\text{PM}_{2,5}$) e grossas (PM_{10}) - serve

como excelente indicador da qualidade do ar, sendo estudado e muito trabalhado na literatura científica.

A exposição à PM está associada ao aumento de admissões hospitalares e mortalidade em adultos. O risco aumenta linearmente com a concentração de poluição. O PM₁₀ (com um diâmetro inferior a 10 µm - Figura 8) tem fontes diversas desde canteiros de obras até mesmo incêndios, chaminés e reações de produtos químicos lançados no ar atmosférico.

Quando inaladas, tais partículas penetram profundamente no sistema respiratório e algumas delas até alcançam a corrente sanguínea. Tais partículas contêm substâncias sólidas e líquidas tão pequenas que ao serem inaladas e entrarem no trato respiratório alcançam pulmões e alguns até mesmo chegam à corrente sanguínea.

Gouveia et al, (2019) relata que os efeitos do PM₁₀ sobre o aparelho respiratório e cardiovascular são bem documentados, podendo estar relacionados ao surgimento, desencadeamento e piora de sintomas particularmente em populações vulneráveis como crianças e idosos.

Em uma análise sistemática de 22 artigos Ab Manan et al (2018) concluiu que foi comum entre os estudos mostrar uma propensão no aumento de internações por doenças cardiovasculares e respiratórias ao aumentar os níveis de poluentes incluindo o PM₁₀. E Lipmann (2013) descreve que, na maioria das vezes, os estudos sobre PM são conduzidos por interação entre o tamanho da partícula, localização geográfica, categoria da fonte e estação do ano, concluindo que a associação entre o poluente e a saúde dos indivíduos tem uma relação intrínseca.

O dióxido de enxofre – SO₂ – molécula proveniente da queima de combustíveis fósseis, desde os automóveis até o funcionamento das termelétricas é o principal componente da chuva ácida quando é oxidado formando H₂SO₄. Extremamente irritante para o trato respiratório, conforme Cançado et al, (2006) o dióxido de enxofre inalado em repouso é absorvido nas vias aéreas superiores, pelo aumento da ventilação ocasionado pela atividade física ocorre maior absorção de partículas em regiões mais internas do sistema respiratório, fixando-se até nos alvéolos pulmonares

Os óxidos de nitrogênio – NO_x – têm sua maior produção na queima dos veículos automotores e em usinas termelétricas, pois durante a reação de combustão o oxigênio reage com o nitrogênio formando óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO₂), e vários outros (NO_x). E a variação de suas concentrações pode gerar prejuízos à saúde, tanto direta, quanto indiretamente quando reagem com outros compostos.

Conforme revisão de Arbex et al. (2012), os óxidos de nitrogênios são irritantes. Afetam a mucosa dos olhos, nariz, garganta e, no trato respiratório inferior, aumentam a reatividade brônquica e a suscetibilidade às infecções e aos alérgenos.

O Ozônio é formado a partir da reação que ocorre entre outros poluentes e óxidos de nitrogênio, na presença de luz solar.

De acordo com Braga et al, (2001) ocorre um aumento nos níveis de ozônio entre a primavera e o outono nos arredores dos grandes centros urbanos. Tendo como particularidade o aumento de altas concentrações durante as manhãs, relacionado ao grande número de veículos que circulam no período, sendo o pico máximo no período vespertino e diminuindo com o declínio da noite. Por ser um oxidante celular consegue alcançar as regiões mais distantes das vias aéreas.

O Monóxido de carbono – CO – é mais encontrado, em concentrações altas, nas áreas urbanas, por ter sua maior emissão no funcionamento dos veículos automotores. Tem sua produção na queima incompleta de combustíveis fósseis e biomassa.

Segundo Pestana (2015), o CO une-se a hemoglobina e toma lugar do oxigênio provocando diversos efeitos, entre eles: cefaléia, náuseas e tonturas. Podendo ter efeito também no desenvolvimento do feto, como baixo peso e morte fetal.

1.1.2. Monitoramento da qualidade do ar.

A poluição atmosférica está diretamente ligada à qualidade de vida e saúde dos indivíduos expostos diariamente aos diversos poluentes liberados no compartimento aéreo de várias cidades.

Segundo Arbex. et al, (2012), a Revolução Industrial proporcionou a presença da poluição atmosférica em diversos locais desde o seu início. Esta agilizou o processo de emissão dos poluentes que até o seu início estavam presentes somente em nível dos arredores dos locais de emissão. Acredita que a metade dos habitantes do planeta está localizada em ambientes urbanos e diretamente exposta às fontes poluentes do ar atmosférico.

Conforme estudos de Zhang et al, (2015),

existiram grandes mudanças, nos últimos 50 anos, nos ecossistemas naturais com relação a qualquer outro período. Os combustíveis fósseis têm na sua queima a maior fonte de emissões para o ar, aumentando mortalidade e a morbidade de doenças que têm no sistema respiratório e cardiovascular a sua

maior ação. Na última década, muitos estudos aplicaram métodos de séries temporais para avaliar a associação entre poluição do ar e a saúde humana.

No Brasil o MMA (2020) discorre que a qualidade do ar é importantíssima para o desenvolvimento do bem-estar da sociedade e a saúde dos seres humanos. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), responsável pelo monitoramento da qualidade do ar.

O controle da poluição atmosférica desde 19 de novembro de 2018 é realizado pela Resolução CONAMA nº 491/2018, pois dispõe de padrões oficiais mais rígidos para o controle da poluição atmosférica no Brasil. Sua utilização revogou a Resolução CONAMA nº 3/90 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução CONAMA nº5/89 que continham valores menos restritivos de padrões.

Sendo assim a legislação brasileira possui agora os mesmos padrões utilizados no estado de São Paulo utilizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), descritos no Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013 (Quadro 1). Ela é a agência responsável por controlar a qualidade do ar no estado de São Paulo, com os trabalhos iniciados na Região Metropolitana de São Paulo, em 1972, com a instalação de 14 estações para medição diária dos níveis de dióxido de enxofre (SO₂) e fumaça preta. Nessa época, a qualidade do ar passou a ser divulgada diariamente à população por meio de boletins encaminhados à imprensa (Quadro 2) (CETESB, 2020).

A rede de monitoramento de qualidade do ar conta com estações espalhadas pelo estado que registram, sistematicamente, as concentrações de poluentes, temperatura e umidade do ar (Figura 3).

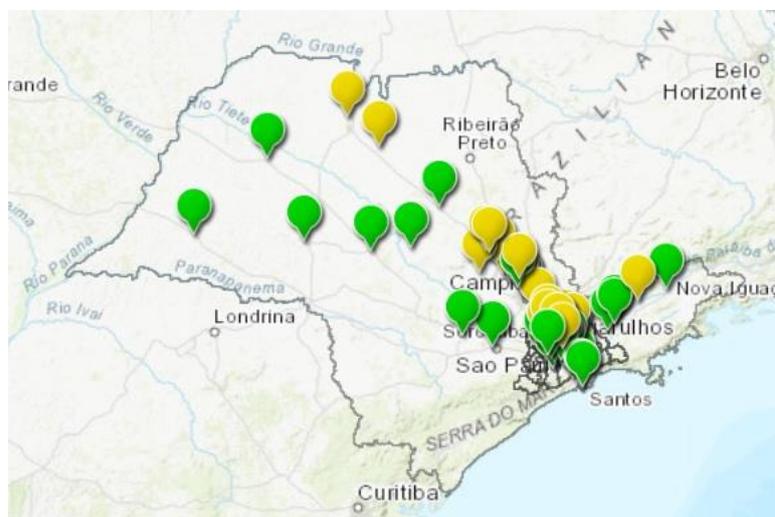


Figura 3. Rede automática de monitoramento da qualidade do ar da CETESB no estado de São Paulo.

Fonte: <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/>

Segundo a própria CETESB, (2020), as estações de monitoramento encontram-se na Região Metropolitana de São Paulo, litoral e interior do estado. Possuindo também estações móveis, quando há necessidade de estudos temporários. Estações estas ligadas a computadores que registram sem interrupções as concentrações de poluentes na atmosfera do entorno, dados esses processados e disponibilizados a cada 1 hora no seu site na internet.

Segundo a CETESB (2020) para cada poluente medido é calculado um índice, que é um valor adimensional. Dependendo do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma nota para a qualidade do ar, além de uma cor.

Quadro 1. Quadro dos valores Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013)

Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013)					
Poluente	Tempo de Amostragem	MI1 (µg/m ³)	MI2 (µg/m ³)	MI3 (µg/m ³)	PF (µg/m ³)
Partículas inaláveis (MP ₁₀)	24 horas	120	100	75	50
	MAA ¹	40	35	30	20
Partículas inaláveis finas (MP _{2,5})	24 horas	60	50	37	25
	MAA ¹	20	17	15	10
Dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas	60	40	30	20
	MAA ¹	40	30	20	---
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	260	240	220	200
	MAA ¹	60	50	45	40
Ozônio (O ₃)	8 horas	140	130	120	100
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	---	---	---	9 ppm

1 – Média aritmética anual 2- Média geométrica anual

Obs.: Valores em vigentes estão em vermelho.

Fonte: www.cetesb.sp.gov.br

Quadro 2 . Índice de qualidade do ar no estado de São Paulo.

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2,5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h
N1 Boa	0-40	0-50	0 – 25	0 – 100	0 – 9	0 – 200	0 – 20
N2 Moderada	41-80	> 50-100	> 25-50	> 100-130	> 9 -11	> 200 – 240	> 20-40
N3 Ruim	81-120	> 100- 150	> 50-75	> 130-160	> 11-13	> 240-320	> 40-365
N4 Muito ruim	121-200	> 150 – 250	> 75 – 125	> 160-200	> 13-15	> 320- 1130	> 365-800
N5 Péssima	> 200	> 250	> 125	>200	> 15	> 1130	> 800

Fonte: www.cetesb.sp.gov.br

Os poluentes monitorados por estas estações são aqueles que são utilizados para análise dos padrões de qualidade do ar: material particulado total (PM), material particulado inalável (PM₁₀), material particulado fino (PM_{2,5}), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), óxidos de nitrogênio (NO₂). Nem todos estes poluentes são medidos em todas as estações da CETESB.

A CETESB também demonstra os poluentes com os seus possíveis efeitos deletérios relacionados à saúde (Quadro 3).

Quadro 3. Tabela de medida da qualidade do ar e dos efeitos causados à saúde humana.

Qualidade do ar e efeitos na saúde		
Qualidade	Índice	Significado
N1 Boa	0-40	
N2 Moderada	41-80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população em geral não é afetada.
N3 Ruim	81-120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 Muito ruim	121-200	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos

		ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 Péssima	> 200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em grupos de pessoas sensíveis.

Fonte: www.cetesb.sp.gov.br

1.2. Efeitos da poluição na saúde

Vários efeitos da poluição na saúde foram identificados na Europa desde a década de 30, porém o ponto crucial ocorreu em Londres, 1952, quando se instalou na cidade o *Big Smoke*. A situação tornou-se caótica, pois já existia um grande acúmulo de materiais no ar atmosférico proveniente dos veículos e indústrias presentes. Instaurou-se uma emergência, visto que o número de mortos era elevado.

Pinto (2018) discorre que o *Big Smoke* aconteceu por conta de evento de inversão térmica que não permitiu a dispersão dos poluentes lançados na atmosfera pelos geradores e aquecedores domiciliares. A nuvem era composta de material particulado e enxofre com valores muito acima da normalidade. Tal nuvem ficou na cidade por aproximadamente quatro dias deixando muitas pessoas mortas nas duas semanas seguintes ao evento, aproximadamente 4000. Segundo Polivika (2018), foram observados efeitos imediatos e tardios. Estudos atuais demonstram que existe uma oportunidade do desenvolvimento da asma infantil após o *Big Smoke* ter surgido através de exposição intra-uterina ou mesmo no primeiro ano de vida.

De acordo com Carmo e Hacon, (2012), pesquisas sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde humana evoluíram a partir de estudos descritivos dos fenômenos iniciais de grandes aumentos nos efeitos adversos à saúde, após episódios extremos de poluição do ar até as análises de séries temporais.

Em uma análise sistemática, com 56 estudos, Pereira e Limongi (2015) ressaltam que a literatura científica tem demonstrado uma significativa associação entre desfechos de saúde e elevados níveis de poluição atmosférica de maneira significativa no ambiente urbano. O material particulado apresentou-se positivamente associado aos desfechos em saúde em 62,5% dos trabalhos analisados, até mesmo quando os valores relacionados de MP₁₀ eram abaixo dos níveis diários e anuais preconizados pelo CONAMA.

Em revisão de estudos Dapper et al, (2016) descrevem a possibilidade de associação entre poluição atmosférica e problemas relacionados à saúde. Indicam que em estudos

realizados no estado de São Paulo há diversas doenças que demonstram tal possibilidade, principalmente entre o sistema respiratório e cardiovascular, e gerando riscos também para outros sistemas do corpo humano.

Em 2018 a Organização Mundial de Saúde (OMS), já estimava que

Cerca de 7 milhões de pessoas morrem todos os anos da exposição a partículas finas no ar poluído que penetram profundamente nos pulmões e no sistema cardiovascular, causando doenças como derrame, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia.

Estudos realizados na cidade de Cubatão investigaram os efeitos adversos da poluição atmosférica sobre grupos etários. Jazinski (2011), concluiu que houve uma associação entre morbidade respiratória para crianças e a presença de PM_{10} , ocorrendo um aumento por volta de 10% nas internações por doenças respiratórias em menores de cinco anos de idade no período, enquanto estudos de Nardocci *et al*, (2013) demonstram associação significativa entre as concentrações no ar de PM_{10} e as internações por doenças respiratórias totais, doenças respiratórias em menores de 5 anos e doenças cardiovasculares em adultos maiores de 39 anos.

No trato respiratório existem partículas que conseguem afetar diretamente as vias aéreas superiores causando irritações e inflamações, outras chegam à traquéia, brônquios, bronquíolos e até mesmo os alvéolos pulmonares causando danos cada vez mais severos. O dano causado ao trato respiratório depende diretamente da composição química e tamanho de tais partículas: partículas entre 5 e 30 μm ficam presas no nariz, boca, faringe e traquéia pelo choque do ar em tais regiões, aquelas entre 1 e 5 μm depositam-se por sedimentação na traquéia, brônquios e bronquíolos. E as partículas menores que 1 μm por difusão chegam até bronquíolos e alvéolos. (Olmo e Pereira, 2011).

Os efeitos poluentes são classificados em dois tipos: agudos e crônicos, de acordo com Pestana (2015), os efeitos agudos manifestam-se em horas ou dias após a exposição ao poluente atmosférico. Os efeitos crônicos ocorrem de maneira mais tardia, aparecendo meses ou anos após tal exposição.

1.3. Cidade de Santos

A cidade de Santos está localizada no litoral do estado de São Paulo (Figura 4), possuindo um território de 271 km^2 , sendo 39,4 km^2 de área insular e 231,6 km^2 área

indivíduos de baixa renda ficaram nas localidades do Macuco, Valongo, Vila Nova, Paquetá e proximidades, enquanto as camadas de média renda ficaram em terrenos entre as duas áreas. (Mello, 2008)

Mudanças essas que hoje podem caracterizar um dos fatores fundamentais para o estudo, visto que gradativamente na época e vigorando até os dias atuais, as zonas demonstram muitas diferenças socioeconômicas.

1.3.1. Fatores econômicos relevantes.

A cidade de Santos é histórica e economicamente ligada ao movimento do porto de Santos, onde informações da Instituição Porto de Santos (2020) relatam que,

o Porto de Santos se mostra historicamente como o maior porto da América Latina e o principal terminal de escoamento da soja em todo o país. Tem posição estratégica à nação e apresenta ampla infraestrutura de cais, armazenagem e vias de acessos. O Porto de Santos em 2013 foi responsável por 42,3 milhões de toneladas de movimentação dos principais produtos agrícolas da pauta de exportação do Brasil (Açúcar, Milho, Soja e Farelo de Soja), valor correspondente a 37% da movimentação desses produtos no país.

Um terço das transações comerciais brasileiras ocorre no complexo, o que demonstra a sua importância econômica no cenário nacional e, segundo informações, gera aproximadamente 33 mil empregos para a Baixada Santista, além de melhorar a qualidade de vida para toda a região (Porto de Santos, 2020).

Com relação ao turismo, a cidade de Santos tem nas praias o seu maior foco na captura de turistas. Com uma grande faixa de areia de 7 km de extensão possuindo uma faixa única de areia dividida conforme os bairros da cidade. Os jardins que a ladeiam, segundo o Guinness World Records, compõem o maior jardim de orla do mundo.

Segundo a Prefeitura Municipal de Santos (2020) a praia de Santos apresenta durante todo o ano eventos que a fazem ser chamada de academia ao ar livre. A topografia da cidade, basicamente em plano horizontal, sem a presença de pontes, ou viadutos, facilita o desenvolvimento das atividades.

Participante da Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM), criada em 1996, tem como principais atribuições arrecadar receitas próprias ou transferidas e fiscalizar a execução das leis que dispõem sobre as regiões metropolitanas, além de estabelecer metas, planos e projetos de interesse comum aos municípios da região (AGEM, 2020).

Santos é um dos municípios que centraliza várias ações da agência e a cidade possui um gradiente de condições de moradia e infraestrutura com áreas de características distintas.

A Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro – APAMLC – descreve que nas décadas de 1960 e 1970 houve um grande movimento em direção aos morros e zona noroeste pela população que já não possuía condições de morar nas áreas mais valorizadas da cidade. Tal processo de ocupação concentrou a maior densidade populacional da cidade e em sua maioria famílias vulneráveis de baixa renda que vivem em condições precárias de infraestrutura e saneamento básico. (APAMLC, 2014)

Atualmente, a expansão urbana na cidade ainda ocorre em direção às zonas Noroeste, Central e Morros, através de contínuos movimentos migratórios, relacionados principalmente ao trabalho no Porto de Santos e indústrias da região. Ainda existe um crescimento contínuo no número de indivíduos moradores de favelas, morros, palafitas, áreas portuárias, cortiços e loteamentos irregulares, fora um aumento considerável de moradores de rua, segundo o Censo de 2010. (Vasquez e Porto, 2015)

A maioria das famílias de classes média e alta residem na zona leste da cidade, onde encontram-se os pólos turísticos da cidade e a maior parcela de residências ao longo da orla. (APAMLC, 2014)

1.3.2. Monitoramento da qualidade do ar na cidade.

Em Santos existem duas estações de monitoramento (Figura 6), ambas de rede automática:

A estação da Ponta da Praia, no Complexo Esportivo e Recreativo Rebouças, localiza-se na Praça Engenheiro José Rebouças, s/nº, mede a concentração de partículas inaláveis (MP₁₀), Partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), Dióxido de Enxofre (SO₂), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Monóxido de carbono (CO), Ozônio (O₃), e os valores de umidade relativa do ar (UR), temperatura (TEMP), velocidade dos ventos (VV), direção dos ventos (DV), pressão atmosférica (P), radiação total e ultravioleta (RAD).

A segunda estação é localizada no bairro do Boqueirão, no Hospital Guilherme Álvaro, na Rua Doutor Osvaldo Cruz, 197, mede as concentrações de MP₁₀ e O₃, além de valores de UR, TEMP, VV, DV, P e RAD. (CETESB, 2020).

As medidas da qualidade do ar são lançadas pela própria CETESB no site da empresa. Dados atualizados a cada hora que são disponibilizados em boletins com 48 horas de dados descritos.



Figura 6. Localização das estações da CETESB de monitoramento da qualidade do ar na cidade de Santos

Fonte: <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/>

1.4. Justificativa

Santos vem passando por uma mudança do seu perfil demográfico nas últimas décadas. Um grande contingente de pessoas idosas tem procurado a cidade para morar.

De acordo com o Censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Santos era de 419.400 pessoas, sendo 19,15% maiores de 60 anos (Figura 7).

Pirâmide Etária - 2010

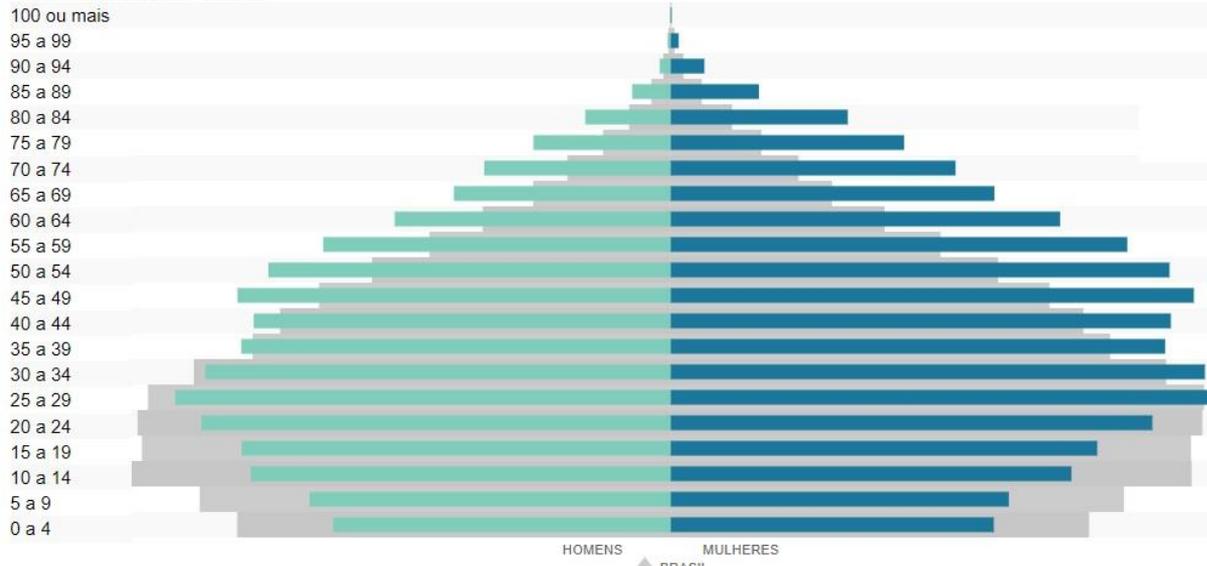


Figura 7: Pirâmide etária da cidade de Santos, dados referentes ao Censo de 2010.

