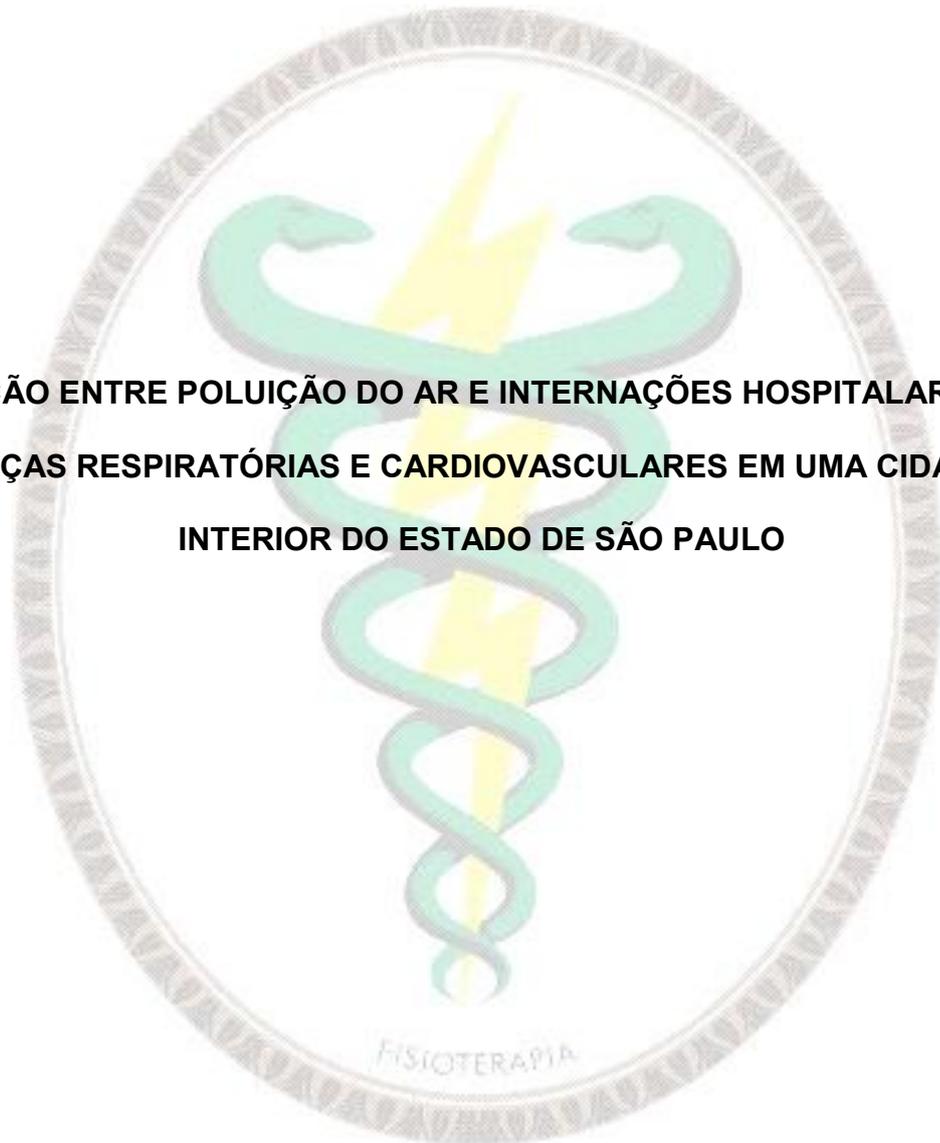


PAULA ROBERTA DA SILVA PESTANA

**RELAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO DO AR E INTERNAÇÕES HOSPITALARES POR
DOENÇAS RESPIRATÓRIAS E CARDIOVASCULARES EM UMA CIDADE DO
INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO**



**PRESIDENTE PRUDENTE
2015**

PAULA ROBERTA DA SILVA PESTANA

**RELAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO DO AR E INTERNAÇÕES HOSPITALARES POR
DOENÇAS RESPIRATÓRIAS E CARDIOVASCULARES EM UMA CIDADE DO
INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, Área de Concentração “Avaliação e Intervenção em Fisioterapia” como requisito para obtenção de título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Dionei Ramos

**PRESIDENTE PRUDENTE
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA

Pestana, Paula Roberta da Silva

P572r

Relação entre poluição do ar e internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovascular em uma cidade do interior do estado de São Paulo./Paula Roberta da Silva Pestana. - Presidente Prudente : [s.n], 2015
00f.

Orientador: Dionei Ramos
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Poluição atmosférica. 2. Internação hospitalar. 3. Doenças respiratórias. 4. Temperatura ambiente. 5. Metais pesados. I. Ramos, Dionei. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Dionei Ramos
(Orientadora)

Profa. Dra. Ercy Mara Cipulo Ramos
(FCT/Unesp)

Prof. Dr. Alfésio Luiz Ferreira Braga
(USP)

Paula Roberta da Silva Pestana
PRESIDENTE PRUDENTE SP, 02 DE FEVEREIRO DE 2015.

RESULTADO: _____

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais, Paulo Luiz e Maria de Lourdes, e ao meu esposo Rodolfo pelo amor, paciência e compreensão.

Agradecimentos

Nunca estamos sós, é verdade. É bom saber que temos amigos em quem podemos confiar. Pessoas que nos apóiam e nos acolhem com tanto carinho, sou grata a Deus por ter conhecido tantas pessoas bondosas e generosas.

Quero agradecer a você Profa. Dra. Dionei Ramos por tudo o que fez por mim. Em especial por estar ao meu lado, sempre, a quem serei eternamente grata. Agradeço pela oportunidade e confiança depositada em mim ao longo desses quatro anos, quando iniciei em seu laboratório como aluna especial, especialização até conseguir me ingressar no mestrado, agradeço por toda orientação, dedicação, ensinamentos e pelas palavras de incentivo, que foram de extrema importância para minha formação acadêmica e pessoal, onde levarei por toda minha vida.

À Profa. Dra. Ercy Mara Cipulo Ramos, onde foi a primeira pessoa quem me proporcionou a oportunidade de estar em seu laboratório me recebendo de braços abertos, sendo sempre espelho e exemplo a ser seguido. Obrigado por todos os ensinamentos e colaborações diretas e indiretas nos trabalhos e na minha formação.

Ao Prof. Dr. Alfésio Luiz Ferreira Braga, pela paciência e colaboração intelectual que teve comigo durante esses dois anos de trabalho, onde teve colaboração não só para a qualidade dos trabalhos, mas também para o meu crescimento, por sempre atender de modo gentil e receptivo a todas as minhas solicitações, e pelo seu empolgante amor à ciência, que me impulsiona a seguir em frente.

À Profa. Dra. Lourdes Conceição Martins, pela disposição e colaboração fundamental para a conclusão do meu projeto, muito obrigado pela total disponibilidade.

Ao Prof. Dr. José Tadeu Tomasseli, por ter acreditado e incentivado nosso trabalho, sempre disposto a colaborar.

Ao Prof. Dr. Antônio Tomasseli, pela confiança e incentivo, e por compartilhar seus contatos e conhecimentos onde foi primordial para o ajuste e discussão do trabalho.

A todos os colegas e amigos do LEAMS, pois foi onde passei muitos dos melhores momentos da minha vida e foi ao lado de vocês que compartilhei tamanha alegria.

Agradeço em especial a Profa. Aline Duarte Ferreira Ceccato, onde me recebeu muito bem no laboratório e no grupo de poluição, por toda a ajuda no desenvolvimento e construção intelectual do projeto, pela grande amizade, por toda a disposição em me ajudar e pelo exemplo de dinamismo e dedicação.

Agradeço ao Junior que foi peça fundamental para o desenvolvimento intelectual desse projeto, pelas discussões em grupos, pela amizade e companheirismo ao longo desses anos de mestrado.

Agradeço a Fernanda Rodrigues onde sempre disposta contribuindo com a sua doçura e gestos para sempre seguir em frente.

Agradeço à Renata David, pela paciência, dedicação, colaboração nos trabalhos e pelas palavras de incentivo que me proporcionou nesses anos, obrigada amiga você foi e sempre será muito especial em minha vida.

Agradeço à Iara, Rafaela Cuissi, Rafaela Xavier, Marcell, Juliana Nicolino, Juliana Tiyaki, Juliana Uzeloto, Fabiano, Gabriel, Ana Paula, Bruna, Jessica, Paulinha e Guilherme, pelos momentos de descontração, discussão, auxílio nos resumos e artigos elaborados, dúvidas sanadas, pela convivência e por toda

ajuda e incentivo que recebi nesses anos, obrigada pessoal por toda dedicação que tiveram comigo, nunca me esquecerei de nenhuma palavra.

Agradeço aos alunos de Iniciação Científica que colaboraram na realização do projeto, em especial a Iris e o Murilo, por todo o auxílio pelas participações em reuniões científicas e pela oportunidade que me deram de compartilhar os meus conhecimentos.

Agradeço a Ariadna Oliveira a quem serei eternamente grata, pois mesmo a distancia me ofereceu ajuda, orientação onde foi fundamental para a conclusão deste trabalho, obrigada amiga.

Ao GPES, grupo coordenado pelo Prof. Dr. Marcos Teixeira, pela parceria no trabalho, agradeço a Camila pela realização das análises químicas.

Aos meus colegas que ingressaram e cursaram disciplinas comigo no mestrado, obrigado pelos estudos compartilhados, pelas dúvidas sanadas.

À minha mãe Maria de Lourdes, pelo amor incondicional, por ter sempre me apoiado em todos os momentos da minha vida, obrigado pelo cuidado, por acreditar em meus sonhos e por lutar comigo para que eles fossem realizados. Ao meu pai, Paulo Luiz, por todo o apoio. Ao meu marido Rodolfo pelo amor, cuidado e dedicação, por todo apoio e palavras de incentivo. Aos meus irmãos Weverson, Petterson e Jonas, muito obrigado pela torcida. Agradeço também todos meus amigos, que sempre compartilharam comigo momentos de alegria, tristeza, vitórias e decepções, sempre me apoiando e me aconselhando com sabedoria.

Agradeço a minha amiga Ariagne Mendonça, por fazer parte de minha vida nos momentos de fraqueza, tristeza e desespero quando eu, sem saber como estudar para a prova de proficiência (TOEIC) me ofereceu ajuda com o inglês, mesmo não tendo tempo suficiente se fez presente em minha vida.

Aos meus Bispos Luiz Carlos e Tânia Magda pelas orações que me sustentaram todos esses anos.

À Deus, razão da minha existência, Senhor da minha vida, obrigado pela saúde, força, ânimo, sabedoria, coragem, e pelas portas abertas, pois sem a tua presença, não teria conseguido sozinha, pois a minha vida, sonhos e tudo o que está em mim é para Ti Senhor.

Epigrafe

Os que confiam no SENHOR serão como o monte de Sião, que não se abala, mas permanece para sempre. (Salmos 125.1)

Sumário

SUMÁRIO

Apresentação.....	15
Resumo	17
Abstract	21
Introdução.....	24
Artigo 1 Hospitalizações por doenças respiratórias associados à exposição de metais tóxicos no material particulado e nível de temperatura em Presidente Prudente,SP, Brasil.....	28
Artigo 2 Efeitos adversos sobre o sistema cardiovascular da poluição do ar gerada pela queima da cana-de-açúcar na região Oeste de São Paulo.....	47
Conclusões	70
Referências	72

Apresentação

O modelo alternativo de dissertação a seguir, contempla o material originado a partir da pesquisa intitulada **“Relação entre poluição do ar e internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares em uma cidade do interior do estado de São Paulo”**, realizada no Laboratório de Estudos do Aparelho Muco-secretor (LEAMS), da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente/SP.

Em consonância com as regras do programa de Pós-graduação em Fisioterapia dessa unidade, o presente material está dividido nas seguintes sessões:

- *Resumo;*

- *Abstract;*

- *Introdução:* contextualização do tema pesquisado;

- *Artigo I:* Murilo Sannomia Ito, Ercy Mara Cipulo Ramos, Paula Roberta da Silva Pestana, Aline Duarte Ferreira Ceccato, Luiz Carlos Soares de Carvalho Junior, José Tadeu Garcia Tommaselli, Camila dos Anjos Proença, Marcos Fernando de Souza Teixeira, Iara Buriola Trevisan, Renata Marques David, Gabriel Faustino, Dionei Ramos. Hospitalizações por doenças respiratórias associadas à exposição de metais tóxicos no material particulado e nível de temperatura em Presidente Prudente, SP, Brasil. Publicado no periódico Revista Colloquium Vitae em 12/2013 DOI: 10.5747.

- *Artigo II:* Paula Roberta da Silva Pestana, Alfésio Luiz Ferreira Braga, Ercy Mara Cipulo Ramos, Ariadna Ferraz de Oliveira, Aline Duarte Ferreira Ceccato, Christian Osadnik, Dionei Ramos. Efeitos adversos sobre o sistema cardiovascular da poluição do ar gerada pela queima da cana-de-açúcar na região Oeste de São Paulo.

(Adverse cardiovascular effects of air pollution caused by sugarcane burning in Western Sao Paulo). A ser submetido ao periódico *Cadernos de Saúde Pública*.