Fonte: WWW.ibge.gov.br

Com a descoberta do pré-sal na Bacia de Santos, entre os anos 1990 e 2000, houve um aumento da atividade de extração de petróleo e de todas as outras que acompanham esta atividade. Comércio e frota de veículos cresceram, atraindo mais pessoas para a região. Tais mudanças propiciaram um processo mais intenso de verticalização, conforme Santos (2018), o mercado imobiliário em Santos teve um movimento eufórico que se iniciou com a descoberta do pré-sal e com a promessa de construção das três torres da nova unidade da Petrobrás.

O aumento da frota de veículos, sejam eles de passeio ou veículos pesados relativos ao transporte de pessoas ou de mercadorias destinadas ao porto, modificou o padrão de emissão de poluentes, tanto em quantidade, quanto em componentes, piorando a qualidade do ar e aumentando o risco de doenças relacionadas à exposição a estes poluentes.

Segundo Pamplona (2016)

A expansão econômica global é largamente influenciada pela queima de carvão e outros combustíveis fósseis, assim como os veículos motorizados por motores de combustão interna que contribuem para a persistência de elevados níveis de poluição do ar. Mais de 95% da população urbana dos grandes centros é exposta a níveis de poluição que excedem os níveis de qualidade do ar determinado pela Organização Mundial de Saúde.

Em recente revisão Pontes et al, (2019) expõe que o tamanho da frota de carros de uma região ou o incremento do número de indústrias estão relacionados ao aumento de riscos e desequilíbrios ambientais.

A relação existente entre a poluição atmosférica e a saúde das populações já está comprovada em vários estudos realizados no Brasil e no mundo. Os números de internações em cidades que comprovadamente têm um maiores níveis de poluentes no ar e os fluxos de

poluentes primários e secundários que circundam os indivíduos demonstram várias tendências nos processos de internação, de acordo com a faixa etária e nível de exposição.

Conforme Zhang (2015), doenças cardiovasculares e respiratórias são possivelmente induzidas pela poluição atmosférica e as maiores causas de internações hospitalares.

Finalmente de acordo com o MMA (2020),

Estudos epidemiológicos têm demonstrado correlações entre a exposição aos poluentes atmosféricos e os efeitos de morbidade e mortalidade, causadas por problemas respiratórios (asma, bronquite, enfisema pulmonar e câncer de pulmão) e cardiovasculares, mesmo quando as concentrações dos poluentes na atmosfera não ultrapassam os padrões de qualidade do ar vigentes. As populações mais vulneráveis são as crianças, os idosos e as pessoas que já apresentam doenças respiratórias.

Portanto justifica-se que, o interesse em realizar o presente estudo vem da inexistência de estudos locais que estratifiquem as estimativas com relação a faixa etária e local de moradia na cidade.

1.5. Hipótese

A hipótese que justifica o estudo refere-se à possibilidade de, ao ocorrer aumento dos níveis do poluente PM_{10} , haverá por consequência um aumento nas internações hospitalares da cidade com morbidades relacionadas ao sistema respiratório e cardiovascular.

Vem numa crescente o número de estudos que procuram relacionar os níveis da concentração de poluentes no ar atmosférico e elevação das internações nos hospitais por doenças relacionadas ao aumento de tais concentrações.

Santana (2020) reporta que em

Paranaguá, nos meses mais frios, foram registrados mais casos de doenças respiratórias e mais concentrações de PM_{10} que ultrapassaram o padrão de qualidade do ar. A quantidade de doenças respiratórias em Paranaguá em relação à sua população é maior do que em cidades tipicamente mais frias e mais urbanizadas.

Já Beber (2020) relata que os impactos da poluição atmosférica sobre a saúde respiratória, cardiovascular e metabólica, têm sido destaque nos estudos abordados sobre os fatores de risco referentes às atividades antrópicas e que existe a possibilidade de diminuição destes parâmetros.

Conseguindo levantar os dados que comprovem a hipótese será possível pensar e criar políticas públicas e ações em nível municipal que possam diminuir a emissão dos poluentes. E por consequência minimizar o impacto causado nas internações atenuando gastos relacionados à saúde.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

Avaliar o efeito da poluição atmosférica na cidade de Santos, moradores nas zonas Leste, Noroeste, Central e Morros da área insular da cidade de Santos, através de internações motivadas por doenças respiratórias e cardiovasculares, entre 2012 e 2018.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da poluição atmosférica sobre doenças respiratórias e cardiovasculares nos moradores da cidade de Santos e a modificação de efeito induzida por faixa etária.
- Avaliar o efeito da poluição atmosférica sobre doenças respiratórias e cardiovasculares nos moradores da cidade de Santos e a modificação de efeito induzida pelo local de moradia.

3. MÉTODOS

3.1. Desenho do Estudo.

É um estudo ecológico de séries temporais, empregado para propor hipóteses, utilizando uma abordagem de análise dos dados de maneira coletiva e não individual, que apresenta vantagens como baixo custo e execução rápida devido às fontes de dados secundários disponíveis, porém possui como fator negativo o menor poder de dedução causal quando comparado a estudos de base individual. (Nascimento, 2018)

O presente estudo avaliará os indivíduos residentes no município de Santos que foram internados, ao menos uma vez, em hospitais conveniados ao Sistema único de Saúde (SUS), no período de estudo.

3.2. Dados de Saúde.

O presente estudo trabalhará com dados secundários de internação hospitalar de residentes na porção insular da cidade de Santos, ocorridos entre janeiro de 2012 e dezembro de 2018, fornecidos pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Serão analisadas as internações diárias por doenças respiratórias (Código Internacional de Doenças 10ª revisão: J00 a J99) e cardiovasculares (CID10: I00 a I99).

Sendo as informações de domínio público, sua utilização não está condicionada às autorizações do Ministério da Saúde, SUS, ou mesmo das secretarias estaduais ou municipais de saúde. Não serão utilizadas informações que possam identificar moradores, deste modo o estudo não se enquadra entre aqueles que precisam de autorização de comitês de ética e pesquisa para o seu desenvolvimento e será submetido ao Conselho Científico do Instituto de Pesquisa Científica da UniSantos – IPECI.

O estudo contará com a análise de dados secundários, retirados do banco de dados do DataSUS, estratificadas em sexo, faixa etária e local de moradia. A população será a da zona insular da cidade de Santos.

3.2.1. Doenças investigadas

As internações avaliadas durante o período foram classificadas em: a) doenças respiratórias totais (Código Internacional de Doenças 10ª Revisão – CID 10 (J00 – J99), todas as doenças que acometem o sistema respiratório; pneumonia (CID 10 J18. 0 – J18. 9), infecção que se instala nos pulmões, e pode acometer a região dos alvéolos pulmonares onde desembocam as ramificações terminais dos brônquios e, às vezes, os interstícios. (Ministério da Saúde, 2020) e a doença pulmonar obstrutiva crônica – DPOC (CID 10 J40. 0 – J44) atualmente definida como uma doença caracterizada por sintomas respiratórios persistentes e limitação ao fluxo de ar nos pulmões causados por significativa exposição a partículas ou gases nocivos. (Hospital Sírio Libanês, 2020).

Com relação ao sistema cardiovascular foram avaliadas: doenças cardiovasculares totais (CID 10 I00 – I99), contando todas as internações relacionadas; a doença cardíaca isquêmica – DCI (CID 10 I20 – I25) que segundo Carvalho (2012), é um distúrbio no qual existe um suprimento inadequado de sangue e oxigênio para o miocárdio; e a insuficiência cardíaca - IC (CID 10 I13 – I15), que de acordo com o Manual MDS, (2020)

é uma síndrome de disfunção ventricular. A insuficiência ventricular esquerda provoca falta de ar e fadiga; a insuficiência ventricular direita desencadeia acúmulo de líquidos abdominal e periférico; ambos os ventrículos podem ser afetados em alguma proporção.

3.3 Dados de poluição do ar e variáveis meteorológicas

O estudo trabalhará com dados fornecidos pela CETESB, disponibilizados no site da própria empresa, sendo estes dados coletados em base horária.

Há duas estações de monitoramento dos poluentes atmosféricos e de variáveis meteorológicas na zona Leste da porção insular: uma no bairro Ponta da Praia localizada no Centro de Esporte e Lazer da Praça Engenheiro José Rebouças e inaugurada em 09 de abril de 2012 (Governo de São Paulo, 2012), onde ocorrem análises de Material Particulado inalável grosso (MP₁₀) e fino (MP_{2,5}), Dióxido de Enxofre (SO₂), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Monóxido de carbono (CO), Ozônio (O₃),

O objetivo do monitoramento desta estação é avaliar os impactos das emissões de poluentes provenientes das atividades do Porto de Santos na região da Ponta da Praia. Contribuindo para estas emissões as oriundas do transporte e da movimentação de grãos e farelos, doravante mencionados de maneira simplificada como grãos, as resultantes da movimentação de veículos no entorno, principalmente os

pesados, da queima de combustível nos navios, entre outras. Esta estação sofre também influência das emissões veiculares e de outras fontes inerentes à cidade. O tráfego de caminhões é bastante intenso no Porto. (Relatório CETESB, 2015)

A outra estação de monitoramento encontra-se no bairro Boqueirão: localizada no Hospital Guilherme Álvaro e inaugurada em 07 de junho de 2011. (Prefeitura Municipal de Santos, 2011) onde mede MP_{10} e O_3 . As duas estações medem Umidade relativa (UR), Temperatura (TEMP), Velocidade dos ventos (VV), Direção dos ventos (DV), Pressão atmosférica (P), Radiação total e ultravioleta (RAD).

Quanto às fontes de emissão, a estação é influenciada, basicamente, pelas emissões veiculares e de maneira mais difusa por outras fontes existentes na cidade e na região. Com relação ao uso do solo e população exposta, o local pode ser classificado como comercial/residencial, estando associadas à exposição da população em áreas urbanas centrais, áreas de comércio e de presença de veículos. (Relatório CETESB, 2015)

O poluente que será analisado nas duas estações para avaliação da poluição na cidade e o aumento do número de internações nos hospitais da cidade serão as partículas inaláveis ($10\mu m$), que nas estações de monitoramento são analisadas através da análise de radiações Beta. (Figura 8)

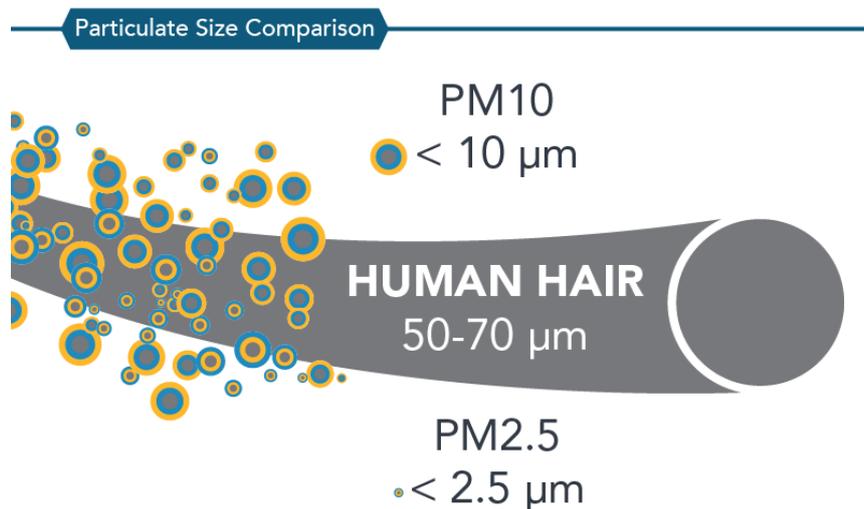


Figura 8: Analogia da espessura entre o tamanho do material particulado e um fio de cabelo.

Fonte: <https://ww2.arb.ca.gov/resources/inhalable-particulate-matter-and-health>

De acordo com a EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), 2020,

a presença do PM_{10} no ar atmosférico pode afetar diretamente os pulmões e coração. Numerosos estudos científicos vincularam a exposição à poluição por partículas a uma variedade de problemas, incluindo: morte prematura em pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, ataques cardíacos não fatais, arritmia cardíaca, asma agravada, função pulmonar diminuída e aumento dos sintomas respiratórios, como irritação das vias respiratórias, tosse ou dificuldade em respirar.

Tais atendimentos podem intensificar o número de internações por morbidades diretamente ligadas aos sistemas cardiovascular e respiratório.

3.4. Áreas de estudo.

Os dados foram avaliados observando três áreas da cidade de Santos: CIDADE TOTAL que compreende todos os bairros da cidade. Na ZONA 1 encontram-se os bairros da zona Noroeste, Morros e Centro e na ZONA 2 todos os bairros da zona Leste (Quadro 4).

Quadro 4 : Bairros da cidade de Santos divididos por área do estudo.

Zona Noroeste	Morros	Zona Central	Zona Leste
Alemoa	Morro do Marapé	Centro	Aparecida
Areia Branca	Morro Monte Serrat	Macuco	Boqueirão
Chico de Paula	Morro Nova Cintra	Valongo	Campo Grande
Jardim Bom Retiro	Morro do Pacheco		Embaré
Jardim Castelo	Morro da Penha		Encruzilhada
Jardim Piratininga	Morro do Saboó		Estuário
Jardim Santa Maria	Morro do São Bento		Gonzaga
Jardim São Manoel			Jabaquara
Rádio Clube			José Menino
Saboó			Marapé
Vila São Jorge			Paquetá
			Pompéia
			Ponta da Praia
			Vila Belmiro
			Vila Mathias
			Vila Nova

A divisão da cidade de Santos em 3 zonas (Figura 9) a serem trabalhadas veio da necessidade de identificar como ocorre a flutuação de internações na cidade de maneira total, e trabalhar dados das duas zonas distintas, sendo que, a Zona 1 desprovida de estações de monitoramento conta com a Zona Noroeste, segundo Silva, 2014, possui grande número

de habitações populares, e um maior índice de violência e tráfico de drogas, além de abarcar uma grande área de palafitas: o Dique da Vila Gilda. Em conjunto com a Zona Central e os Morros são responsáveis por separar as zonas presentes na cidade.

Entre as diversas formas de precariedade habitacional no município ganham destaque as ocupações em palafitas, como o Dique da Vila Gilda e o Dique de São Manoel, as ocupações em morros e encostas, como os complexos Penha, Pacheco, São Bento e Progresso, além dos cortiços, localizados na área central. Nas ocupações em palafita localizadas, sobretudo na Zona Noroeste do município, a infraestrutura é precária ou inexistente e os acessos se dão através de vielas construídas com tábuas de madeira. As ocupações em morros e encostas são, em muitos casos, identificadas como áreas de risco, sujeitas a escorregamentos. As construções se localizam no topo e no pé dos morros e são de alvenaria e de madeira erguidas precariamente. Muitas delas possuem abastecimento de água, pavimentação e energia elétrica, porém registram a falta de esgotamento sanitário. (Santos – Litoral Sustentável, 2012)

Já a Zona 2 é a zona leste da cidade em que encontramos parte do Porto e a conhecida área turística, com destaque das praias e habitações de moradores com maior poder aquisitivo, possuindo a região duas estações de monitoramento ambiental.

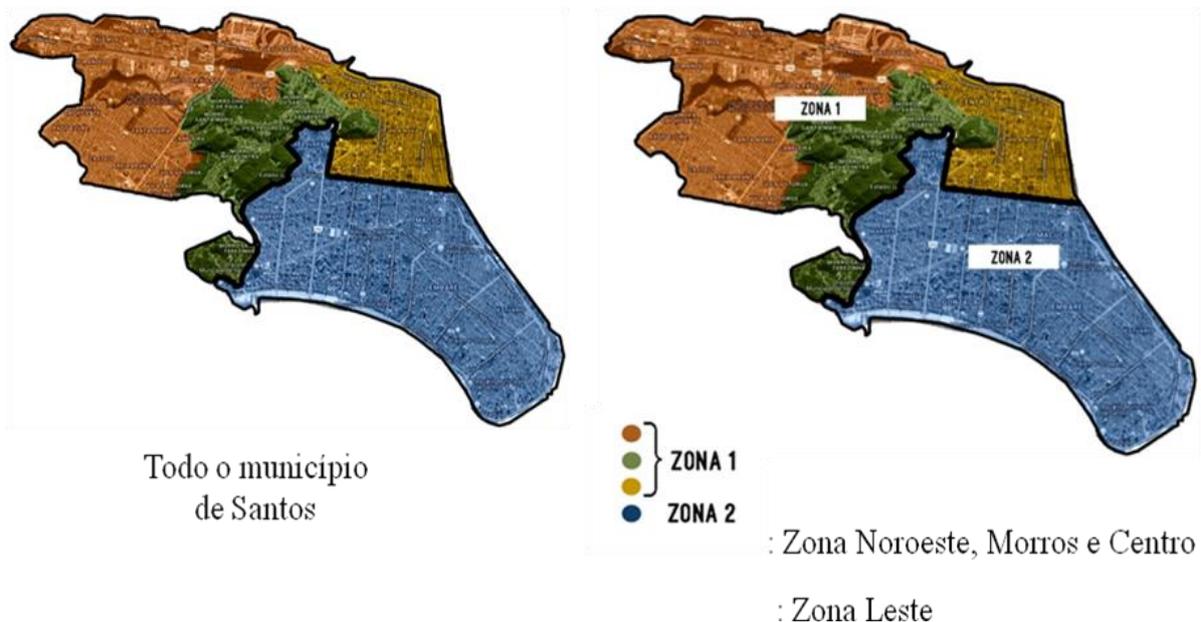


Figura 9: Divisão da cidade em zonas total, zona 1 e zona 2.

Fonte: www.santos.gov.br

3.5 Análise Estatística

As variáveis serão descritas para seus valores de tendência centrais e de dispersão. Para analisar a correlação entre a variável dependente e as variáveis independentes serão utilizadas as correlações de Pearson ou Spearman, dependendo da distribuição das mesmas.

3.5.1. Estudo de Série de Tempo

Para estimar os efeitos dos poluentes atmosféricos no número diário de internações por doenças respiratórias totais, pneumonia, DPOC, total de doenças cardiovasculares, DCI e IC foram utilizados modelos lineares generalizados de regressão de Poisson específicos por grupo de doenças, faixa etária e área (McCullagh e Nelder, 1989). A relação não linear, entre a sazonalidade de longa duração e os atendimentos de pronto-socorro, será controlada através de funções de alisamento semiparamétricas (Green e Silverman, 1994).

Temperaturas extremas não são usuais em Santos. Entretanto, estudos relataram diferentes padrões de efeitos para temperatura em doenças cardiovasculares em diferentes cidades com padrões distintos de temperatura (Braga et al, 2002). Portanto, foram utilizadas diferentes abordagens para definir a melhor forma de capturar os efeitos da temperatura e umidade sobre as doenças cardiovasculares.

Além da sazonalidade de longa duração, os estudos realizados com atendimentos de pronto-socorro e internações hospitalares mostram que existem sazonalidades de curta duração influenciando a relação entre poluição atmosférica e saúde (Braga et al, 2001). Dias da semana e feriados precisam ser controlados nos modelos de regressão. Para isso, foram criados indicadores para dias da semana e para os feriados.

Para reduzir a sensibilidade da variável dependente a valores extremos da variável independente, foi utilizado o método de regressão robusta (estimador-M).

Os efeitos dos poluentes atmosféricos nos desfechos escolhidos foram investigados através da utilização de modelos de defasagem com distribuição polinomial (Schwartz, 2000; Braga et al, 2001). Esta metodologia permite a estimativa da estrutura da defasagem entre exposição e efeito de forma não restrita, permitindo a identificação de efeitos com magnitudes distintas para os dias do período de tempo avaliado, diferentemente do que acontece quando se usa média móvel, onde a cada um dos dias do período de tempo analisado é atribuído um efeito de magnitude semelhante aos demais. Neste estudo utilizamos modelos polinomiais de terceiro grau com estrutura de defasagem de 6 dias após a exposição.

Os resultados serão expressos como aumentos percentuais no número diário de internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares devido a aumentos de

um interquartil (a diferença entre o terceiro e o primeiro quartis) nas concentrações dos poluentes.

4. RESULTADOS

4.1 Análise descritiva

O número total de internações por doenças cardiovasculares e respiratórias no período de 2012 a 2018, na cidade de Santos, contabilizou 28.731 internações sendo 14.710 (51,20%) delas relacionadas às doenças cardiovasculares e 14.021 (48,80%) por doenças respiratórias.

A tabela 1 apresenta a análise descritiva das internações por doenças respiratórias, pneumonia e DPOC durante o período de estudo, na cidade de Santos, de acordo com faixas etárias.

Tabela 1. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos por todas as doenças respiratórias, por pneumonias e por DPOC, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 2018

Internações Hospitalares	Média Diária	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Todas as Doenças</i>				
<i>Respiratórias</i>				
Até 2 anos	1,27	1,37	0,0	11,0
3 a 9 anos	0,54	0,79	0,0	6,0
10 a 19 anos	0,23	0,49	0,0	3,0
20 a 35 anos	0,40	0,67	0,0	6,0
36 a 65 anos	1,47	1,33	0,0	9,0
66 anos ou mais	1,59	1,39	0,0	8,0
<i>Pneumonias</i>				
Até 2 anos	0,58	0,86	0,0	6,0
3 a 9 anos	0,20	0,47	0,0	3,0
10 a 19 anos	0,1	0,31	0,0	2,0
20 a 35 anos	0,21	0,48	0,0	6,0
36 a 65 anos	0,73	0,91	0,0	8,0
66 anos ou mais	0,93	1,04	0,0	7,0
<i>DPOC</i>				
36 a 65 anos	0,17	0,42	0,0	3,0
66 anos ou mais	0,21	0,47	0,0	4,0

Para todo o município as doenças respiratórias totais tiveram as maiores médias diárias entre os idosos maiores de 66 anos, seguidos de adultos entre 36 a 65 anos e crianças menores de 2 anos. As pneumonias apresentam seus maiores valores entre idosos maiores de 66 anos e adultos entre 36 e 65 anos. Já a DPOC apresenta seus valores somente entre adultos entre 36 e 65 anos e maiores de 66 anos, uma vez que é um grupo de doenças crônicas que acomete, preferencialmente, adultos e idosos.

A Tabela 2 apresenta a análise descritiva das internações por doenças cardiovasculares, doenças isquêmicas do coração e insuficiência cardíaca durante o período de estudo, na cidade de Santos, de acordo com faixas etárias.

Tabela 2. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos por todas as doenças cardiovasculares, por doenças isquêmicas do coração e por insuficiência cardíaca, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 2018

Internações Hospitalares	Média Diária	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Todas as Doenças</i>				
<i>Cardiovasculares</i>				
20 a 35 anos	0,22	0,49	0,0	3,0
36 a 65 anos	2,79	1,95	0,0	15,0
66 anos ou mais	2,68	1,82	0,0	12,0
<i>Doenças Isquêmicas do Coração</i>				
36 a 65 anos	0,80	0,95	0,0	8,0
66 anos ou mais	0,52	0,74	0,0	4,0
<i>Insuficiência Cardíaca</i>				
36 a 65 anos	0,48	0,72	0,0	6,0
66 anos ou mais	0,61	0,83	0,0	5,0

Entre todas as doenças cardiovasculares totais, as maiores médias diárias encontram-se entre os idosos maiores de 66 anos seguidos de adultos de 36 a 65 anos, em doenças isquêmicas do coração entre os adultos de 36 e 65 anos seguidos de idosos maiores de 66 anos. No tocante a insuficiência cardíaca encontra-se entre os idosos maiores de 66 anos seguidos de adultos entre 36 e 65 anos.

A tabela 3 apresenta a análise descritiva das internações por doenças respiratórias, pneumonia e DPOC durante o período de estudo, na Zona 1 da cidade de Santos, de acordo com faixas etárias.

Tabela 3. Análise descritiva das internações hospitalares na Zona 1, em Santos, por todas as doenças respiratórias, por pneumonias e por DPOC, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 2018

Internações Hospitalares	Média Diária	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Todas as Doenças</i>				
<i>Respiratórias</i>				
Até 2 anos	0,84	1,08	0,0	9,0
3 a 9 anos	0,34	0,61	0,0	4,0
10 a 19 anos	0,15	0,39	0,0	3,0
20 a 35 anos	0,23	0,50	0,0	4,0
36 a 65 anos	0,77	0,93	0,0	7,0
66 anos ou mais	0,67	0,84	0,0	5,0
<i>Pneumonias</i>				
Até 2 anos	0,38	0,67	0,0	4,0
3 a 9 anos	0,13	0,37	0,0	3,0
10 a 19 anos	0,07	0,26	0,0	2,0
20 a 35 anos	0,14	0,38	0,0	4,0
36 a 65 anos	0,42	0,68	0,0	6,0
66 anos ou mais	0,41	0,66	0,0	5,0
<i>DPOC</i>				
36 a 65 anos	0,93	0,31	0,0	2,0
66 anos ou mais	0,09	0,31	0,0	3,0

A tabela demonstra que na Zona 1 (áreas da Zona Noroeste, Morros e Zona Central) as doenças respiratórias totais possuem maiores médias diárias entre crianças até 2 anos, seguidos de adultos entre 36 e 65 anos e idosos maiores de 66 anos.

As pneumonias têm suas maiores médias em adultos entre 36 e 65 anos seguidos de idosos maiores de 66 anos, já a DPOC possui as suas maiores médias diárias entre os adultos entre 36 a 65 anos.

A tabela 4 apresenta a análise descritiva das internações por doenças cardiovasculares, por doenças isquêmicas e por insuficiência cardíaca durante o período de estudo, na Zona 1 da cidade de Santos, de acordo com faixas etárias.

Tabela 4. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos, Zona 1, por todas as doenças cardiovasculares, por doenças isquêmicas do coração e por insuficiência cardíaca, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 2018

Internações Hospitalares	Média Diária	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Todas as Doenças</i>				
<i>Cardiovasculares</i>				
20 a 35 anos	0,13	0,37	0,0	2,0
36 a 65 anos	1,43	1,30	0,0	10,0
66 anos ou mais	1,10	1,09	0,0	8,0
<i>Doenças Isquêmicas do Coração</i>				
36 a 65 anos	0,39	0,65	0,0	5,0
66 anos ou mais	0,2	0,47	0,0	3,0
<i>Insuficiência Cardíaca</i>				
36 a 65 anos	0,26	0,53	0,0	4,0
66 anos ou mais	0,25	0,52	0,0	4,0

Entre todas as doenças cardiovasculares totais as maiores médias diárias encontram-se entre os adultos de 36 a 65 anos seguidos de idosos maiores de 66 anos. As doenças isquêmicas do coração possuem as maiores médias entre adultos de 36 a 65 anos. As insuficiências cardíacas apresentam maiores médias somente entre adultos entre 36 e 65 anos e idosos maiores de 66 anos.

A tabela 5 apresenta a análise descritiva das internações por doenças respiratórias, pneumonia e DPOC durante o período de estudo, na Zona 2, na cidade de Santos, de acordo com faixas etárias.

Tabela 5. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos, Zona 2, por todas as doenças respiratórias, por pneumonias e por DPOC, nas faixas etárias estudadas, nos anos de 2012 a 2018

Internações Hospitalares	Média Diária	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Todas as Doenças Respiratórias</i>				
Até 2 anos	0,42	0,69	0,0	5,0
3 a 9 anos	0,2	0,46	0,0	3,0
10 a 19 anos	0,08	0,29	0,0	2,0
20 a 35 anos	0,17	0,42	0,0	3,0
36 a 65 anos	0,7	0,88	0,0	9,0
66 anos ou mais	0,92	1,05	0,0	8,0
<i>Pneumonias</i>				
Até 2 anos	0,2	0,46	0,0	3,0
3 a 9 anos	0,06	0,26	0,0	2,0
10 a 19 anos	0,03	0,17	0,0	2,0
20 a 35 anos	0,07	0,27	0,0	2,0
36 a 65 anos	0,31	0,58	0,0	5,0
66 anos ou mais	0,52	0,77	0,0	5,0
<i>DPOC</i>				
36 a 65 anos	0,08	0,28	0,0	2,0
66 anos ou mais	0,12	0,34	0,0	3,0

O estudo demonstra na Zona 2 as maiores médias diárias em doenças respiratórias totais, pneumonias e DPOC nos idosos maiores de 66 anos.

A tabela 6 apresenta a análise descritiva das internações por doenças cardiovasculares, doenças isquêmicas do coração e insuficiência cardíaca durante o período de estudo, na Zona 2, na cidade de Santos, de acordo com faixas etárias.

Tabela 6. Análise descritiva das internações hospitalares em Santos, Zona 2, por todas as doenças cardiovasculares, por doenças isquêmicas do coração e por insuficiência cardíaca, nas faixas etárias estudadas, os anos de 2012 a 2018

Internações Hospitalares	Média Diária	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Todas as Doenças</i>				
<i>Cardiovasculares</i>				
20 a 35 anos	0,09	0,31	0,0	3,0
36 a 65 anos	1,37	1,31	0,0	8,0
66 anos ou mais	1,58	1,38	0,0	10,0
<i>Doenças Isquêmicas do</i>				
<i>Coração</i>				
36 a 65 anos	0,42	0,67	0,0	5,0
66 anos ou mais	0,32	0,58	0,0	3,0
<i>Insuficiência Cardíaca</i>				
36 a 65 anos	0,22	0,48	0,0	4,0
66 anos ou mais	0,36	0,62	0,0	4,0

As doenças cardiovasculares totais e insuficiência cardíaca têm suas maiores médias diárias em idosos maiores de 66 anos seguidos de adultos entre 36 a 65 anos. A doença isquêmica do coração apresenta maiores máximas diárias entre os adultos de 36 a 65 anos, seguidos dos idosos maiores de 66 anos.

Analisando os dados referentes às doenças respiratórias totais no município de Santos, incluindo zonas 1 e 2, verifica-se um padrão de sazonalidade nas internações em todas as faixas etárias. No entanto entre as crianças menores de 2 anos de idade (Figura 10) é constatada uma crescente no número de internações, enquanto nos adultos de idade entre 36 e 65 anos (Figura 11) ocorre uma ação decrescente no número de internações, sendo os movimentos opostos e com início no ano de 2015.

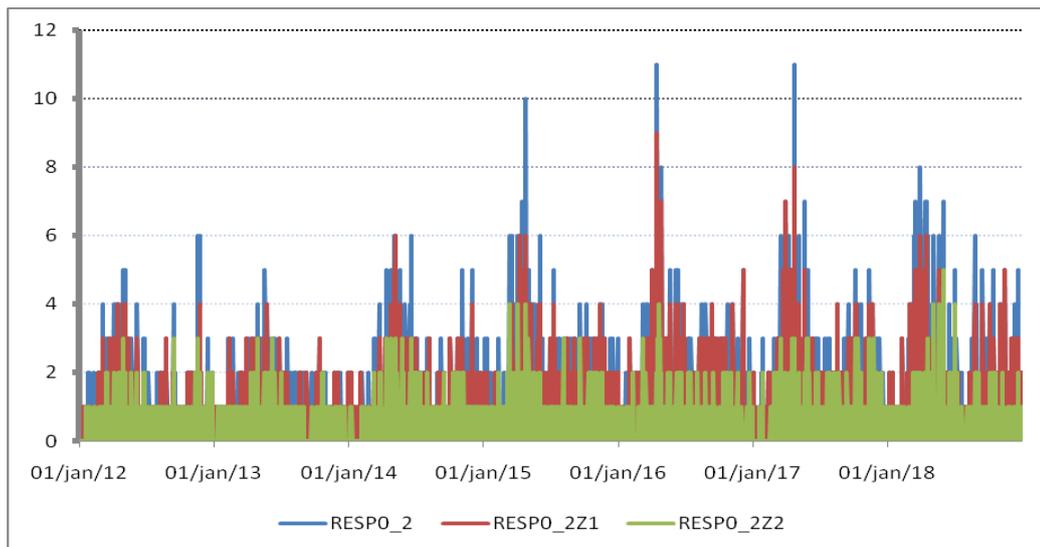


Figura 10: Internações por doenças respiratórias de crianças de 0 a 2 anos setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste), amostrados entre os anos de 2012 a 2018.

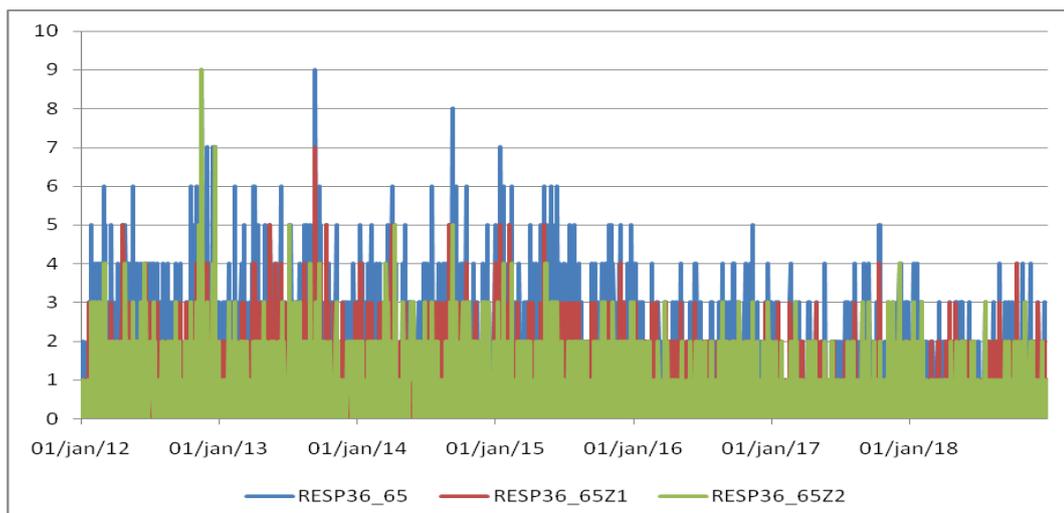


Figura 11: Internações por doenças respiratórias adultos de 35 a 65 anos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste), amostrados entre os anos de 2012 a 2018.

Ao avaliar as internações por doenças cardiovasculares totais, doença isquêmica do coração e insuficiência cardíaca por faixa etária, percebe-se que em todas as áreas da cidade mantêm-se em uma dispersão sazonal já prevista pelos fatores meteorológicos referentes às estações do ano, conforme demonstra a figura 12.

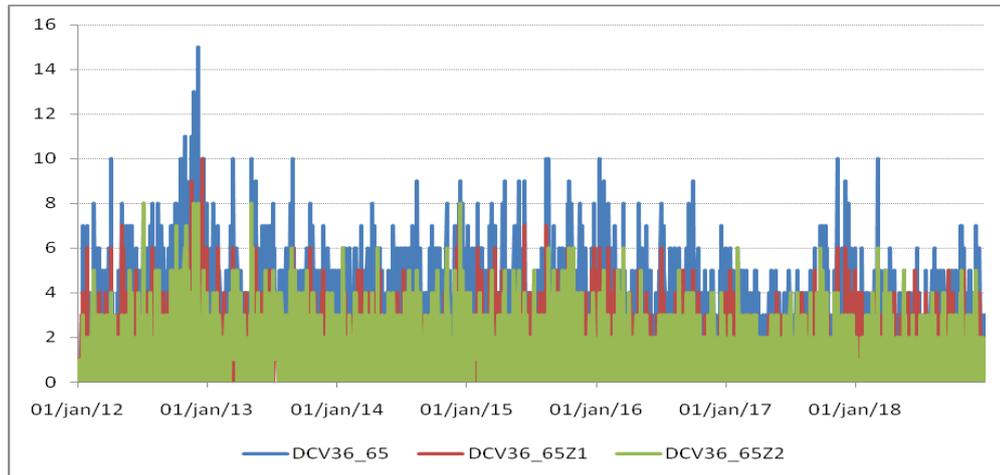


Figura 12: Internações por doenças cardiovasculares totais entre adultos de 36 e 65 anos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste), amostrados entre os anos de 2012 a 2018.

A tabela 7 apresenta a análise descritiva das internações das variáveis meteorológicas e do material particulado inalável, entre os anos de 2012 e 2018.

Tabela 7. Análise descritiva das variáveis meteorológicas e do material particulado inalável nos anos de 2012 a 2018

	Média Diária	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Material Particulado Inalável				
<i>($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>				
Hospital Guilherme Álvaro	28,8	13,4	5,0	112,0
Ponta da Praia	44,7	28,2	7,0	224,0
Média das Estações	36,8	20,2	6,0	164,0
Temperatura Média ($^{\circ}\text{C}$)	27,9	4,4	14,7	42,1
Umidade Relativa (%)	64,7	14,1	16,0	100,0

Durante os 6 anos de estudo as médias de MP_{10} estão dentro do padrão de qualidade Boa (Figura 13), porém chegando perto demais do nível Moderado. Identificando uma queda acentuada na quantidade após o ano de 2015. A estação Ponta da Praia apresenta média de MP_{10} 55,21% maior em relação à estação Guilherme Álvaro. A média de temperatura (Figura 14) e umidade relativa do ar (Figura 15) apresentam-se próximas das médias da região.

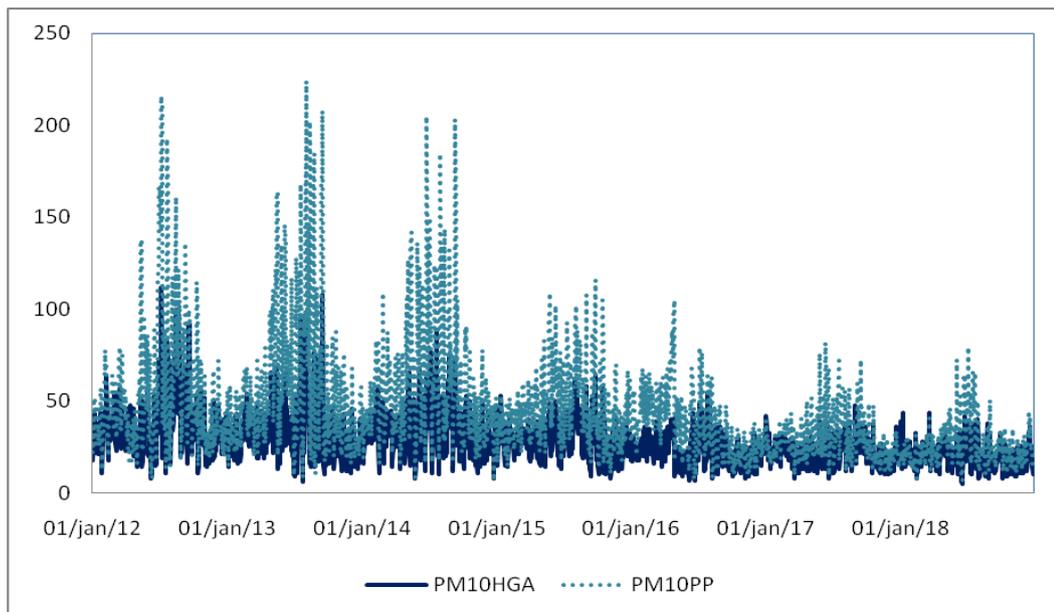


Figura 13: Valores diários de material particulado (MP_{10}), na cidade de Santos, nas estações localizadas no Hospital Guilherme Álvaro e Ponta da Praia, nos anos de 2012 a 2018.

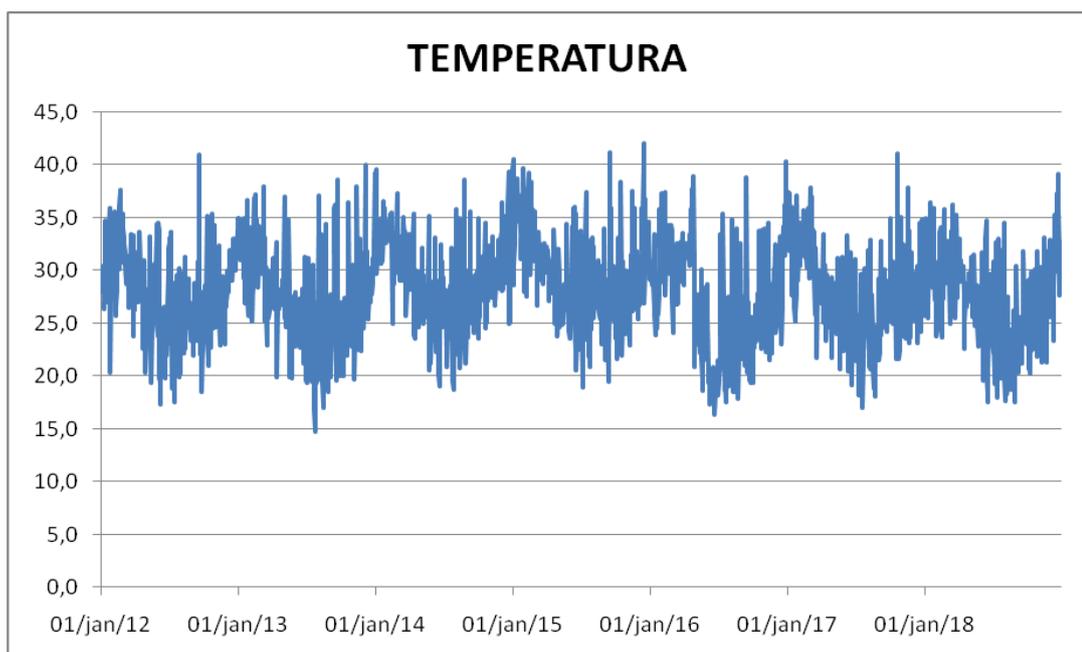


Figura 14: Valores diários de temperatura, na cidade de Santos, nos anos de 2012 a 2018.