- *Conclusões*: obtidas a partir da pesquisa realizada;
- *Referências Bibliográficas*: referentes ao texto da introdução;
- *Anexos*: os artigos foram redigidos de acordo com as normas dos periódicos Revista Colloquium Vitae (Anexo 1) e Cadernos de Saúde Pública (Anexo 2).

Resumo

RESUMO

Introdução: A poluição do ar é considerada um problema de saúde pública desde o século XX. Com o crescimento Mundial houve um aumento do consumo de energia e frotas veiculares, onde cada vez mais tem estimulado o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes. O interesse mundial em substituir combustíveis fósseis por biocombustíveis tem gerado aumento significativo na produção canavieira, e o Brasil dispara no ranking, classificado como o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo gerando assim, aumento nos níveis de poluentes no meio ambiente. Deste modo, políticas públicas estipularam um limite permitido onde estudiosos se baseavam para assim tomarem alguma iniciativa contra os níveis elevados de poluentes. Em contrapartida alguns estudos indicam que mesmo as concentrações abaixo dos limites estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) podem promover um grande risco à saúde da população. A OMS relata que há impacto da poluição do ar sobre a função cardiopulmonar, causando o aparecimento e/ou agravamento de doenças tais como asma, bronquite crônica, enfisema pulmonar, infecções pulmonares, rinofaringites, irritações nas vias respiratórias, e doenças cardiovasculares, o que conduz a um elevado risco de mortalidade, admissões hospitalares, visitas à emergência e ambulatório. **Objetivos:** Esta dissertação teve como objetivos: verificar a relação do número de internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares com a poluição do ar provenientes da queima de biomassa advinda da prática de se queimar cana-de-açúcar no Oeste Paulista. **Métodos:** Para a realização do estudo, foi utilizada a base de dados referentes ao sistema de informações hospitalares do Sistema Único de Saúde (SUS). Foram analisadas todas as internações hospitalares e emergenciais

por doenças respiratórias e cardiovasculares que receberem código internacional de doenças equivalentes às doenças respiratórias (CID-J) e cardiovasculares (CID-I). A determinação e quantificação de metais tóxicos no material particulado (MP) foram coletadas por amostragem passiva e analisadas posteriormente por polarografia. As concentrações diárias dos poluentes atmosféricos em estudo como o MP com um perfil aerodinâmico de 10 μm (MP_{10}) e o dióxido de nitrogênio (NO_2) foram fornecidas pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), juntamente com os valores diários de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, direção e velocidade do vento. **Resultados:** Nos resultados dos estudos o aumento no número de internações hospitalares por doenças respiratórias mostraram correlações positivas com o chumbo (Pb^{2+}) ($r=0,756$) e temperatura ($r=0,713$). Já as internações por doenças cardiovasculares apresentaram correlações positivas e significativas com o NO_2 , ou seja, internações por doenças cardiovasculares aumentaram no primeiro dia da semana (lag0) com o aumento do NO_2 neste mesmo dia (aumento de 1,12%; IC95%: 0,05-2,20). **Conclusões:** Nossos resultados sugerem que a exposição à poluição do ar mesmo dentro dos limites é um importante fator de risco para as doenças cardiovasculares e respiratórias, aumentando assim as internações hospitalares da população do Oeste Paulista.

Palavras-chave: Poluição do Ar, Doenças Respiratórias, Cardiovascular, Metais Pesados, Material Particulado, Temperatura Ambiente.

Abstract

ABSTRACT

Introduction: Air pollution has been considered a public health problem since the 20th century. Together with world growth there has been an increase in energy consumption and vehicles, which has increasingly stimulated the development of more efficient technology. The global interest in replacing fossil fuels with biofuels has generated a significant increase in sugarcane production, at which Brazil excels, ranked as the largest producer of cane sugar in the world, thus generating an increase in the levels of pollutants in the environment. As a result, public policy stipulated an allowable limit based on expert advice, so as to take any necessary action against high levels of pollutants. However, some studies have indicated that even concentrations below the limits set by the World Health Organization (WHO) could present a high risk to public health. The WHO states that there is an impact of air pollution on cardiopulmonary function, causing the onset and/or worsening of diseases such as asthma, chronic bronchitis, emphysema, lung infections, rhinopharyngitis, irritation of the respiratory tract, and cardiovascular diseases, which in turn leads to a high risk of mortality, hospital admissions and emergency room and outpatient visits. **Objectives:** This research aimed to verify the relationship between the number of hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases and air pollution from the burning of biomass; arising from the practice of burning sugarcane in Oeste Paulista. **Methods:** To carry out the study, the database from the hospital information system for the Unified Health System (SUS) was used. All hospital and emergency admissions were analyzed to identify respiratory and cardiovascular diseases which received international disease codes equivalent to respiratory (ICD-J) and cardiovascular (ICD-I) diseases. The determination and

quantification of toxic metals in particulate matter (PM) were collected by passive sampling and analyzed using polarography. Daily concentrations of atmospheric pollutants being studied as the PM with an aerodynamic profile of 10 microns (PM₁₀) and nitrogen dioxide (NO₂) were provided by the Company of Technology and Environmental Sanitation of the State of São Paulo (CETESB), together with the daily values of temperature, relative humidity, precipitation, wind direction and speed.

Results: The results of the study on the increase in number of hospital admissions for respiratory diseases demonstrated positive correlations with lead (Pb²⁺) (r=0.756) and temperature (r=0.713). Hospitalizations for cardiovascular disease were positively and significantly correlated with NO₂, i.e., hospitalizations for cardiovascular disease increased on the first day of the week (lag0) with an increase in NO₂ on the same day (an increase of 1.12%; CI95%: 0.05 to 2.20). **Conclusions:** The results of the present study suggest that exposure to air pollution, even within the allowed limits, represents an important risk factor for cardiovascular and respiratory diseases, thus increasing hospital admissions in the Oeste Paulista population.

Key words: Air Pollution, Respiratory Diseases, Cardiovascular, Heavy Metals, Particulate Matter, Ambient Temperature.