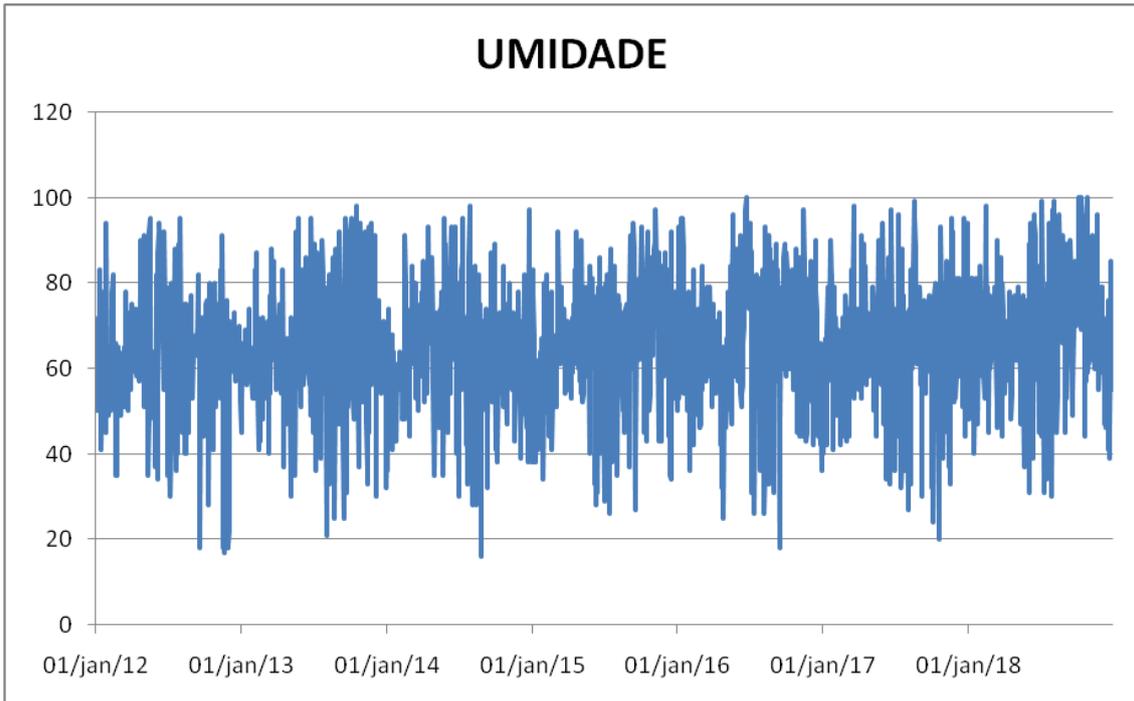


Figura 15: Valores diários de umidade, na cidade de Santos, nos anos de 2012 a 2018.

4.2. Estimativas de Efeito

A estimativa de efeito, conforme Berwanger et al, (2007) é comumente denominada como uma única medida resultante do agrupamento de resultados de diversos estudos. Nela podemos observar a chance de efeito para cada aumento de um interquartil, que corresponde a $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} no ambiente. Tais chances aumentam em 10% a possibilidade de internação no dia da exposição.

De acordo com Chen et al, (2019) “a inflamação das vias aéreas causada por oxidantes pode resultar em efeitos agudos, que ocorrem logo no dia da exposição ao poluente, ou através de um efeito cumulativo, dias após a exposição.

Os gráficos de estimativa com efeito positivo serão apresentados abaixo com os respectivos resultados, já os que não apresentaram efeito encontram-se relacionados nos anexos.

A Figura 16 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por doenças respiratórias totais, em jovens de 10 a 19 anos, entre os anos de 2012 e 2018.

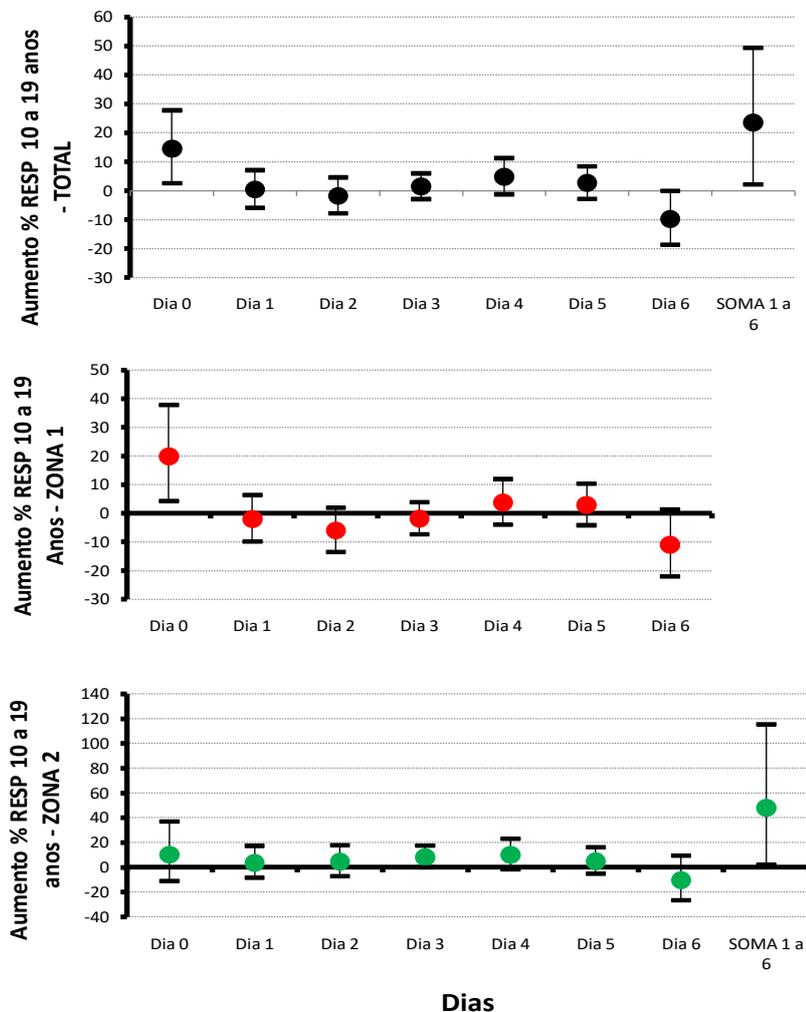


Figura 16. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP) para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 10 a 19 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Entre os jovens de 10 a 19 anos ocorreu aumento no número de internações por doenças respiratórias totais no dia da exposição (dia 0) em todo o município e zona 1. Nos dias subsequentes a cidade inteira e zona 2 apresentaram aumento de internações o que demonstra um efeito acumulado nos dias da exposição.

A Figura 17 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por doenças respiratórias totais, em adultos de 20 a 35 anos, entre os anos de 2012 e 2018.

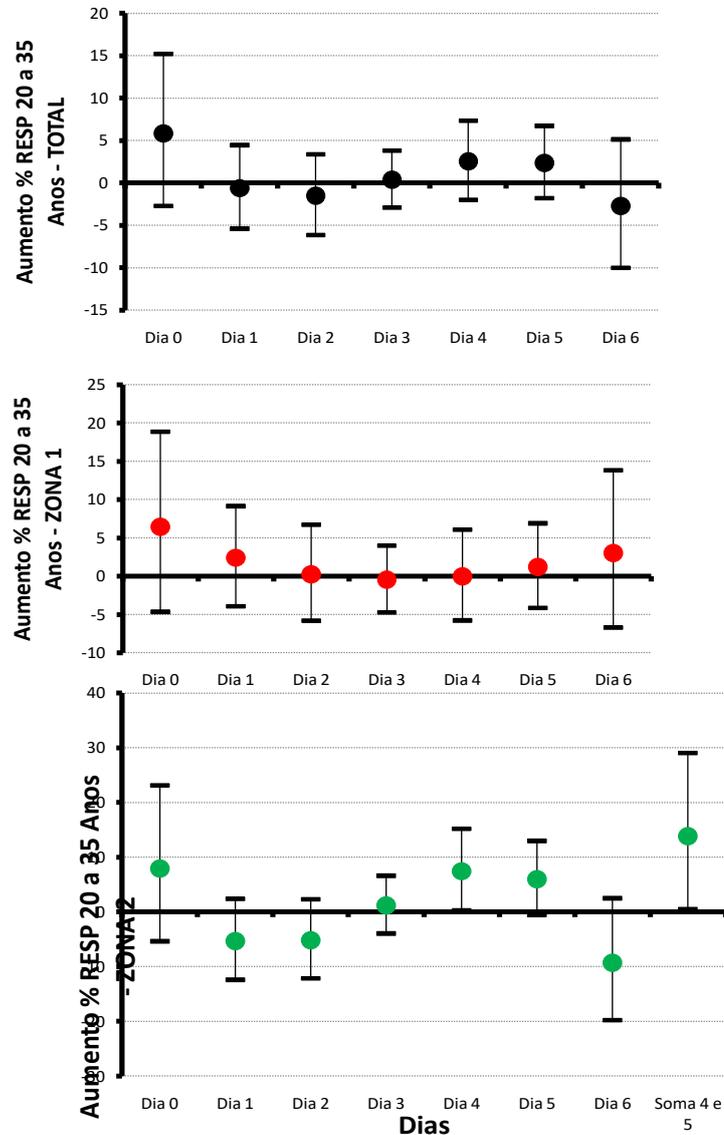


Figura 17. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 20 a 35 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Houve um aumento nas internações no dia da exposição, que não foi estatisticamente significativo. Na zona 2 observou-se aumento das internações nos dias 4 e 5 após a exposição. Para todo o município e zona 1 não houve aumento significativo.

A Figura 18 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por doenças respiratórias totais, em adultos de 36 e 65 anos, entre os anos de 2012 e 2018.

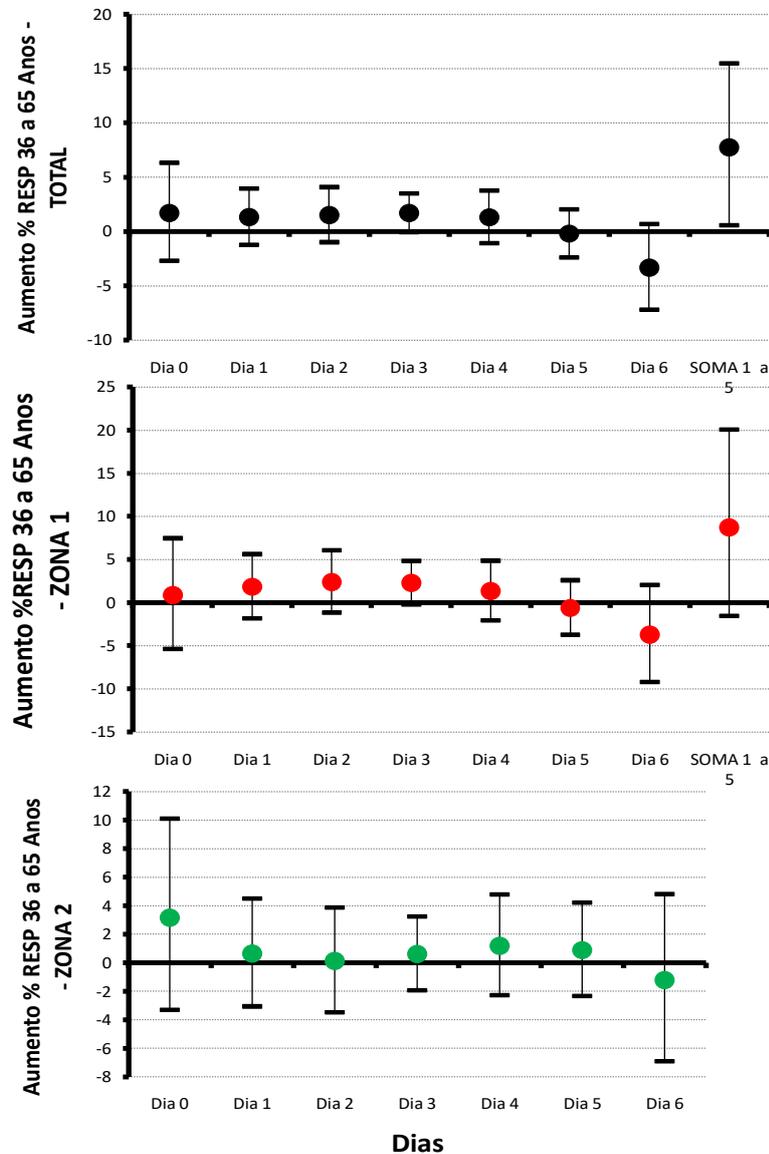


Figura 18. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 a 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Houve efeito nas variações diárias de PM_{10} sobre as internações por doenças respiratórias totais de adultos entre 36 e 65 anos somente na soma de efeitos dos dias da semana, dia 1 ao dia 5, em todo o município. Não apresentando aumento significativo nas zonas 1 e 2. Entretanto, percebe-se que o comportamento observado para a cidade toda é semelhante ao observado na zona 1.

A Figura 19 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por doenças respiratórias totais, em idosos maiores de 66 anos, entre os anos de 2012 e 2018.

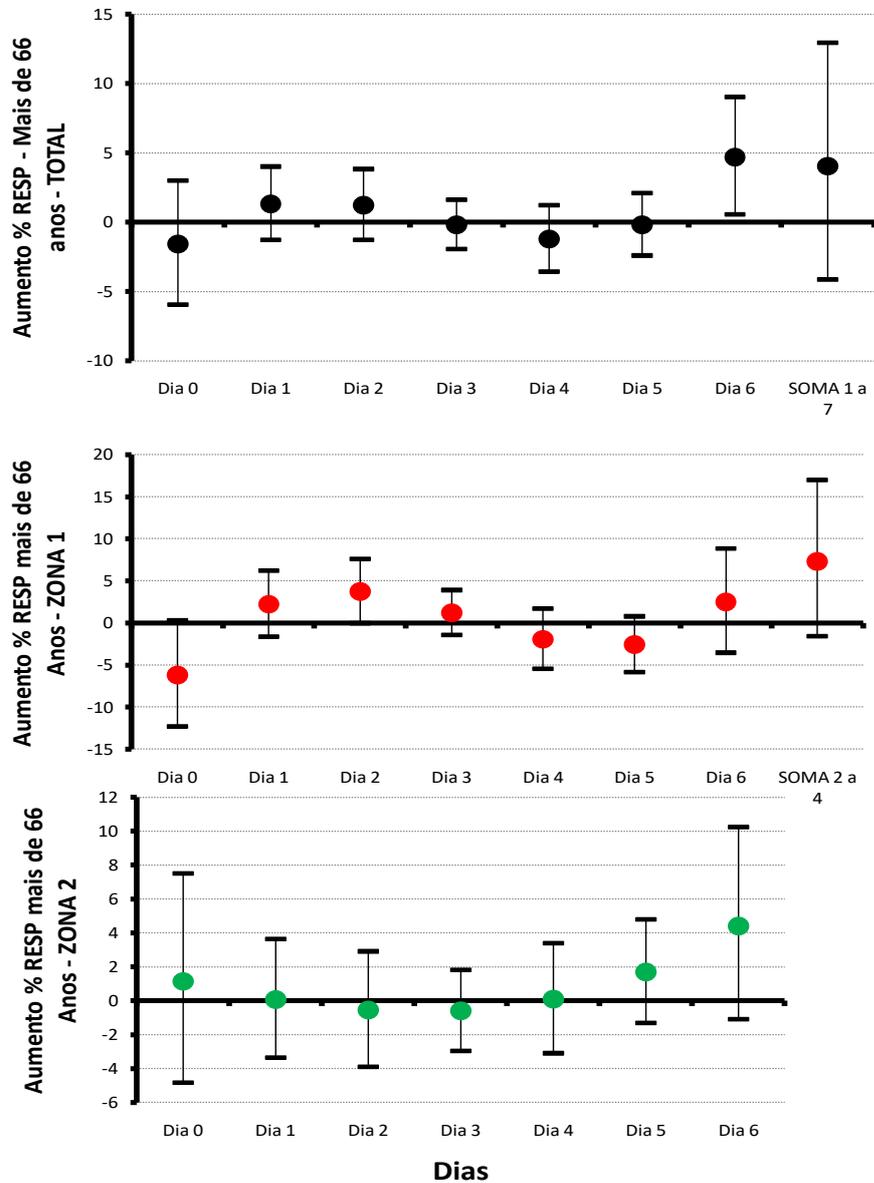


Figura 19. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

O efeito das variações de PM_{10} sobre as internações por doenças respiratórias totais nos indivíduos maiores de 66 anos somente ocorreu no dia 6 da exposição em todo o município. Na zona 1, onde o padrão de efeito se assemelha ao da cidade, há um aumento relevante das internações dois dias após a exposição.

A Figura 20 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por pneumonia, em adultos de 20 a 35 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

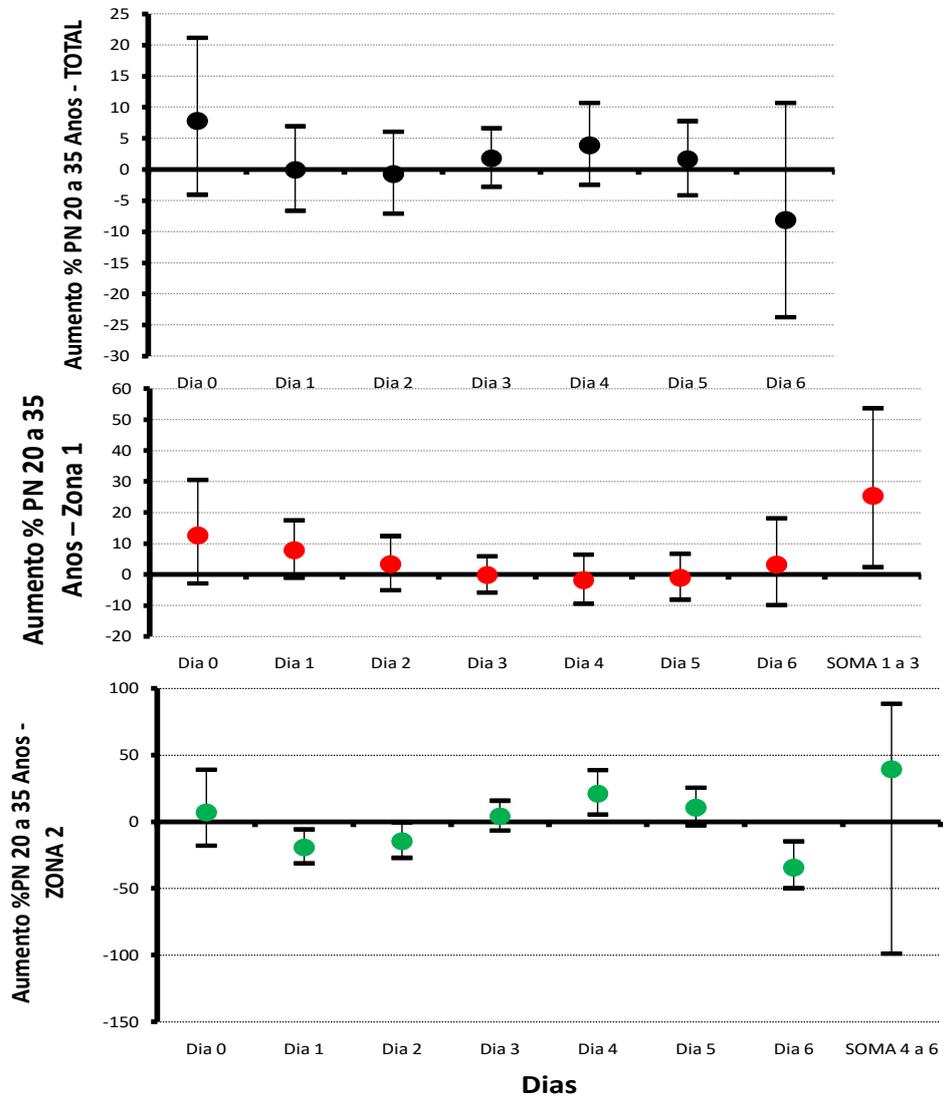


Figura 20. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 20 e 35 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Observam-se padrões semelhantes de efeito para a cidade e para as duas zonas, com efeitos observados no dia da exposição, apesar de não serem significativos. A partir daí, na zona 1 o efeito se mantém nos três primeiros dias pós exposição fazendo com que, neste período, ocorra um aumento acumulado de relevância. Já na zona 2, há um aumento das internações no quarto dia após a exposição de magnitude semelhante ao observado nos três primeiros dias na zona 1.

A Figura 21 apresenta o efeito da exposição à variações diárias de PM_{10} sobre as internações por pneumonia, em idosos maiores de 66 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

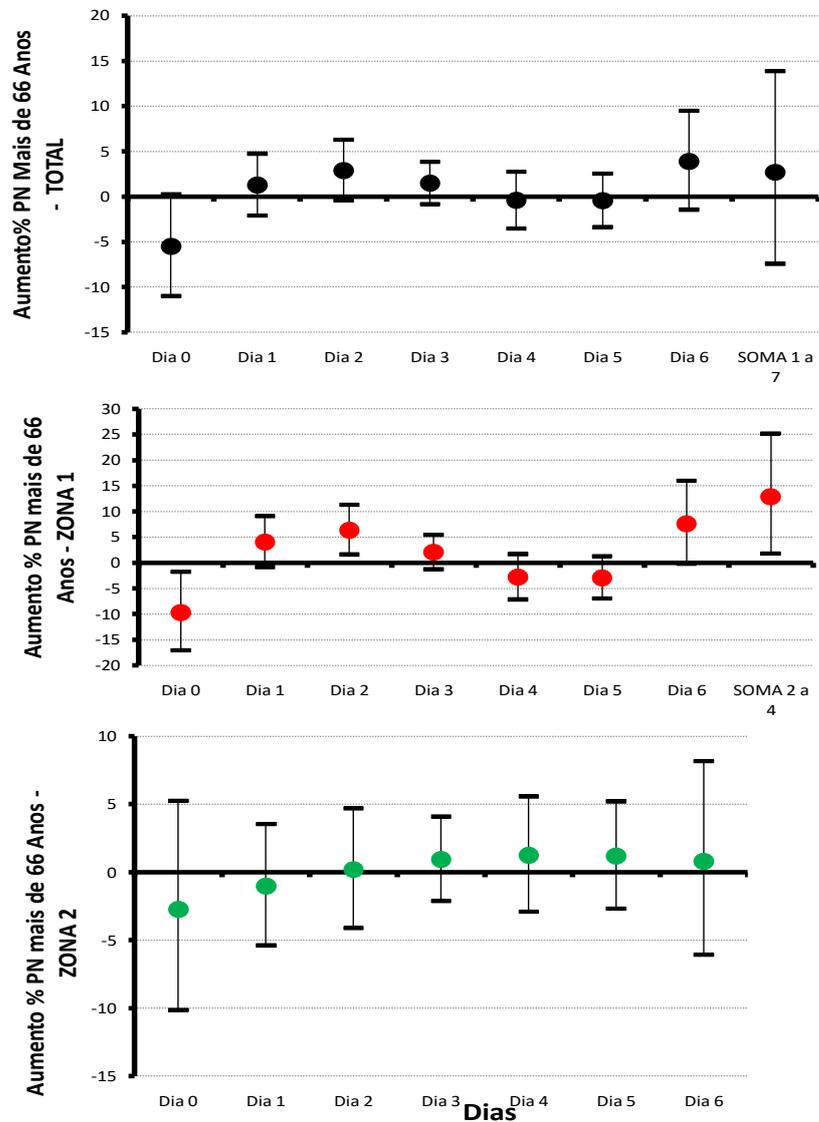


Figura 21. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Houve efeito das variações diárias de PM_{10} sobre as internações por pneumonia em idosos maiores de 66 anos na zona 1 entre um e três dias após a exposição e na soma destes dias. O padrão de efeito da cidade é definido pelo que acontece na zona 1.

A Figura 22 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por DPOC, em adultos de 36 a 65 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

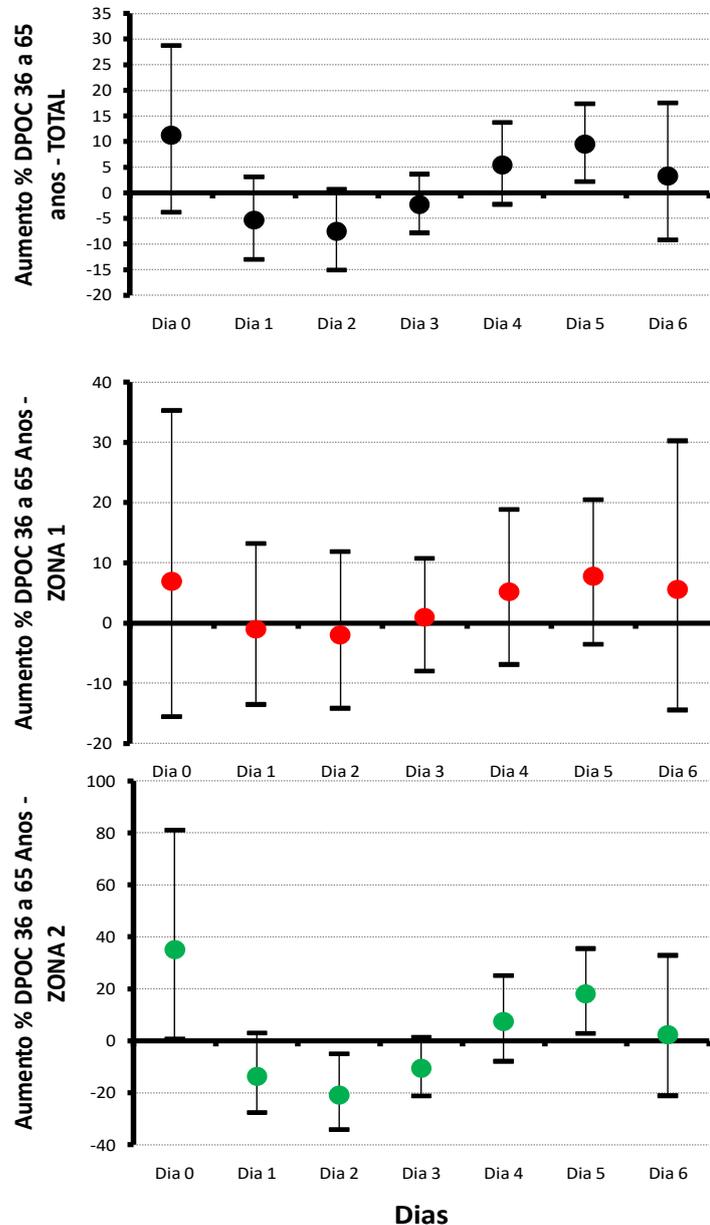


Figura 22. Variação percentual de internações por Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 e 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Neste caso, o padrão de efeito do PM_{10} sobre os adultos com DPOC na cidade toda reflete o que se observa para os moradores da zona 2, com efeito agudo no dia da exposição e um novo aumento cinco dias após. Na zona 1, o comportamento parece semelhante a este descrito, porém, sem significância.

A Figura 23 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por DPOC, em idosos maiores de 66 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

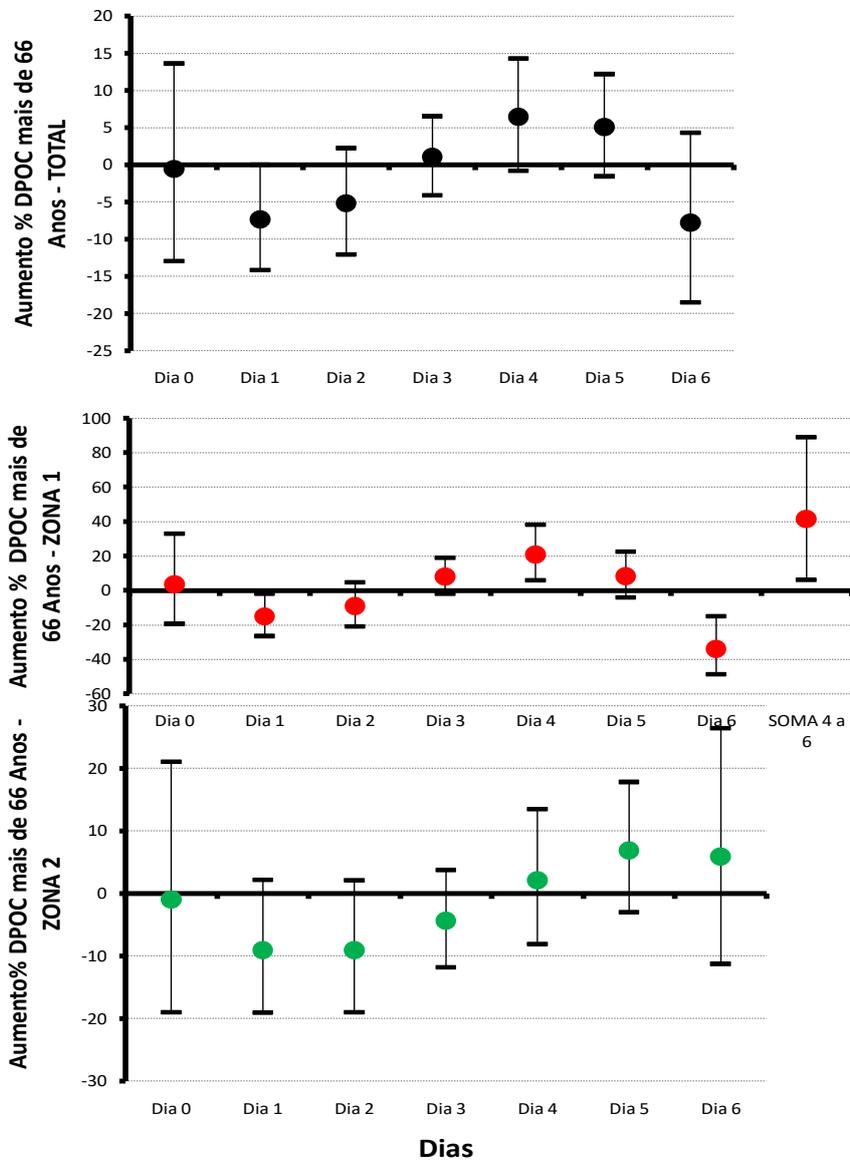


Figura 23. Variação percentual de internações por Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Entre os idosos maiores de 66 anos houve efeito da variação de PM_{10} nas internações por DPOC somente na zona 1, no 4º dia após a exposição, e na soma de internações entre os dias dos dias 3 a 5.

A Figura 24 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por Doença Cardiovascular Total, em adultos de 20 a 35 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

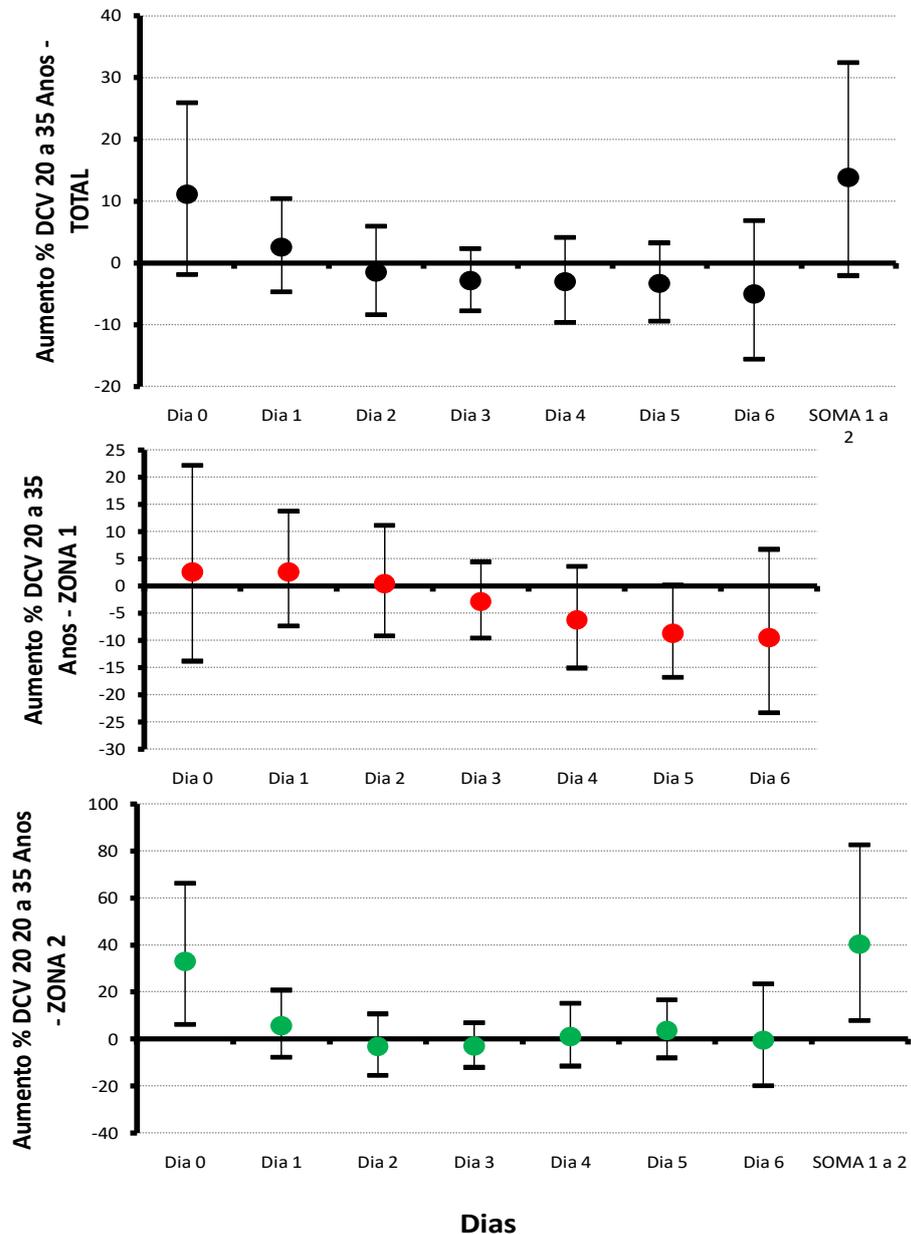


Figura 24. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular total (DCV), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 20 e 35 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Houve efeito da variação de PM_{10} nas internações por doença cardiovascular total somente na zona 2, no dia da exposição e na soma entre o dia da exposição e o dia 1. No município todo e zona 1 não foram observados efeitos significantes.

A Figura 25 apresenta o efeito da exposição às variações diárias de PM_{10} sobre as internações por Doença Cardiovascular Total, em adultos de 36 a 65 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

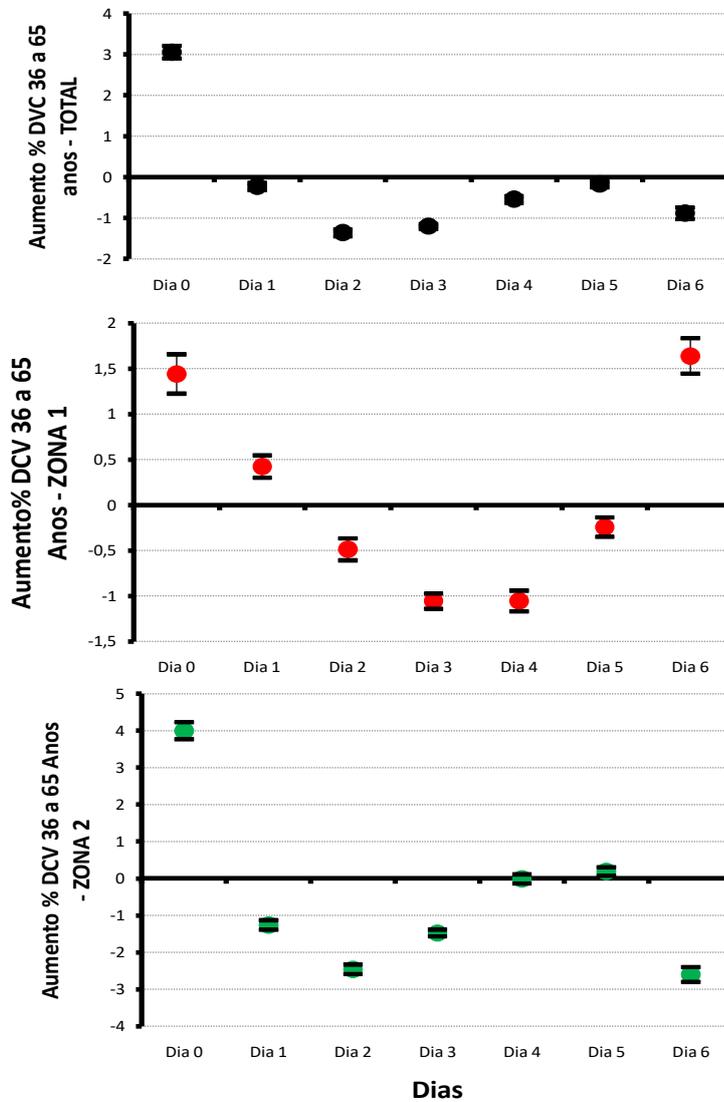


Figura 25. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular total (DCV), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 e 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Em DCV nos adultos entre 36 e 65 anos houve efeito da variação de PM_{10} sobre as internações em todo o município no dia da exposição. Na zona 1 o efeito ocorreu no dia da exposição, no dia seguinte e no dia 6. Já na zona 2, o efeito ocorreu somente no dia da exposição. Nas três análises observa-se, basicamente, um efeito agudo. Na zona 1 observa-se um novo aumento de internações seis dias após a exposição. Também se nota, nas três análises, a presença do efeito colheita.

A Figura 26 apresenta o efeito da exposição à variações diárias de PM_{10} sobre as internações por Doença Cardiovascular Total, em idosos maiores de 66 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

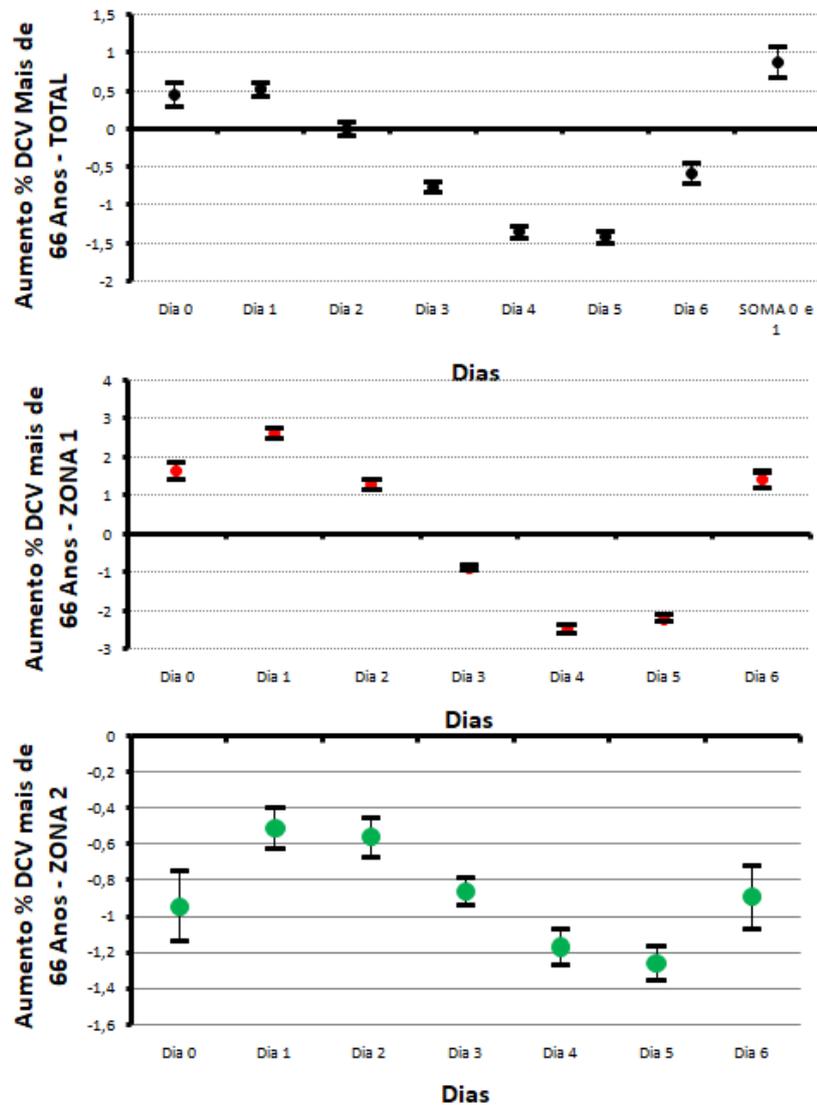


Figura 26. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular total (DCV), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Entre os idosos maiores de 66 anos houve efeito da variação de PM_{10} sobre as internações por DCV no município inteiro no dia da exposição e dia 1. Na zona 1 no dia da exposição dias 1, 2 e 6. Na zona 2 o efeito colheita é apresentado porém com valores não significativos.

A Figura 27 apresenta o efeito da exposição à variações diárias de PM_{10} sobre as internações por Doença cardiovascular isquêmica, em idosos maiores de 66 anos, entre os anos de 2012 e 2018.