Introdução

Desde a antiguidade a poluição do ar tem sido alvo de estudos e discussões, no entanto, com o crescimento Mundial houve um aumento do consumo de energia e frotas veiculares onde cada vez mais tem estimulado o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes.^{1,2,4,5} O interesse mundial em substituir combustíveis fósseis por biocombustíveis tem gerado aumento significativo na produção canavieira, e o Brasil dispara no ranking, classificado como o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, elevando assim as emissões de poluentes atmosféricos advindos da queima de biomassa, e por fontes fixas (indústrias) e fontes móveis (veículos automotivos).^{3,6,15}

Na região Centro-Sul, o Estado de São Paulo é responsável por cerca de 70% dessa produção, entretanto, a região Oeste do Estado, especificamente a região de Presidente Prudente, apresentou 50.8% de área com colheita manual, onde é necessário a queima da cana-de-açúcar, aumentando assim a poluição do ar da região nesses períodos, com isso, passou a afetar diretamente e indiretamente a população em grandes proporções.^{1,2,7,8}

O monitoramento dos poluentes atmosféricos é essencial para estabelecer limites aceitáveis dessas partículas na atmosfera, para assim direcionar padrões de qualidade do ar que não acarrete danos à saúde e ao meio ambiente. Os principais poluentes primários monitorados no Brasil e pelas principais agências ambientais do mundo são óxidos de nitrogênio (NO_2 ou NO_x), compostos orgânicos voláteis (COVs), monóxido de carbono (CO) e dióxido de enxofre (SO_2). Um importante poluente atmosférico secundário a ser mensurado é o ozônio (O_3), que é formado a partir da reação química induzida pela oxidação fotoquímica dos COVs e do NO_2 na presença de raios ultravioleta provenientes da luz solar. Tais poluentes

podem afetar a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório, causar tosse e aumentar a reatividade brônquica.^{9,10}

O material particulado (MP) é um poluente que pode ter origem primária ou secundária, liberado na atmosfera por fontes antropogênicas, e fontes naturais (pólen e fungos) ou até mesmo por fonte de emissão a queima de combustíveis fósseis e de biomassa. Em contrapartida este poluente é um importante indicador de qualidade do ar, amplamente estudado e abordado na literatura científica, podendo variar em número, tamanho e diâmetro apresentado como partículas ultrafinas ($MP_{0,1}$), finas ($MP_{2,5}$) e grossas (MP_{10}), dependendo do local onde foi produzido e da fonte que o emitiu.¹⁰

O MP pode afetar a saúde humana ocasionando: diminuição da atividade mucociliar e dos macrófagos; irritação das vias aéreas respiratórias; desencadeamento do estresse oxidativo e por consequência inflamação pulmonar e sistêmica.⁹

A liberação de NO_2 e NO_x ocorre em indústrias de ácido nítrico e sulfúrico, e em queimas de combustível a altas temperaturas, são irritantes e podem afetar a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório inferior, assim como aumentar a reatividade brônquica e a suscetibilidade às infecções.^{9,10}

O SO_2 tem como fonte emissora refinarias de petróleo, veículos a diesel e metalúrgicas.¹⁰ Já o CO pode ser emitido na atmosfera devido a queimadas florestais, combustão incompleta de fósseis, materiais orgânicos e tráfego intenso de automóveis, sendo este o setor que mais contribui para a emissão desse poluente que quando se une a hemoglobina, interfere no transporte de oxigênio, provoca

cefaléia, náuseas e tontura, tem efeito deletério sobre o feto e está associado com recém-nascidos de baixo peso ao nascer ou morte fetal.^{9,11,12}

Devido a grande área de contato entre a superfície do sistema respiratório e o meio ambiente, a qualidade do ar influencia diretamente a saúde humana, pois uma quantidade significativa dos poluentes inalados atinge a circulação sistêmica através das trocas gasosas nos pulmões e pode causar efeitos deletérios em diversos órgãos e sistemas.¹³

Os efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde podem ser de caráter agudo ou crônico. Os efeitos agudos são caracterizados quando os sinais e sintomas se manifestam após um curto período de tempo (horas ou dias) de exposição ao poluente atmosférico. Já os efeitos crônicos são mais tardios, aparecem após meses ou anos da exposição ao poluente e são avaliados geralmente em estudos longitudinais prospectivos com duração de anos e até mesmo décadas,¹⁴ e esses efeitos são amplamente associados a internações hospitalares principalmente em grupos de risco como idosos, crianças, indivíduos suscetíveis e portadores de alguma doença cardiovascular e respiratória.

Dessa forma os objetivos dos estudos presentes nesta dissertação foram:

- Correlacionar o número de internações hospitalares por doenças respiratórias com a concentração de metais tóxicos no MP e temperatura (T) na cidade de Presidente Prudente, SP, Brasil.

- Avaliar os efeitos da exposição aguda aos poluentes atmosféricos (NO₂ e MP₁₀) sobre as internações hospitalares por doenças cardiovasculares em adultos e idosos residentes no Oeste Paulista, SP/ Brasil.

Artigo 1

Hospitalizações por doenças respiratórias associados à exposição de metais tóxicos no material particulado e nível de temperatura em Presidente Prudente, SP, Brasil.

Autores: Murilo Sannomia Ito^{1*}, Ercy Mara Cipulo Ramos¹, Paula Roberta Silva Pestana¹, Aline Duarte Ferreira Ceccato^{1,4}, Luiz Carlos Soares de Carvalho Junior¹, José Tadeu Garcia Tommaselli³, Camila dos Anjos Proença², Marcos Fernando de Souza Teixeira², Iara Buriola Trevisan¹, Renata Marques David¹, Gabriel Faustino¹, Dionei Ramos¹

¹Departamento de Fisioterapia, ²Departamento de Química, ⁴Departamento de Geografia da FCT, UNESP, Presidente Prudente, SP; Curso de Educação Física da UNOESTE, Presidente Prudente, SP;

*Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/Reitoria UNESP;

Autor correspondente:

Murilo Sannomia

Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista

Rua Roberto Simonsen 305, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil CEP19060-900.

E-mail: ito - murilo.ito@hotmail.com

RESUMO

O objetivo foi correlacionar o número de internações hospitalares por doenças respiratórias com a concentração de metais tóxicos no material particulado (MP) atmosférico e nível de Temperatura (T) em Presidente Prudente, SP. **Métodos:** O levantamento de internações hospitalares no período de maio a dezembro de 2011 foi realizado a partir da base de dados referente ao SIH-SUS. Os metais tóxicos como cádmio (Cd^{2+}), cobre (Cu^{2+}) e chumbo (Pb^{2+}) na atmosfera foram coletados por amostradores passivos e suas concentrações determinadas por polarografia de pulso. A T foi obtida na estação meteorológica da FCT/UNESP. Foram analisados 811 prontuários de internações hospitalares. A média da concentração dos metais tóxicos foi de Cd^{2+} $26,5 \pm 17,8 \mu\text{g}/\text{m}^2$, Cu^{2+} $36,3 \pm 18,6 \mu\text{g}/\text{m}^2$, Pb^{2+} $44,1 \pm 20,0 \mu\text{g}/\text{m}^2$. A média da T foi de $21,8 \pm 1,95$ °C. Houve uma correlação positiva entre o número de internações hospitalares com Pb^{2+} ($r=0,756$) e T ($r=0,713$). Concluímos que elevados índices de concentração de chumbo na atmosfera e elevadas temperaturas se correlacionaram com aumento das internações hospitalares por doenças respiratórias.

Palavras-chave: Poluição Atmosférica, Internação Hospitalar, Doenças Respiratórias, Temperatura, Ambiente, Metais Pesados.