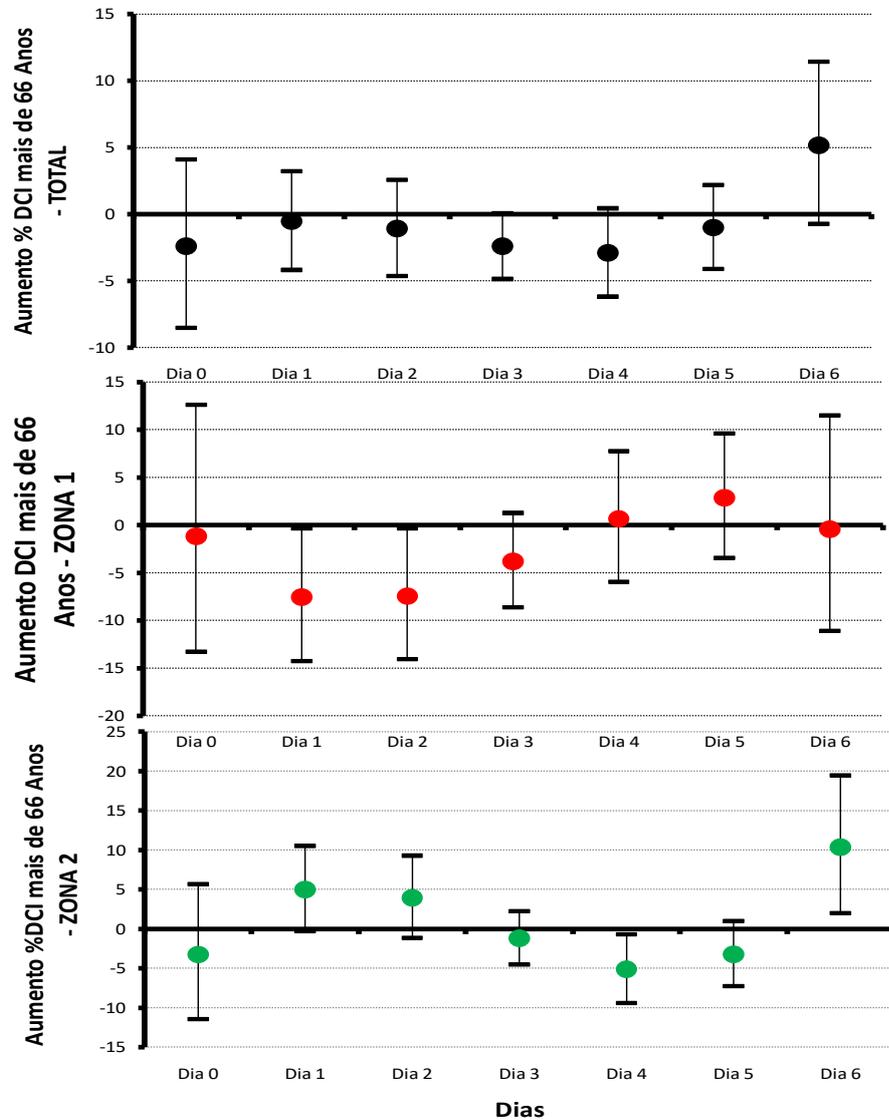


Figura 27. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular isquêmica (DCI), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Houve efeito na variação de PM_{10} nas internações por doença isquêmica cardiovascular entre os idosos maiores de 66 anos somente na zona 2, no 6º dia após a exposição. Município e zona 1 não apresentaram efeito.

A Figura 28 apresenta o efeito da exposição à variações diárias de PM_{10} sobre as internações por Insuficiência Cardíaca, em idosos maiores de 66 anos, entre os anos de 2012 a 2018.

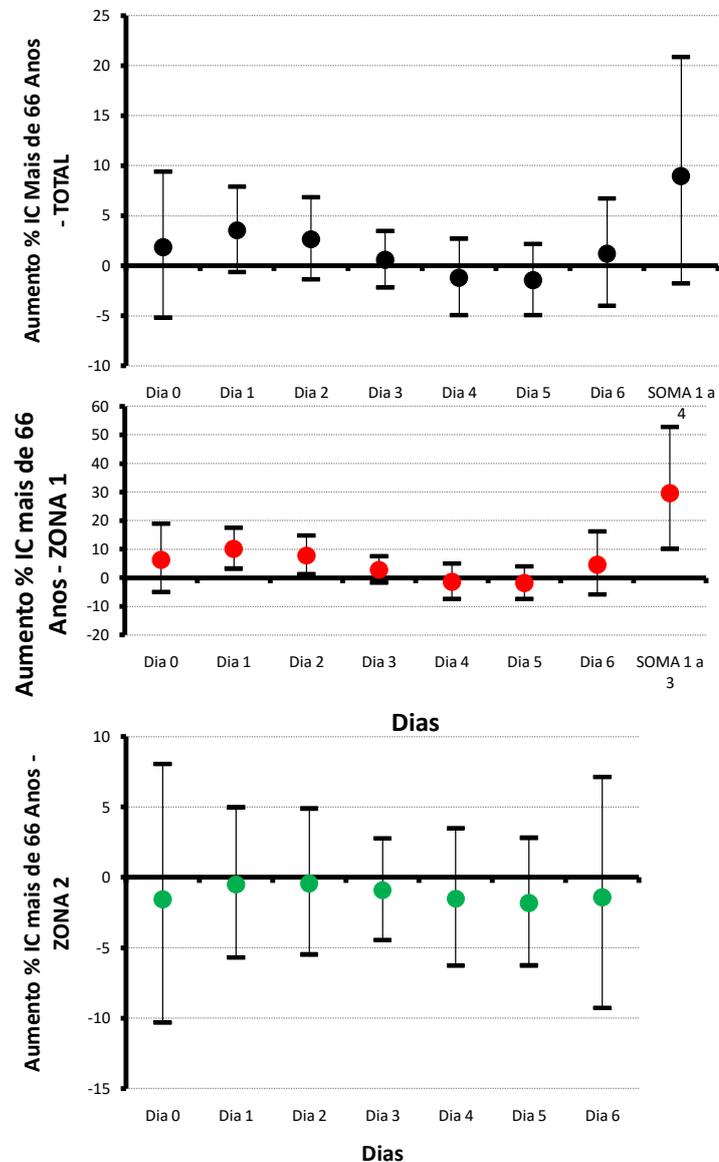


Figura 28. Variação percentual de internações por Insuficiência cardíaca (IC), para um aumento de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} médio, na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos maiores de 66 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

Ocorreu efeito estatisticamente significativo na variação de PM_{10} nas internações por insuficiência cardíaca somente na zona 1 no 1º e 2º dias após a exposição e na somatória dos dias 1 a 3 após a exposição. Município e zona 2 não houve efeito.

5. DISCUSSÃO

5.1. Resumo dos resultados

Podemos concluir que não foi observado efeito significativo em crianças de até 10 anos e os grupos mais suscetíveis aos efeitos foram os adultos (36 a 65 anos) e idosos (maiores de 66 anos).

Entre as crianças a falta do efeito foi um fator inédito, visto que a maioria dos estudos demonstra uma suscetibilidade desta faixa etária aos efeitos causados pelos poluentes. Jasinski (2011) identificou que na cidade de Cubatão as concentrações de poluentes mostraram que os efeitos na qualidade de vida das crianças e adolescentes são significativos e ainda sugere um esforço para minimizar tais efeitos por ser uma cidade que possui um pólo industrial com tendências ao crescimento.

Bueno et al, (2020) discorre que em 2018, 417.924 pacientes foram hospitalizados com pneumonia no Brasil, sendo os números de internações mais altos nos estados do Norte e Nordeste. Na China Zhang (2015) analisou o efeito em crianças entre 0 a 14 anos e verificou o aumento nas internações com maior ênfase nos problemas respiratórios. Acioly (2018) descreve que em Roraima foi detectada uma associação entre as internações de crianças menores de cinco anos e o aumento dos níveis de poluentes.

Em uma revisão sistemática Leão et al, (2019) verificou que entre 30 artigos referentes à ação de diversos poluentes em populações de crianças 10 foram encontrados aumento significativo das internações de crianças, por doenças respiratórias, com o aumento dos níveis de PM₁₀ no ar atmosférico.

Na faixa etária entre 10 e 19 anos os resultados foram significativos de maneiras distintas somente nas internações por doenças respiratórias. Mendonça et al, (2019) em um estudo realizado na cidade de Pirapora, Minas Gerais, destaca que existe uma variação de morbidades do sistema respiratório e que jovens e crianças tendem a sofrer mais com tais oscilações dos níveis de poluentes.

Os adultos jovens apresentaram efeitos significativos somente em uma das zonas do estudo onde houve aumento de internações por pneumonia e doenças cardiovasculares totais.

Já na análise dos adultos (36 a 65 anos) houve suscetibilidade em várias morbidades referentes às estudadas: doenças respiratórias totais, pneumonia, DPOC, doenças cardiovasculares totais e doenças isquêmicas do coração. O que corrobora com estudos que apresentam adultos da mesma faixa etária e diferentes localidades: Barnett et al, (2006)

descreve que ocorre significativa relação entre as internações hospitalares, por doenças cardiovasculares, entre adultos quando ocorre aumento da poluição do ar e em Londres Samoli, et al (2015) verificaram que ao aumentarem os níveis de poluentes, adultos entre 15 e ≥ 65 anos tiveram altas em internações com relação às doenças cardiovasculares.

No presente estudo os idosos apresentam-se vulneráveis à exposição, apresentando efeito significativo em todas as morbidades, surgindo em tempos distintos nas duas zonas estudadas, conforme disserta Santos, et al (2021) em uma revisão: os idosos são passíveis aos efeitos do aumento dos níveis dos poluentes por apresentarem um sistema imunológico com menor capacidade e diminuição da função pulmonar.

Portanto a suscetibilidade dos indivíduos maiores de 66 anos é evidente em vários estudos realizados: Phosri et al, (2019) concluiu que na cidade de Bangkok os idosos apresentam-se mais suscetíveis à elevação dos níveis de poluentes. Wu et al, (2020) num estudo em Pequim, China, verificou maior número de internações hospitalares de idosos com relação aos jovens. Zhang, et al (2021) realizou uma associação entre a poluição atmosférica e internações hospitalares por DPOC na cidade de Chengdu, na China e identificou um aumento nas internações de idosos do que indivíduos jovens. Melo (2015) identificou em um estudo na cidade de São Paulo associação entre os níveis de poluentes elevados e as doenças isquêmicas do coração. Colombini, (2008) discorre sobre um grande estudo em 90 cidades americanas que apresentou efeito nas admissões hospitalares por pneumonia, agravamento das doenças cardiovasculares e DPOC em idosos. E Zhang et al, (2021) em estudos na cidade de Chengdu, na China, gerou resultados mostrando que o risco de hospitalização por DPOC é maior para idosos (> 65 anos) e consideravelmente menor em grupos de menor idade, tal como ocorre na Zona 1 do presente estudo.

Identifica-se uma distinção com relação às estimativas de efeito e às faixas etárias ao longo da semana após a exposição, pois ao ocorrer a elevação dos níveis de PM_{10} no ambiente, as internações podem ocorrer logo após a exposição ou após um período mais prolongado. (Zhang, 2017)

Em algumas faixas etárias o efeito mostra-se significativo já no dia 0, portanto agudo, como é o caso do aumento de internações de jovens entre 10-19 anos com pneumonia na zona 1, pois em altas concentrações de poluentes na atmosfera seus efeitos são percebidos pelo corpo humano de maneira mais imediata (Moraes et al, 2019). Em outros o efeito demonstrase no 5º e 6º dia, tardio, após a exposição como o aumento de internações por doenças isquêmicas do coração em adultos entre 36-65 anos na zona 2.

O efeito colheita também é identificado na zona 1 quando ocorre um aumento agudo no dia da exposição, até o meio da semana ocorre um declínio gradual e no final da semana um aumento tardio e significativo igual ou maior que o dia 0.

Portanto, pelos resultados apresentados, não fica estabelecido um padrão claro de modificação de efeito que possa ser atribuído à zona de moradia no município, zona 1 ou zona 2, visto que os efeitos quando se apresentaram ocorreram em zonas diferentes e em diferentes momentos.

5.2. Contextualização dos resultados

Epidemiologia é a ciência que teve seu início com Hipócrates há 2000 anos ao observar possíveis relações entre o ambiente e o surgimento de doenças. Na atualidade Bonita (2010) discorre que ela tem dado grandes contribuições para a melhoria da qualidade de vida das populações, na observação dos processos saúde-doença, e sobre o fato de ser essencial para a Saúde Pública. Através de estudos epidemiológicos vêm-se associando os níveis de poluentes do ar e diversas morbidades, tanto complicando aqueles que já são doentes, quanto o acréscimo da sua incidência.

Santos et al, (2018), em um estudo realizado na cidade de São Paulo, relatam que em países desenvolvidos e em desenvolvimento, crianças, adultos e idosos, já doentes ou não, sofreram ou ainda sofrem dos malefícios causados pela poluição atmosférica e estudos diversos mostram resultados muito significativos com relação aos efeitos de morbidade e mortalidade relacionada aos níveis de poluição atmosférica.

Enquanto Bai et al, (2018), analisando métodos de controle de poluição na China, relatam que o controle da poluição do ar e a recuperação de suas propriedades é uma preocupação inerente em todo o mundo e que no século 21 o controle das previsões de poluição do ar tem recebido grande atenção e aumentou consideravelmente o número de diferentes metodologias e abordagens relacionadas aos níveis de poluentes no ar.

Existem alguns fatores meteorológicos que aumentam os índices de poluição: a alta porcentagem de calmaria, ventos fracos, inversões térmicas a baixa altitude e umidade relativa do ar. (Pamplona, 2018) Sacramento et al, (2020) em estudo na cidade de Manaus, declaram que as condições climáticas e a poluição possuem uma sinergia e o fato é a necessidade de estudar a interação com a poluição atmosférica com os as variações entre as regiões geográficas.

Nos Estados Unidos, Dominici (2013) descreve que estudos epidemiológicos têm mostrado associações de exposições agudas relacionadas a partículas presentes no ar com riscos de efeitos contrários na morbidade e mortalidade, relatando, já naquele período, a necessidade de alterar os padrões de poluentes para níveis mais altos nos Estados Unidos e em outros países.

Cambra et al, (2013), nos Países Bascos, avaliou os efeitos sobre a mortalidade de pessoas que vivem próximo à indústrias poluentes, avaliando os processos de desigualdade social da população. Concluindo que os riscos em áreas carentes de fato tendem a serem maiores.

Um estudo realizado na República Tcheca, na cidade de Ostrava, por Tomasková et al, (2016) indicou que ao ocorrer o aumento dos níveis de PM_{10} houve grande variabilidade nas internações nos hospitais e o maior número estava mais relacionado à morbidade respiratória do que a cardiovascular.

A relação entre os níveis de poluentes e as internações hospitalares na cidade de Jinan, na China, demonstrou que existe associação no aumento das internações por Exacerbações agudas da doença pulmonar obstrutiva crônica (AECOPD) em períodos de níveis altos de poluentes, e solicitou gestão da poluição do ar para prevenção de doenças respiratórias agudas e cardiovasculares. (Chen et al, 2019)

No Brasil também encontramos estudos relacionados a várias regiões, com diferentes fontes de poluição e que também vêm apresentando associações entre os níveis de poluentes e os processos de morbidade na população.

Na cidade de Taubaté, Ribeiro et al, (2020) relacionou o PM_{10} com internações e apresentou uma associação positiva às doenças respiratórias do CID J12 a J18 (Pneumonias), J20 (Bronquite aguda); J44 (Doenças pulmonar obstrutiva crônica) e J45 (Asma) no período de três anos.

No estudo observa-se um efeito inédito: no município de Santos, e nas zonas 1 e 2 os adultos e idosos sofrem maior ação da exposição os poluentes do que crianças e jovens, apresentando maior aumento percentual nas internações hospitalares devido ao aumento de um interquartil na concentração do PM_{10} médio em Santos ao longo do período analisado.

O que não ocorre na maioria dos estudos, como no estudo de Nardocci (2013), realizado na cidade de Cubatão, que constatou associação significativa entre as concentrações no ar de PM_{10} e internações por doenças respiratórias em menores de 5 anos. Moraes et al, (2019) relacionou as altas concentrações de PM_{10} na atmosfera com outros fatores

meteorológicos e as internações de crianças até 5 anos, e verificou que tal incremento aumenta também o Risco Relativo (RR) indicando que quando ocorre o aumento de PM_{10} os efeitos são sentidos pelo corpo de maneira imediata: afeta a função pulmonar ampliando as possibilidades de crises de asma, bronquite e outras infecções relacionadas ao sistema respiratório das crianças menores de 5 anos.

Também em Gouveia et al, (2017) que ao realizar um estudo na Região Metropolitana de São Paulo indicou associações somente com doenças respiratórias. E somente nas cidades de São Paulo e São Bernardo do Campo um aumento nas internações por doenças cardiovasculares ao aumentarem os níveis de PM_{10} . O mesmo autor ao trabalhar com dados na Região Metropolitana de Minas Gerais, identificou que a exposição ao PM_{10} apresentou associação mais freqüente com as doenças respiratórias, sendo presente em intensidade nos menores de 5 anos em todas as cidades estudadas e as doenças cardiovasculares apresentando-se somente na cidade de Belo Horizonte. Concluindo que tanto o surgimento, desencadeamento e piora de sintomas sofrem efeito direto do aumento de PM_{10} , sobretudo em populações suscetíveis como crianças e idosos. (Gouveia, 2019)

Maciel et al, (2019) relatou uma relação direta com a poluição atmosférica e a economia, visto que na cidade de São José do Rio Preto, local do estudo, houve um aumento de 1,9 milhão de reais nos gastos de internações. O aumento dos níveis de PM_{10} demonstrou efeito em crianças de até 5 anos.

Segundo Matos, (2018), através de estudo na cidade de Santos, alguns Determinantes sociais (DSS) como renda e escolaridade influenciam na incidência de doenças, que também pode ser um fator determinante no presente estudo ao verificarmos as diferenças entre os DSS das duas zonas do estudo.

5.3. Fatores limitantes do estudo

Neste estudo, a ausência de estações de monitoramento na Zona Noroeste, Morros e Centro, comprometem uma adequada avaliação da poluição a que os moradores destas áreas estão expostos. Entretanto, as características de direção do vento fazem com que as emissões que ocorrem, predominantemente, na zona leste atinjam a zona noroeste, uma vez que a dispersão dos poluentes atmosféricos emitidos em uma região depende das condições meteorológicas presentes na região onde a pluma se dispersa. (Lisboa, 2007)

Também as estações de monitoramento por serem fixas, não representam, com precisão os níveis de exposição individual aos poluentes (Pope et al, 2016) que poderiam ser relevantes no estudo de maneira coletiva. A migração de indivíduos de áreas periféricas para as turísticas tanto para relações trabalhistas quanto estudos e acesso a outros tipos de processos podem demonstrar de maneira errônea, o local de ocorrência efetiva da exposição aos poluentes.

Alguns vieses de confusão podem ser destacados: a utilização de dados secundários pode contar com inconsistências no seu preenchimento, visto que os dados constantes no DATASUS são somente de internações realizadas no Sistema Único de Saúde, assim o acesso fica restrito a uma parte da população o que gera subnotificação ocultando fatores que poderiam demonstrar, com maior consistência, todo o panorama com a inclusão dos hospitais particulares e tratamentos em consultório que não levam os doentes à internação.

Através dos dados secundários não é possível identificar o estado geral do paciente como estado nutricional e histórico médico que poderiam auxiliar na identificação de associações com o aumento dos níveis de poluentes, como também ocorreu no estudo de Carvalho. (2018)

5.4. Fatores relevantes do estudo

Um dos pontos fortes do estudo é a possibilidade de identificação de importantes parâmetros que venham melhorar a qualidade de vida dos indivíduos moradores nas regiões onde o menor poder aquisitivo acaba deixando-os mais vulneráveis a maior concentração dos poluentes no dia a dia.

Nascimento (2018) também corrobora tal necessidade quando discorre que áreas periféricas apresentam maior vulnerabilidade socioambiental, exibindo a primordialidade para a criação e execução de políticas públicas relacionadas à tríade: meio ambiente, habitação e saúde. Políticas que vêm sendo requisitadas também no estudo de Chen et al, (2018) quando menciona que é fundamental a implementação de ações públicas para a redução da poluição do ar, com a finalidade de promover diminuição qualitativa das emissões de poluentes em nível global.

A inexistência de estudos anteriores que avaliem a relação entre a poluição atmosférica e internações por doenças cardiovasculares e respiratórias é um fator expressivo

do estudo apresentado por avaliar de maneira quantitativa esta conexão ao trazer informações seguras que levem à melhoria da qualidade de vida da população da cidade de Santos.

6. CONCLUSÃO

Podemos concluir que ao avaliar o efeito da poluição atmosférica sobre doenças respiratórias e cardiovasculares nos moradores da cidade de Santos pela modificação de efeito induzida pela faixa etária, os dados indicaram que existe associação entre o aumento da poluição atmosférica e as internações em diferentes faixas etárias na cidade, sendo os efeitos mais significativos entre adultos e idosos.

Já ao avaliar a modificação ocorrida pelo local de moradia ao aumentar os valores de PM₁₀ no interquartil de 22 µg/m³ não houve efeito que fosse significativo para o estudo, visto que as internações ocorrem em faixas etárias e zonas diferentes ao longo do período.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As crianças menores de 9 anos não sofreram ação considerável em nenhuma das zonas de estudo, ou seja, não houve aumento no número de internações com o aumento do PM₁₀. Por ser um acontecimento inédito na literatura deve-se intensificar os estudos que relacionem a cidade de Santos e suas zonas distintas à não ocorrência do aumento de internações nesta faixa etária.

As faixas etárias de 0 a 2 anos e 3 a 10 foram agregadas para identificar se houve aumento na associação com as internações, porém não foi percebido efeito significativo. Será primordial realizar o levantamento de internações relacionados à doenças como Asma (J45) e Bronquite (J20) para verificar se ocorre modificação nas associações, visto que elas são as maiores responsáveis por internações nesta faixa etária, de acordo com diferentes estudos.

A instalação de estações de monitoramento na região das zonas noroeste, morros e centro é algo que deve ser pleiteado junto aos órgãos fiscalizadores para que as ações referentes às políticas públicas e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos sejam conquistadas, sendo que os resultados deste trabalho corroboram para que tal movimento de instalação seja uma realidade em um futuro próximo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

MANAN, A.B., NORFAZILLAH et al. “Efeito da poluição do ar e admissão hospitalar: uma revisão sistemática.” *Annals of global health* vol. 84,4 670-678. 5. 2018

ACIOLY, Roberta Leontina Xisto. **Relação entre internações de crianças por doenças respiratórias e a poluição do ar no estado de Roraima entre 2009 e 2013.** Tese (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade Católica de Santos. 2018

AGEM – Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Finalidade.** Disponível em <https://www.agem.sp.gov.br/> Acesso em 02/02/2020

APAMLC – Área de proteção ambiental marinha litoral centro. Diagnóstico Técnico - Produto 2 - **Meio Socioeconômico.** Disponível em https://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/APAM_LC/APAMLC_%20Diagnostico_de_Integridade_Ambiental.pdf Acesso em 22.10.2020

BAI L, WANG J, MA X, LU H. **Previsões da poluição do ar: uma visão geral.** *Int. J. Environ. Res. Public Health* . 2018; 15 (4): 780. Publicado em 17 de abril de 2018

BARNETT, A.G.; WILLIAMS, G.M.; SCHWARTZ, J.; BEST, T.L.; NELLER, A.H.; PETROESCHEVSKY, A.L. e SIMPSON, R.W.. **The effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular disease in elderly people in Australian and New Zealand cities.** *Environ Health Perspect.* 2006

BEBER, Lilian Corrêa Costa et al. **Fatores de risco para doenças respiratórias em crianças brasileiras: revisão integrativa.** *Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde da UNIARP.* Santa Catarina. V10, n1(19) 2020

BERWANGER, Otávio et al. **Como avaliar criticamente revisões sistemáticas e metanálises ?.** *Rev. bras. ter. intensiva* , São Paulo, v. 19, n. 4, pág. 475-480, dezembro de 2007

BIBLIOMED – Biblioteca Médica Virtual. Disponível em <https://www.bibliomed.com.br/book/showdoc.cfm?LibCatID=-1&bookchptrid=14537&titulo=doencas-do-adulto-com-raizes-na-infancia-capitulo-05-x-doenca-cardiaca-isquemica-joao-guilherme-bezerra-alves-fernando-figueira-in-memori.html> . acesso em 16.09.2020

BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R. e KJELLSTROM, T. **Epidemiologia Básica.** Tradução e revisão científica Juraci A. Cesar - 2ª ed. São Paulo: Grupo Editorial Nacional; 2010.

BRAGA, A.L. et al. **Poluição atmosférica e saúde humana.** *Revista USP: São Paulo*, n.51, p. 58-71, 2001

BRAGA A.L.F.; ZANOBETTI, A. e SCHWARTZ J. **The Effect of Weather on Respiratory and Cardiovascular Deaths in 12 U.S. Cities.** *Environ Health Perspect* 2002

- BRAGA, A.L.; ZANOBETI, A. e SCHWARTZ, J. **The lag structure between particulate air pollution and respiratory and cardiovascular deaths in 10 US cities.** J Occup Environ Med 2001
- BUENO, N.F.F.; SOUSA, B.S.; SANTOS, M.N.; FRANÇA, L.A. e REIS, P.M. **Perfil epidemiológico de internações por pneumonia em crianças no Tocantins entre 2014 e 2018.** Revista de Patologia do Tocantins. V7.N3. 2020
- CAMBRA, K.; MARTÍNEZ-RUEDA, T.; ALONSO-FUSTEL, E., et al. **Association of proximity to polluting industries, deprivation and mortality in small areas of the Basque Country (Spain).** Eur J Public Health. 2013;23(1):171-176. doi:10.1093/eurpub/ckr213
- CANÇADO, J. E. D. et al. **Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica.** Jornal Brasileiro de Pneumologia: 32(Supl 1):S5-S11, 2006
- CARLSTEN, C.; SALVI, S.; WONG, G.W.K., et al. **Personal strategies to minimise effects of air pollution on respiratory health: advice for providers, patients and the public.** Eur Respir J 2020
- CARMO, Cleber Nascimento e HACON, Sandra de Souza. **Estudos de séries temporais de poluição atmosférica por queimadas e saúde humana.** Ciência & Saúde Coletiva, 18(11):3245-3258, 2013
- CARVALHO, José João Teixeira. **Doença Cardíaca Isquêmica – Revisitar o Estudo WISE.** Tese (Mestrado Área Científica de Cardiologia) – Faculdade FMUC – Faculdade de Medicina - Universidade de Coimbra. 2012
- CARVALHO, P.C.; NAKAZATO, L.F.; NASCIMENTO, L.F.C. **Exposure to NO₂ and children hospitalization due to respiratory diseases in Ribeirão Preto, SP, Brazil.** Ciência & Saúde Coletiva, 23(8):2515-2522, 2018
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.** Histórico. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/> Acesso em 05.03.2020
- CETESB – Relatório de Avaliação da Qualidade do Ar no município de Santos.** 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Relat%C3%B3rio-Santos-2015.pdf> . Acesso em 10/05/2021
- CHEN, H.; LI, Q.; KAUFMAN, J.S.; WANG, J.; COPES, R.; SU, Y. e BENMARHANIA, T. **Effect of air quality alerts on human health: a regression discontinuity analysis in Toronto, Canadá.** Lancet Planet Health. 2018
- CHEN, C.; WANG, X.; CHENGUANG, L.; LI, W.; DEONG, MA; ZHANG, Q. e DONG, L. **The effects of air pollution on hospitalization of individuals with respiratory and cardiovascular diseases in Jinan, China.** Md Journal. Medicine. 2019

CIRINO, Fabrício dos Santos. **Efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde de crianças em seis municípios com diferentes perfis de fontes de poluentes**. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina – Universidade de São Paulo. 2018

COLOMBINI, Marjorie Paris. **Poluição atmosférica e seu impacto no sistema cardiovascular**. Einstein. 6(2):221-6. 2008

CONSTITUIÇÃO DE 1988 – Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em 12.05.2020

DAPPER, Stephhanie Nikoli, SPOHR, Caroline e ZANINI, Roselaine Ruviaro. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo**. Estud. av., São Paulo , v. 30, n. 86, p. 83-97, Apr. 2016

DOMINICI F, et al. **Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admission for Cardiovascular and Respiratory Diseases**. PMC. 2013

EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. Disponível em: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics> Acesso em 04.02.2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/santos-ganha-mais-uma-estacao-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar/> Acesso em 11/05/2021

FERNANDES, Juliana Santana, et al. **Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana**. Rev Med Minas Gerais: 20(1): 92-101, Minas Gerais, 2010

FREITAS, Francisco Orlando Rafael. **Relação entre poluição do ar e internações por doenças isquêmicas do coração, em adultos, na cidade de São Paulo, estratificado por sexo, explorando estruturas de defasagens, para o período de 2000 a 2013**. Tese (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos. São Paulo. 2017

GOUVEIA, Nelson et al. **Poluição atmosférica e hospitalizações na maior metrópole brasileira**. Rev. Saúde Pública , São Paulo, v. 51, 117, 2017

GOUVEIA, Nelson; LEON, A. P.; JUNGER, J. e FREITAS, C.U. **Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil**. Ciênc. saúde coletiva 24 (10) 26 Set 2019

GREEN PJ, Silverman BW. **Nonparametric Regression and Generalized Linear Models: A Roughness Penalty Approach**. London, IL: Chapman & Hall, 1994

GOUVEIA, Nelson et al. **Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil**. Rev Ciência e Saúde Coletiva: 24(10):3773-3781, 2019

Hospital Sírio Libanês. Disponível em

<https://www.hospitalsiriolibanes.org.br/hospital/especialidades/nucleo-doencas-pulmonares-toracicas/Paginas/doenca-pulmonar-obstrutiva-cronica-dpoc.aspx> Acesso em 16.09.2020

JASINSKI, Renata J., et al. **Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1994 e 2004.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 27(11): 2242-2252, nov, 2011

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Cidades. Disponível em

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama> Acesso em 12.05.2020

LEÃO, Hemanuely; SANTOS, R.; ARAÚJO, N. OLIVEIRA, T. Does air quality influences hospitalizations by respiratory diseases in children? A systematic review . **Braslian Association of Cardiorespiratory Physiotherapy and Physiotherapy in Critical Care - ASSOBRAFIR** Ciência, vol.9, n2, p.55-70, 2018

Lippmann M, Chen LC, Gordon T, Ito K, Thurston GD. **National Particle Component Toxicity (NPACT) Initiative: integrated epidemiologic and toxicologic studies of the health effects of particulate matter components.** Res Rep Health Eff Inst. (177):5-13, 2013

LISBOA, Henrique de Melo. **Meteorologia e Dispersão Atmosférica.** Controle da Poluição Atmosférica. Capítulo VIII. Montreal. 1ª Ed. 2007

MACIEL, C.S.; GURGEL, J.A.F.; CAVALCANTI, L.M.B. e SOUSA, M.N.A. **Poluição atmosférica: consequências para a saúde da população brasileira air pollution affects the health of the brazilian.** Journal of Medicine and Health Promotion. 4(2): 1153-1159. 2019

Manual MSD – Versão para profissionais de saúde. Disponível em

<https://www.msmanuals.com/pt-pt/profissional/doen%C3%A7as-cardiovasculares/insufici%C3%A7%C3%A3o-card%C3%A1ca/insufici%C3%A7%C3%A3o-card%C3%A1ca-ic> . Acesso em 16.09.2020

MATOS, Janara de Camargo. **Avaliação da prevalência de sintomas de asma e rinite autorreferidos em moradores adultos e idosos de diferentes áreas do município de Santos, SP.** Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva – Universidade Católica de Santos – UniSantos. Santos. SP. 2018

McCULLAGH, P. e Nelder, J.A. **Generalized Linear Models**, 2nd ed. London, IL: Chapman & Hall, 1989

MELLO, Gisele H. **Expansão e estrutura urbana de Santos (SP): aspectos da periferação, da deteriorização, da intervenção humana, da verticalização, e da sociabilidade.** Tese (Mestrado em Sociologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008

MELO, Marta Lígia Vieira. Relação entre poluição do ar e internações de idosos por doenças isquêmicas do coração em São Paulo entre 2000 e 2012. **Tese (Mestrado em saúde Coletiva).** Universidade Católica de Santos – UniSantos. 2015

MENDONÇA, Gustavo Lino. MAGALHÃES, S.C.M. e SILVA, C.A. **Poluição atmosférica, problemas respiratórios e cardiovasculares investigando o setor ferroligas em Pirapora/MG, Brasil.** Revista Caminhos da Geografia. v. 20, n. 70. 2019

Ministério da Saúde - BVSMS – Biblioteca Virtual em Saúde. Disponível em <http://bvsmms.saude.gov.br/dicas-em-saude/2137-pneumonia#:~:text=Pneumonia%20%C3%A9%20uma%20infec%C3%A7%C3%A3o%20que,entre%20um%20alv%C3%A9olo%20e%20outro> . Acesso em 16.09.2020

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Agenda Ambiental Urbana. Disponível em <https://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/qualidade-do-ar.html> Acesso em 06.04.2020

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA, nº 3. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100> Acesso em 02.02.2020

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA, nº 491. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740> Acesso em 23.03.2021

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Qualidade do ar. Disponível em <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar.html> Acesso em 09.10.2020

MORAES, S.L.; ALMENDRA, R.; SANTANA, P. e GALVANI, E. **Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil.** Cad Saúde Pública. Vol 35. nº7. RJ. 2019

MONTEIRO, Emmanuel Aldano de França. **Avaliação do processo de agendamento de caminhões transportadores de granéis sólidos vegetais para acesso aos terminais portuários: o caso Porto de Santos.** Tese (Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Universidade de Brasília. Brasília. 2015

NARDOCCI, Adelaide Cassia, et al. **Poluição do ar e doenças respiratórias e cardiovasculares: estudo de séries temporais em Cubatão, São Paulo, Brasil.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 29(9):1867-1876, set, 2013

OLMO, Neide Regina e PEREIRA, Luiz Alberto Amador. **Poluição atmosférica e exposição humana: a epidemiologia influenciando as políticas públicas.** Interfacehs - Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, volume 6, nº 2. São Paulo: Centro Universitário Senac. Agosto 2011

OMS – Organização Mundial Saúde . Poluição Ambiental. Disponível em <https://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action> Acesso em 20.04.2020.

PAMPLONA, Ysabely de Aguiar Pontes. **Relação entre poluição do ar e internações por insuficiência cardíaca congestiva, em adultos e idosos, na cidade de São Paulo, estratificado por sexo, explorando estruturas de defasagens, para o período de 2000 a 2013.** (Doutorado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos. 2016

PESTANA, Paula Roberta da Silva. **Relação entre poluição do ar e internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares em uma cidade do interior do estado de São Paulo.** Tese (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 2015

PEREIRA, Boscolli Barbosa; LIMONGI, Jean Ezequiel. **Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática.** Cad. saúde colet., Rio de Janeiro , v. 23, n. 2, p. 91-100, June 2015.

PINTO, Wanderson de Paula et al. **Picos de concentração de poluição atmosférica na região da grande Vitória, ES, Brasil.** Sociedade & Natureza, v. 30, n. 3, p. 159-184, 20 dez. 2018

PHOSRI A, UEDA K, PHUNG VLH, TAWATSUPA B, HONDA A, TAKANO H. **Effects of ambient air pollution on daily hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Bangkok, Thailand.** Sci Total Environ. 2019

PONTES, Isabele Ferreira et al. **Alterações da qualidade do ar e suas interferências na saúde do Brasil.** Journal of Medicine and Health Promotion: 4(1): 111-1120, 2019

PORTO DE SANTOS. Institucional. Disponível em <http://www.portodesantos.com.br/institucional/o-porto-de-santos/> Acesso em 09/11/2019

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Secretaria de Esportes. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=institucional/secretaria-de-esportes> Acesso em 20/10/2020

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Lei complementar nº 730, de 11 de /julho /de 2011 e sua alteração: Lei complementar nº 813, de 26 de novembro de 2013. Disponível em https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/conteudo/Lei%20de%20Uso%20e%20Ocupa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Solo%20-%20%C3%81rea%20Insular.pdf Acesso em 01.03.2020

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Secretaria de Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=content/estacao-monitora-qualidade-do-ar-em-santos> Acesso em 11/05/2021

POLIVKA, B.J. **The Great London Smog of 1952.** Am J Nurs. 2018

SAMPAIO, Juliane Carla Medeiros de Souza. **Relação entre poluição do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de São Paulo**. Tese (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos. São Paulo. 2015

POPE CA 3rd, BURNETT RT, THURSTON GD, THUN MJ, CALLE EE, KREWSKI D, GODLESKI JJ. **Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease**. *Circulation*. 2004

RESUMO EXECUTIVO DE SANTOS – **Litoral Sustentável Desenvolvimento com inclusão social**. 1ª Ed. 2012

RIBEIRO, Paola Cristina e NASCIMENTO, L.F.C. **Association of particulate matter (PM10) to hospitalizations for respiratory diseases in a medium-sized city a cost perspective to public health from 2016 to 2018**. *Brazilian Journal os Development*. Curitiba. Setembro, 2020

SACRAMENTO, D.S.; Martins, L.C.; Arbex, M.A. e Pamplona, Y.A.P. **Atmospheric Pollution and Hospitalization for Cardiovascular and Respiratory Diseases in the City of Manaus from 2008 to 2012**. *ScientificWorldJournal*. 2020;2020:8458359. Published 2020

SAMOLI, Evangelia; ATKINSON, R.W.; ANALITIS, A.; FULLER, G.W.; GREEN, D.C.; MUDWAY, I.; ANDERSON, H.A. e KELLY, F.J. **Associations of short-term exposure to traffic-related air pollution with cardiovascular and respiratory hospital admissions in London, UK**. *Occup Environ Med*. 2016

SANTANA, G. P.; MOREIRA, V. S.; ARMANI, F. A. S. **Poluição atmosférica e doenças respiratórias: um estudo de caso em Paranaguá, Paraná**. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*. v.11, n.5, p.352-361, 2020

SANTOS, H.L.; FIALHO, M.L.; REIS, K.P.; FRANCO, M.V. e OLIVEIRA, R.B. **Relação entre poluentes atmosféricos e suas consequências para a saúde**. *Intraciência – Revista científica*. Guarujá. Edição 17 – Março de 2019

SANTOS, Leandro Nascimento dos. **Especulação imobiliária: uma análise do mercado de imóveis residenciais do litoral paulista após a descoberta do pré-sal**. Tese (Monografia) – Faculdade Ciências Econômicas. Universidade Federal de Santa Catarina. 2018

SANTOS, Tailine C.; REBOITA, M.S. e CARVALHO, V.S.B. **Investigação da Relação entre Variáveis Atmosféricas e a Concentração de MP₁₀ E O₃ no Estado de São Paulo**. *Rev. bras. meteorol.* **33 (4) • Oct-Dec 2018**

SANTOS, Ubiratan de Paula; ARBEX, M.A.; BRAGA, A.L.F.; MIZUTANI, R.F.; CANÇADO, J.E.D. e CHATKIN, J.M. **Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios**. *J Bras Pneumol*. 2021

SCHWARTZ Joel. **The distributed lag between air pollution and daily deaths.** *Epidemiology.* 2000;11:320-326p

SILVA, César Augusto Marques. **Em Busca da Resiliência? Urbanização, ambiente e riscos em Santos (SP).** Tese (Doutorado em Demografia) – Departamento de Demografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Estadual de Campinas. 2014

SILVA, Ivan da. **Impactos da verticalização em Santos: um olhar sobre o bairro da Ponta da Praia.** 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica. Universidade Católica de Santos. 2016

TOMASKOVÁ, Hana; TOMÁSEK, I.; SLACHTOVÁ, H.; POLAUFOVÁ, P.; SPLICHALOVÁ, A.; MICHALIK, J; FELTL, D; LUX, J.; MARSOVÁ, M. **PM₁₀ air pollution and cute hospital admissions for cardiovascular and respiratory causes in Ostrava.** *Cent Eur J Public Health.* 2016

VAZQUEZ, Daniel Arias e PORTO, Paulo C. de Sá. **A RMBS na transição econômica: uma análise da estrutura produtiva, emprego e renda. Baixada Santista: Transformações na ordem urbana.** 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2015

WU J, WU Y, TIAN Y, WU Y, WANG M, WANG X, et al. Association between ambient fine particulate matter and adult hospital admissions for pneumonia in Beijing, China. **Atmospheric Environ.** 2020

ZHANG, Ying et al. **Association between Ambient Air Pollution and Hospital Emergency Admissions for Respiratory and Cardiovascular Diseases in Beijing: a Time Series Study.** *Biomed Environ Sci.*; 28(5): 352-363. 2015

ZHANG, Y.; WANG, Z.; XU, J.; LIU, Y.; ZHOU, B.; ZHANG, N.; HE, M.; FAN, J.; LIU, X.; ZHAO, J.; YANG, Q.; ZHANG, L.; CAO, Y. e SU, S. **Association Between Consecutive Ambient Air Pollution and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Hospitalization: Time Series Study During 2015-2017 in Chengdu China.** *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2020

ZHANG, Y.; WANG, Z.; CAO, Y.; ZHANG, L.; WANG, G.; DONG, F.; DENG, R.; GUO, B.; ZENG, L.; WANG, P.; DAI, R.; RAN, Y.; LYU, W.; MIAO, P. e SU, S. **The effect of consecutive ambient air pollution on the hospital admission from chronic obstructive pulmonary disease in the Chengdu region, China.** *Air Qual Atmos Health.* 2021