ABSTRACT

The objective was to correlate the exposure of toxic metals in atmospheric particulate matter and temperature (T) with hospital admissions for respiratory diseases in Presidente Prudente, SP, Brazil. The hospital admissions data survey for respiratory diseases was performed from the hospital data base information system and emergency from May to December 2011. The determinations of the toxic metals cadmium (Cd^{2+}), copper (Cu^{2+}) and lead (Pb^{2+}) from passive sampler were performed by differential pulse voltammetry. The data from T was obtained by the weather station of UNESP. During the period of study 811 medical records of hospital admissions for respiratory diseases were analyzed. The average concentration of toxic metals in MP was of Cd^{2+} $26.5 \pm 17.8 \mu\text{g}/\text{m}^2$, Cu^{2+} $36.3 \pm 18.6 \mu\text{g}/\text{m}^2$, Pb^{2+} $44.1 \pm 20.0 \mu\text{g}/\text{m}^2$. The average T was $21.8 \pm 1.95 \text{ }^\circ\text{C}$. Therefore, it was observed that there was a positive correlation between the number of hospitalizations with Pb^{2+} ($r=0.756$) e T ($r=0.713$). It was concluded that high levels of Pb^{2+} in the atmosphere and T causes increase of hospital admissions due to respiratory diseases.

Keywords: air pollution, hospitalization, respiratory tract diseases, temperature, heavy metals.

INTRODUÇÃO

Estudos epidemiológicos que abordam a relação da poluição atmosférica com a saúde humana mostram um impacto que tem preocupado a população em nível mundial. Esses estudos comprovam que os poluentes atmosféricos são os principais contribuintes da formação de uma camada complexa na atmosfera composta por inúmeras substâncias orgânicas e inorgânicas, incluindo substâncias com características mutagênicas e carcinogênicas, como o dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃), monóxido de carbono (CO), fluoretos, benzeno, partículas de fuligem, metais tóxicos (cromo, níquel, chumbo) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos^{1,2}.

Estudos recentes investigaram a elevada toxicidade dos metais tóxicos entre os constituintes do material particulado (MP) ao organismo dos seres vivos. Dentro dessa classe, de acordo com a classificação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*USEPA*), o cádmio é considerado a espécie mais tóxica seguido do mercúrio com alto efeito carcinogênico humano. O chumbo também é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um dos elementos químicos mais perigosos para a saúde humana^{3,4}.

Os efeitos adversos de poluentes atmosféricos sobre a taxa de mortalidade, internação hospitalar e atendimentos emergenciais por doenças respiratórias e cardiovasculares também estão sendo amplamente estudados na literatura científica⁵⁻⁸. Alguns desses estudos demonstraram que elevados níveis de poluentes atmosféricos, aumentam as taxas de morbidade e mortalidade humana^{9,10}. As faixas etárias mais atingidas são as crianças^{11,12} e os idosos^{13,14} por serem mais suscetíveis aos efeitos deletérios da poluição atmosférica.

As mudanças climáticas também têm recebido maior atenção em nível mundial, principalmente em mudança de temperatura. No último relatório de avaliação do painel Intergovernamental em mudanças climáticas foi possível prever um aumento da temperatura média da superfície em um nível global¹⁵. Essas alterações climáticas, principalmente o aumento da temperatura e ondas de calor irão contribuir para o aumento da mortalidade prematura em subgrupos com capacidade de adaptação limitada¹⁶.

Embora os resultados de morbidade para as principais categorias de doença durante o calor extremo têm recebido atenção crescente, as investigações ainda estão limitadas ao nível de doença específica¹⁷. Foi observado que o clima quente tem sido associado com aumentos significativos nas internações hospitalares por doenças cardiovasculares e do trato respiratório^{18,19}.

O Brasil tem destaque no número de internações por doenças respiratórias dentre as causas de morbidade que é a segunda maior causa de internação hospitalar²⁰. No interior do estado de São Paulo, especificamente a região de Presidente Prudente, é considerada uma cidade ainda pouco explorada no meio científico em relação à qualidade do ar. A cidade recebe emissões atmosféricas industriais e urbanas, além da queima de palha da cana-de-açúcar como fonte principal de emissão de MP e gases que contribuem para o efeito estufa²¹.

Sendo assim, o presente estudo visa buscar melhores esclarecimentos sobre os malefícios causados nas populações expostas à poluição atmosférica e ao aumento da temperatura em longo prazo, a fim de fomentar estudos já existentes na área. O conhecimento sobre estes efeitos é de essencial importância para o

estabelecimento e manutenção de políticas públicas preventivas para a saúde da população.

OBJETIVOS

Correlacionar o número de internações hospitalares por doenças respiratórias com a concentração de metais tóxicos no material particulado e temperatura (T) na cidade de Presidente Prudente, SP, Brasil.

MÉTODOS

O estudo foi realizado no Hospital Regional de Presidente Prudente, SP e a base de dados referentes ao sistema de informações hospitalares do sistema único de saúde (SIH-SUS) foi utilizada para a coleta de dados de todas as internações hospitalares e emergenciais por doenças respiratórias. As doenças foram classificadas de acordo com o código internacional de doenças (CID-10, J00-J99) no período de maio a dezembro de 2011. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNESP), Campus de Presidente Prudente-SP (Protocolo N° 51922).

Os dados climáticos de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) foram obtidos através da estação meteorológica instalada na FCT/UNESP de Presidente Prudente, SP.

Para a determinação de metais tóxicos como o chumbo (Pb^{2+}), cádmio (Cd^{2+}) e cobre (Cu^{2+}) nos materiais particulados, as metodologias empregadas consistiram basicamente em: desenvolvimento de um sistema passivo de coleta de poluentes atmosféricos; pré-tratamento das amostras; determinação e quantificação

dos metais e tratamento de dados³. A captação passiva dos metais Cu^{2+} , Cd^{2+} e Pb^{2+} foi analisada por polarografia de pulso diferencial (polarógrafo 797 VA Computrace, Metroh).

A análise estatística foi realizada através do Software GraphPad. A distribuição dos dados foi analisada por meio do teste Kolmogorov-Smirnov para os dados de internações hospitalares e o teste Shapiro-Wilk para os demais dados. Para a análise de correlação foi utilizado o teste de Pearson. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram analisados 811 prontuários de internações hospitalares por doenças respiratórias. As concentrações médias dos metais tóxicos no MP estão apresentadas na Tabela 1. Os números de internações hospitalares por doenças respiratórias e as médias de T correspondentes a cada mês estão apresentados na Tabela 2. A média de T foi de $21,8 \pm 1,95$ °C; e a UR foi de $57,7 \pm 5,7\%$ ao longo do período. Houve uma correlação positiva estatisticamente significativa entre o número de internações hospitalares com o Pb^{2+} ($r=0,756$) e T ($r=0,713$). Além disso, houve correlação positiva estatisticamente significativa entre Cu^{2+} e Pb^{2+} com a T ($r=0,714$; $r=0,809$ respectivamente). Não houve correlação do número de internações hospitalares e T com a UR.