9. ANEXOS

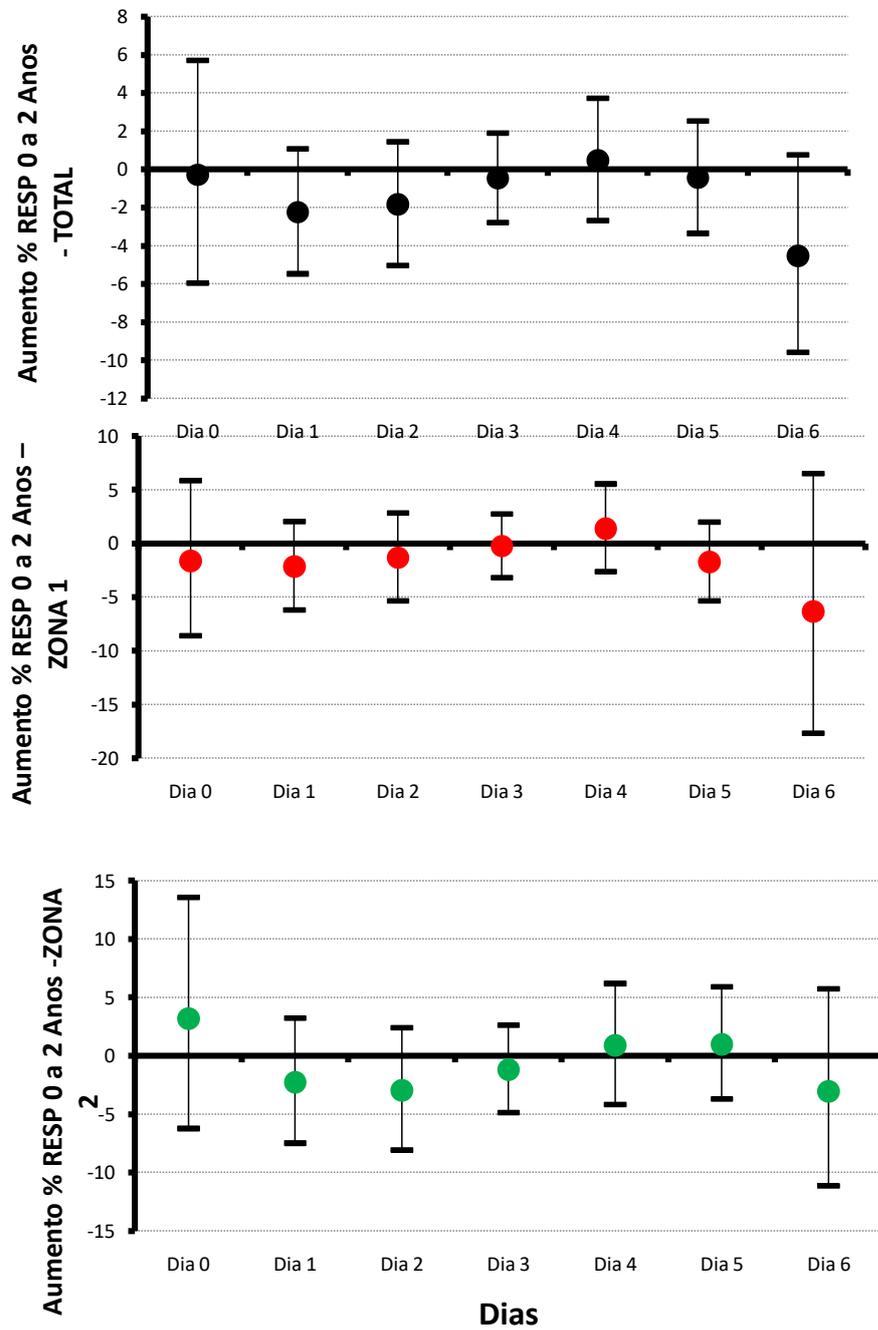


Figura 29. Variação percentual de internações por problemas respiratórios totais (RESP), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos ente 0 e 2 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

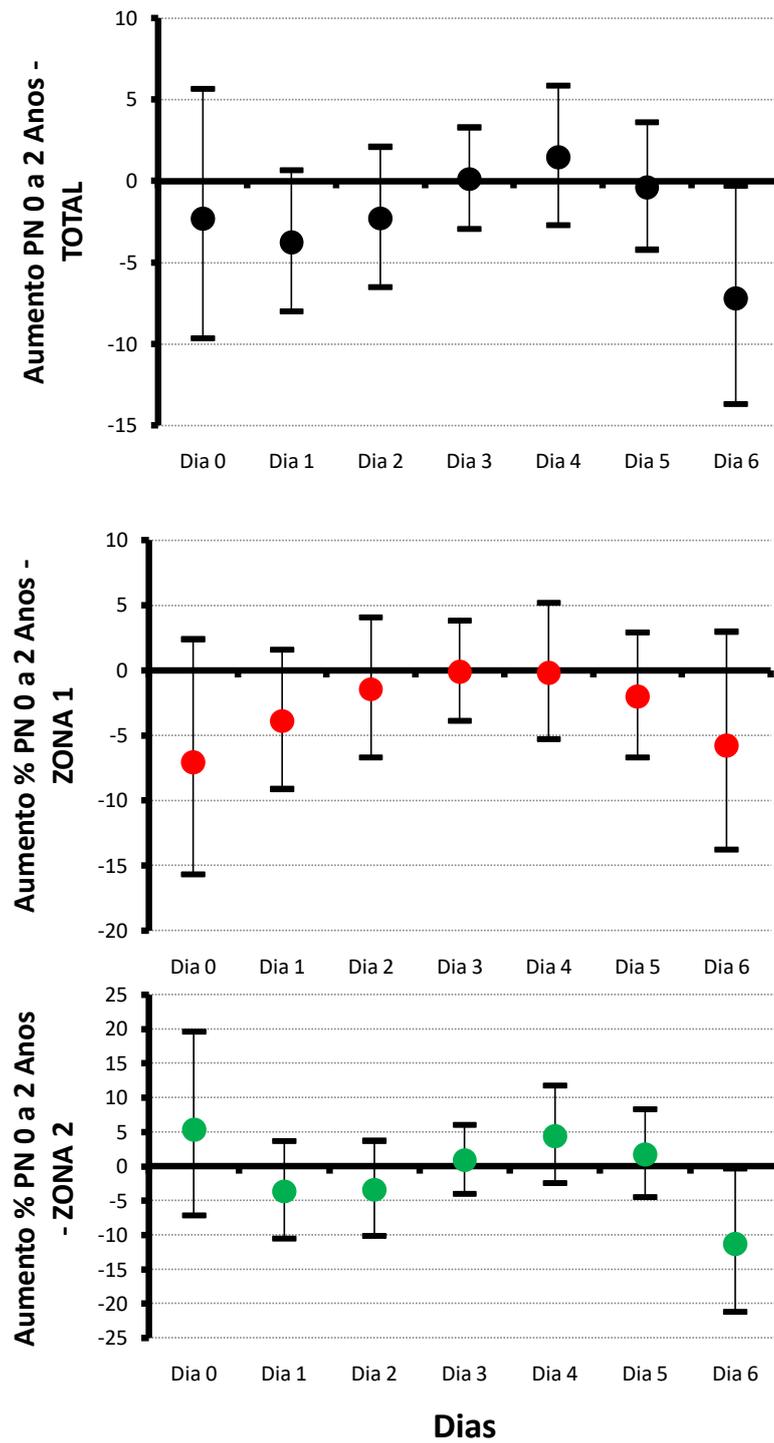


Figura 30. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 0 e 2 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

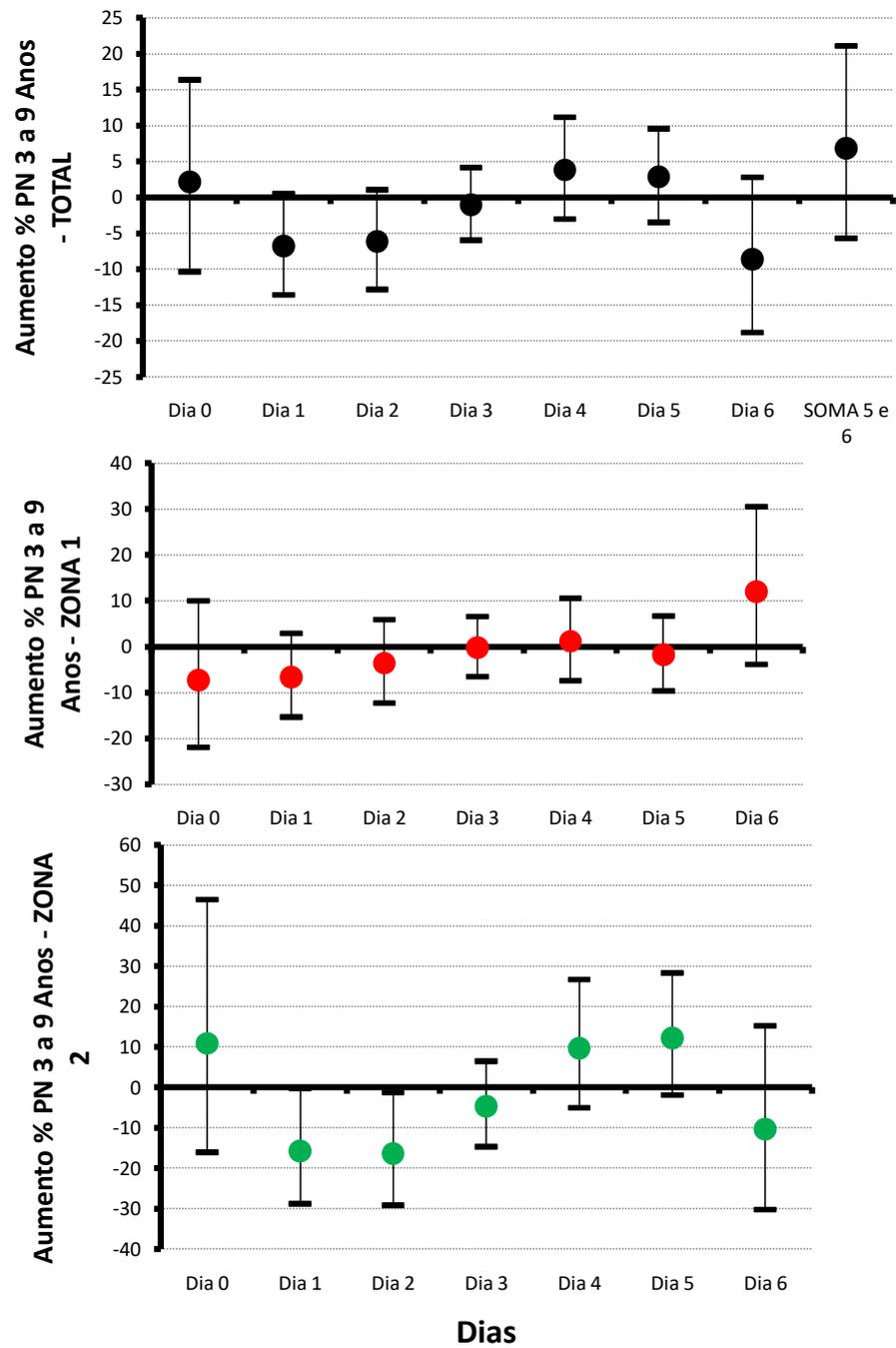


Figura 31. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 3 e 9 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

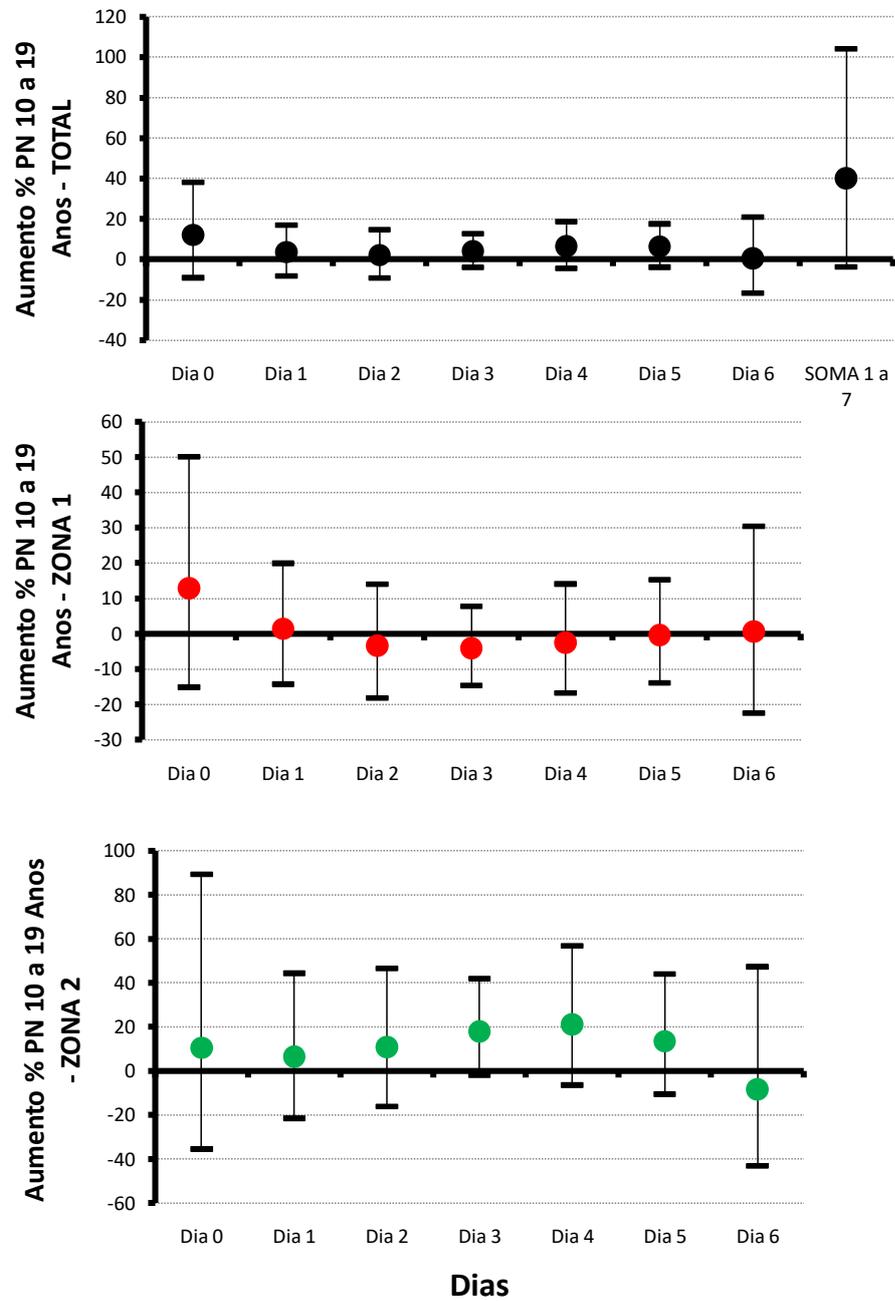


Figura 32. Variação percentual de internações por pneumonia (PN), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 10 e 19 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

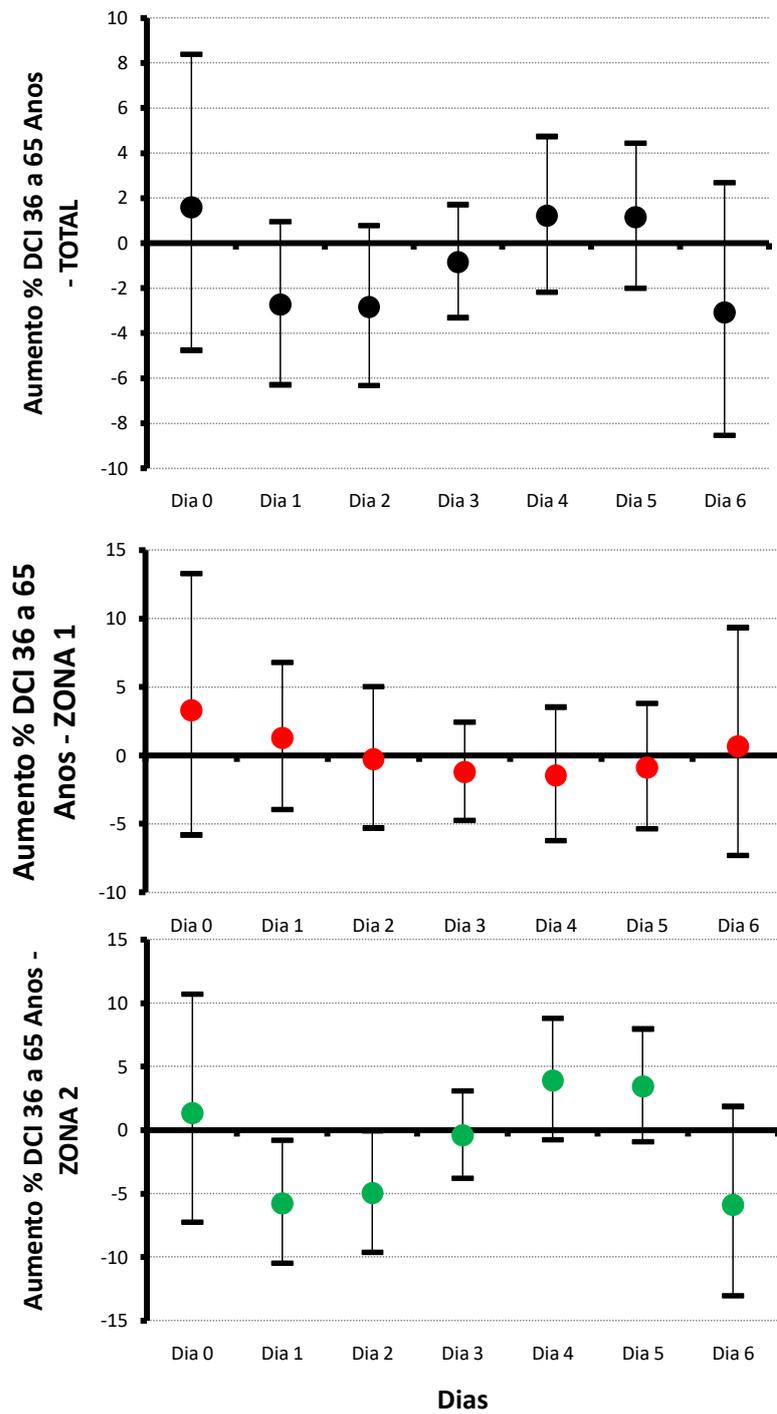


Figura 33. Variação percentual de internações por Doença cardiovascular isquêmica (DCI), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 a 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.

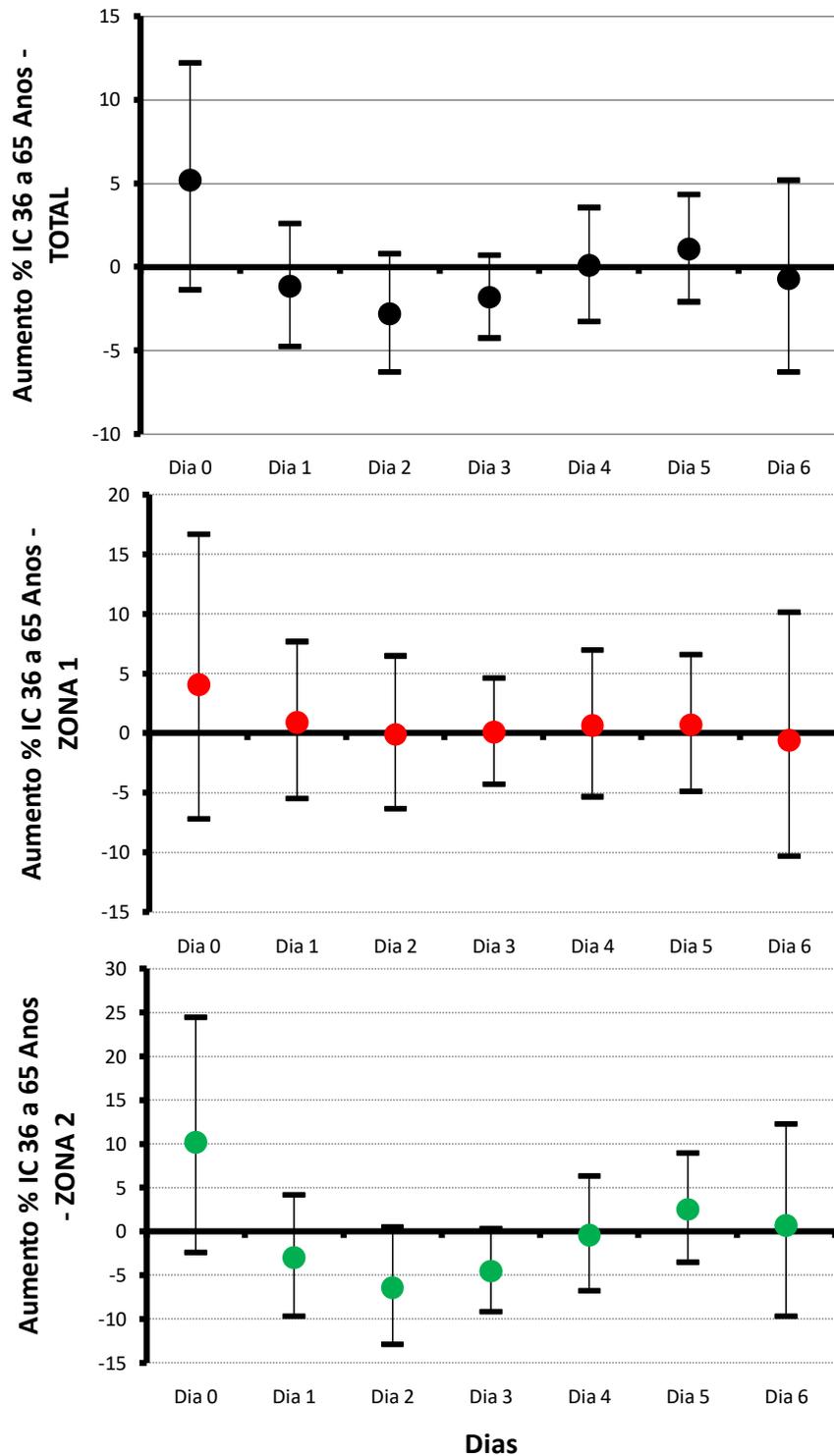


Figura 34. Variação percentual de internações por Insuficiência cardíaca (IC), na cidade de Santos, setorizada em Total (todos os logradouros), Zona 1 (Zona Noroeste, Morros e Centro) e Zona 2 (Zona Leste) de indivíduos com idades entre 36 a 65 anos, amostrados entre os anos de 2012 e 2018.