INSERIR TABELA 1

INSERIR TABELA 2

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou uma correlação significativa entre internações hospitalares por doenças respiratórias, temperatura e a concentração de Pb^{2+} na atmosfera em Presidente Prudente/SP.

Estudos prévios comprovaram que o clima quente pode agravar condições pré-existentes, tais como doenças respiratórias, provocando assim aumentos significativos nas internações hospitalares neste grupo de doenças.^{22,23} Entretanto ainda não são claras os mecanismos e causas que possam aumentar o risco de internação hospitalar por doenças respiratórias em épocas com elevadas temperaturas.

As populações mais suscetíveis são as mais prejudicadas durante os períodos de extrema temperatura, na população idosa as exacerbações de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma das razões mais comuns para internações hospitalares por causas respiratórias.²⁴ Com a exposição ao calor esses indivíduos podem desencadear infecções nas vias respiratórias e/ou inflamação sistêmica, sendo que a presença de comorbidades também pode ser um ponto agravante para a piora dos sintomas.²⁵

Deste modo, durante um evento de extremo calor, os indivíduos com DPOC podem hiperventilar,²⁵ aumentando assim a possibilidade de hiperinsuflação dinâmica levando à dispneia. Além disso, idosos com DPOC podem ser incapazes de dissipar o excesso de calor através do ajuste circulatório e a exposição a temperaturas extremas, aumentando assim o risco de desenvolver resistência vascular pulmonar secundária ao acúmulo de sangue periférico ou hipovolemia.²⁵

Estudos temporais realizados na cidade de São Paulo relatam que o período de maior acréscimo nas internações não é no inverno, quando as temperaturas tendem a ser mais baixas, o maior foco é o na transição do verão para o outono.²⁶ As mudanças climáticas ocorridas nas últimas décadas, relacionadas ao aquecimento global, levaram a elevação de temperatura.²⁷ Esse choque térmico parece ter adiantado o início das internações por doenças respiratórias no SUS.²⁸

Outro foco, bastante importante descrito no presente estudo, foi a correlação do número de internações hospitalares por doenças respiratórias com a concentração de metais tóxicos no MP. Em um estudo realizado em São Paulo, verificou-se que nas amostras de MP fino (MP_{2,5}) separadas por um coletor ativo Mini-Vol, o chumbo teve o maior destaque entre o Cd²⁺ e Cu²⁺ em maiores concentrações para amostras diurnas e noturnas. O cobre apresentou-se, predominantemente, na forma de material particulado grosso. No mesmo estudo, as concentrações de Cd²⁺ e de Pb²⁺ mostraram-se duas vezes maiores para o material particulado fino do que para o grosso. Isso comprova a presença e o grau de toxicidade do Pb²⁺ no MP fino,²⁹ o que corrobora com o presente estudo.

Em um estudo multicêntrico realizado nas cidades de Amsterdã, Erfurt e Helsinque (Escandinávia) em 2004 mostrou uma relação direta entre concentração de MP_{2,5} e alterações pulmonares.³⁰ Já outro estudo realizado em Munique, avaliou que a exposição média dos lactentes a 12,8 µg/m³ de MP_{2,5} advinda da poluição do tráfego de veículos automotores provocou o aparecimento de manifestações respiratórias,³¹ verificando assim uma correlação positiva entre as disfunções das vias aéreas superiores (espirro, rinite e congestão nasal).

O comprometimento das vias áreas inferiores também sofre influência da poluição atmosférica. Segundo Karr *et al* (2007),³² avaliaram o impacto da concentração de MP_{2,5} sobre episódios de bronquiolite em crianças saudáveis e crianças com diagnóstico hospitalar de bronquiolite entre três meses e um ano de vida. Foi verificado nesse estudo uma correlação positiva entre exposição ao MP_{2,5} com aumento do risco de hospitalização por bronquiolite. Para cada incremento de 10 µg/m³ de MP_{2,5} o risco de hospitalização por bronquiolite aumentou em 9%.

CONCLUSÃO

As concentrações de metais pesados no MP liberados na atmosfera juntamente com o aumento de T comprometem a saúde humana principalmente no aumento do número de internações hospitalares por doenças respiratórias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brunekreef B, Beelen R, Hoek G, Schouten L, Bausch-Goldbohm S, Fischer P, Armstrong B, Hughes E, Jerrett M, van den Brandt P. Effects of long-term exposure to traffic-related air pollution on respiratory and cardiovascular mortality in the Netherlands: the NLCS-AIR study. *Res Rep Health Eff Inst.* 2009;139:5-71.
2. Krewski D, Jerrett M, Burnett RT, Ma R, Hughes E, Shi Y, Turner MC, Pope CA 3rd, Thurston G, Calle EE, Thun MJ, Beckerman B, DeLuca P, Finkelstein N, Ito K, Moore DK, Newbold KB, Ramsay T, Ross Z, Shin H, Tempalski B. Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Res Rep Health Eff Inst.* 2009;140:5-114.
3. Vanz A, Mirlean N, Baisch P. Avaliação de poluição do ar por chumbo particulado: uma abordagem geoquímica. *Química Nova.* 2003; 23(1):25-29.
4. Evans J, Levy J, Hammitt J, Burgoa C, Castillejos M. Healths Benefits of air pollution control. In: Molina L T, Molina M J. *Air Quality in the Mexico megacity: an integrated assessment. Alliance and Technology: tools for sustainable development.* Kluwer Academic Publishers. 2002;4:122.
5. Guo Y, Jia Y, Pan X, Liu L, Wichmann HE. The association between fine particulate air pollution and hospital emergency room visits for cardiovascular diseases in Beijing, China. *Sci Total Environ.* 2009;407:4826-4830.

6. Simkhovich BZ, Kleinman MT, Kloner RA. Particulate air pollution and coronary heart disease. *Curr Opin Cardiol*. 2009;24:604-609.
7. Oudin A, Stroh E, Stromberg U, Jakobsson K, Bjork J. Long-term exposure to air pollution and hospital admissions for ischemic stroke. A register-based case-control study using modelled NO(x) as exposure proxy. *BMC Public Health*. 2009;9:301.
8. Halonen JI, Lanki T, Yli-Tuomi T, Tiittanen P, Kulmala M, Pekkanen J. Particulate air pollution and acute cardiorespiratory hospital admissions and mortality among the elderly. *Epidemiology*. 2009;20:143-153.
9. Santos UP, Terra-Filho M, Lin CA, Pereira LA, Vieira TC, Saldiva PH, Braga AL. Cardiac arrhythmia emergency room visits and environmental air pollution in Sao Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health*. 2008;62:267-272.
10. Szyszkowicz M. Ambient air pollution and daily emergency department visits for ischemic stroke in Edmonton, Canada. *Int J Occup Med Environ Health*. 2008;21:295-300.
11. Ostro B, Roth L, Malig B, Mart M. The effects of fine particle components on respiratory hospital admissions in children. *Environmental Health Perspectives*. 2009; 117(3):475-480.
12. Schwartz J. Air pollution and children's health. *Pediatrics*. 2004;113:1037-1043.

13. Cakmak S, Dales RE, Vidal CB. Air pollution and mortality in Chile: susceptibility among the elderly. *Environmental Health Perspectives*. 2007;115(4):524-527.
14. Martins MCH, Fatigati FL, Véspoli TC, Martins LC, Pereira LAA, Martins MA et al. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2004;58:41-46.
15. IPCC. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press;2007.
16. Basu R, Samet J. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev*. 2002;24:190–202.
17. Ye X, Wolff R, Yu W, Vaneckova P, Pan X, et al. Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. *Environmental Health Perspectives*. 2012;120:19–28.
18. Schwartz J, Samet JM, Patz JA. Hospital admissions for heart disease - The effects of temperature and humidity. *Epidemiology*. 2004;15:755–761.
19. Bayentin L, El Adlouni S, Ouarda TB, Gosselin P, Doyon B, et al. Spatial variability of climate effects on ischemic heart disease hospitalization rates for the

period 1989–2006 in Quebec, Canada. *International Journal of Health Geographics*. 2010;9:5.

20. Souza CG, Sant'Anna Neto JL. Distribuição espacial das doenças respiratórias em cidades de porte médio no Oeste Paulista – Brasil: uma análise multicausal como contribuição à melhoria da qualidade de vida urbana. In: *II PLURIS - II Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. Braga (Portugal): Universidade do Minho, 2006.

21. Cançado JED, Braga A, Pereira LAA, Arbex MA, Saldiva PHN, Santos UP. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *J.Bras Pneumol* 2006;32(1):5-11.

22. Lin S, Luo M, Walker RJ, Liu X, Hwang SA, et al. (2009) Extreme high temperatures and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases. *Epidemiology* 20:738–746.

23. Wichmann J, Andersen Z, Ketzel M, Ellermann T, Loft S (2011) Apparent temperature and cause-specific emergency hospital admissions in Greater Copenhagen, Denmark. *PLoS One* 6.

24. Viegi G, Pistelli F, Sherrill DL, Maio S, Baldacci S, Carrozzi L. Definition, epidemiology and natural history of COPD. *Eur Respir J* 2007;30:993–1013.

25. Sprung CL. Heat stroke: modern approach to an ancient disease. *Chest* 1980;77:461–462.
26. Braga AL, Saldiva PH, Pereira LA, Menezes JJ, Conceição GM, Lin CA et al. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol* 2001;31:106-13.
27. Gonçalves FL, Coelho MS. Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. *Ciencia e Natura* 2010;32:103-18.
28. Moura M, Junger WL, Mendonça GA, Leon AP. Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças. *Rev Saude Publica* 2008;42:503-11.
29. Fontenele APG. Avaliação dos processos de deposição dos metais cádmio, chumbo e cobre por águas de chuva e material particulado [dissertação de mestrado]. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP; 2006.
30. Timonen K, Hoek G, Heinrich J, Bernard A, Brunekreef B, Hartog J, et al. Daily variation in fine and ultrafine particulate air pollution and urinary concentrations of lung Clara cell protein CC16. *Occup Environ Med*. 2004;61:908-14.

31. Morgenstern V, Zutavern A, Cyrys J, Brockow I, Gehring U, Koletzko S, et al. Respiratory health and individual estimated exposure to traffic-related air pollutants in a cohort of young children. *Occup Environ Med.* 2007;64:8-16.

32. Karr C, Lumley T, Schreuder A, Davis R, Larson T, Ritz B, *et al.* Effects of subchronic and chronic exposure to ambient air pollutants on infant bronchiolitis. *Am J Epidemiol.* 2007;165:553-60.

TABELAS

Tabela 1. Concentração dos metais Cu^{2+} , Cd^{2+} e Pb^{2+} no período de maio a dezembro de 2011 na cidade de Presidente Prudente-SP. Dados representados em média e desvio padrão.

Poluentes	$\text{Cu}^{2+}(\mu\text{g}/\text{m}^2)$	$\text{Cd}^{2+}(\mu\text{g}/\text{m}^2)$	$\text{Pb}^{2+}(\mu\text{g}/\text{m}^2)$
Média (DP)	36,3 (18,6)	26,55 (17,8)	44,1 (20,05)

Legenda: DP = desvio padrão; Cu^{2+} = cobre; Cd^{2+} = cádmio; Pb^{2+} = chumbo; $\mu\text{g}/\text{m}^2$ = micrograma por metro quadrado.

Tabela 2. Número de internações hospitalares por doenças respiratórias e variáveis médias de temperatura no período de maio a dezembro de 2011 na cidade de Presidente Prudente/SP.

Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
IH(nº)	85	92	98	107	125	110	104	90
T(°C)	20,4	18,5	20,9	21,9	23,6	23,8	24,2	21,6

Legenda: IH = internação hospitalar; nº = número; T= Temperatura; °C = grau Celsius.

Artigo 2

**Efeitos adversos da poluição do ar gerada pela queima da cana-de-açúcar
sobre o sistema cardiovascular: Região Oeste de São Paulo.**

Autores: Paula Roberta da Silva Pestana, PT¹; Alfésio Luiz Ferreira Braga, PhD^{2,3};
Ercy Mara Cipulo Ramos, PhD¹; Ariadna Ferraz de Oliveira, PT³; Aline Duarte
Ferreira Ceccato, PT^{1,3}; Christian Osadnik, PhD⁵; Dionei Ramos, PhD¹.

¹Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, Brasil.

²Núcleo de Estudos em Epidemiologia Ambiental, Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental, Departamento de Patologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

³Grupo de Avaliação de Exposição e Risco Ambiental, Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Católica de Santos.

⁴Departamento de Fisioterapia e Educação Física, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

⁵Department of Rehabilitation Sciences, KU Leuven, Monash University, Australia.

Autor correspondente:

Dionei Ramos

Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista

Rua Roberto Simonsen, nº305, CEP19060-900, Presidente Prudente/São Paulo,
Brasil

Tel.: +55 18 32295821 - Fax: +55 18 32295550

E-mail: dionei-ramos@bol.com.br

RESUMO

Introdução: A permanente exposição à poluição atmosférica tem sido responsável pela crescente morbimortalidade decorrente de doenças cardiovasculares em adultos e idosos. **Objetivos:** Avaliar os efeitos da exposição aguda aos poluentes atmosféricos (NO₂ e MP10) sobre as internações hospitalares por doenças cardiovasculares em adultos e idosos. **Métodos:** Dados diários de internações hospitalares foram adquiridos através do DATA-SUS relacionados às doenças cardiovasculares (CID10 – I00 a I99), entre janeiro de 2009 a dezembro de 2012. Os níveis diários NO₂ e MP10 foram obtidos junto à CETESB assim como os dados climáticos. **Resultados:** Foram analisadas 6.363 internações com faixa etária entre 20, 60 ou maior que 60 anos de idade. Observamos correlações entre os poluentes e as internações, mas apenas o NO₂ apresentou significância estatística no mesmo dia (risco relativo – RR=1,12 com IC95%: 0,05-2,20). **Conclusões:** Verificou-se que mesmo a valores de NO₂ dentro dos limites estabelecidos, é um importante fator de risco a curto prazo para a morbidade cardiovascular na região Oeste de São Paulo.

Palavras-chave: Poluição Atmosférica, Doenças Cardiovasculares, Dióxido de Nitrogênio, Material Particulado.

ABSTRACT

Introduction: Permanent exposure to air pollution has been responsible for increasing morbidity caused by cardiovascular disease in adults and the elderly.

Purpose: To evaluate the effects of acute exposure to air pollutants (NO₂ and PM₁₀) on hospitalization of adults and elderly with cardiovascular diseases in Western Sao Paulo.

Methodology: Daily hospitalization data relating to cardiovascular disease (CID10 – I00 a I99) were acquired through DATA-UHS from January 2009 to December 2012. Daily levels of NO₂ and PM₁₀ were obtained from CETESB and weather data. Daily air pollution levels were correlated with daily hospitalisations due to cardiovascular disease according to two sub-groups (those aged 20 – 60 years, and those aged 60 years or above). **Results:** 6,363 hospitalizations were reported and analyzed. Positive correlations between pollutants and hospitalization were observed but statistical significance was only detected for same-day NO₂ exposure (relative risk 1,12; 95% CI [0.05 to 2.20]). **Conclusion:** NO₂ exposure is associated with same-day cardiovascular-related hospitalizations, and represents an important risk factor for cardiovascular morbidity in Western Sao Paulo.

Key words: Air pollution, cardiovascular disease, nitrogen dioxide, particulate matter.

INTRODUÇÃO

A exposição humana a poluentes atmosféricos por fontes antropogênicas é considerada um problema de saúde pública por gerar efeito no aumento da morbidade por doenças cardiovasculares.¹⁻⁴

Estudo mostra que poluentes primários como o material particulado (MP₁₀ e MP_{2,5}), os dióxidos de enxofre (SO₂), dióxidos de nitrogênio (NO₂) e o monóxido de carbono (CO) são os poluentes que mais acometem o sistema cardiovascular.⁵ Sendo assim, diferentes desfechos de internações hospitalares por doenças cardiovasculares como: crises de angina, infarto agudo do miocárdio, quadros tromboembólicos, arritmias, descompensação de indivíduos com insuficiência cardíaca congestiva, entre outras alterações podem ser desencadeados pela exposição aos poluentes atmosféricos.⁵

Tais efeitos adversos a saúde humana podem ser diferentes no mundo devido à variabilidade espacial e temporal das fontes de poluentes atmosféricos entre as diferentes regiões. O que se observa é que existe uma forte relação entre a exposição de poluentes atmosféricos em curto prazo.^{6,7}

Alguns autores têm mostrado que mesmo a exposição às baixas concentrações de poluentes atmosféricos e em períodos mais quentes do ano interfere significativamente na morbidade e no aumento do número de internações por doenças cardiovasculares.⁸⁻¹¹ Esses estudos são, na maioria das vezes, conduzidos em países desenvolvidos, e poucos estudos sobre a temática são realizados nos países em desenvolvimento.¹²

Países em desenvolvimento como o Brasil apresentam uma concentração de pesquisas na cidade de São Paulo, uma metrópole com poluição atmosférica

densa devido à imensa frota veicular além do número de indústrias inseridas dentro e ao redor dela, o que afeta diretamente a população exposta, principalmente os indivíduos susceptíveis ou que apresentem doenças pré-existentes como as cardiopatias.¹³

Diferença esta encontrada no interior do estado de São Paulo aonde as principais fontes poluidoras vem das usinas de etanol, pois, ainda 60% da cana-de-açúcar do Brasil são colhidas manualmente e por razões de produtividade e segurança, toda a plantação é queimada antes da colheita, onde ocorre todos os anos.¹²

A queima da cana produz grandes quantidades de materiais particulados e gases tóxicos que modificam as características ambientais das regiões onde a cana-de-açúcar é plantada, colhida e industrializada atingindo direta e indiretamente a população da cidade de Presidente Prudente/SP.¹⁴

O local de moradia dessa população é também um dos fatores relacionados à exposição de NO₂ e MP₁₀ com as exacerbações e internações hospitalares por doenças cardiovasculares.¹⁵⁻¹⁷

Por conseguinte, nota-se a necessidade em realizar pesquisas em países em desenvolvimento, onde as características dos poluentes atmosféricos, as condições meteorológicas, e os padrões sócio-demográficos podem ser diferentes dos países desenvolvidos.¹⁶ Só há um estudo publicado sobre os efeitos adversos dos poluentes atmosféricos na saúde dos moradores da região de Presidente Prudente interior de São Paulo/ Brasil, relacionados a internações por doenças respiratórias, mas ainda não há nenhum estudo relacionado às doenças

cardiovasculares dessa população, impedindo assim uma avaliação adequada dos aspectos desse relevante problema para a saúde pública.¹⁰

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da exposição aguda aos poluentes atmosféricos (NO₂ e MP₁₀) sobre as internações hospitalares por doenças cardiovasculares em adultos e idosos residentes no Oeste Paulista, SP/ Brasil.

MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter ecológico de séries temporais. O estudo centrou-se na cidade de Presidente Prudente/SP, situada no extremo oeste de São Paulo (“latitude 22°07’32” sul e a uma “longitude 51°23’20” oeste), a 587 quilômetros da capital, ocupando uma área total de 562 km², com uma população de aproximadamente 220.600 habitantes, sendo a 34^o maior cidade do estado de São Paulo segundo IBGE (Censo 2010).

Os dados diários de internações por doenças cardiovasculares foram obtidos entre o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2012 selecionados de forma sistemática através do programa de análise de dados do Sistema Único de Saúde (DATA-SUS). As internações foram classificadas de acordo com a Classificação Internacional de Doenças (CID 10^a revisão: I00 ao I99) que levou em consideração o diagnóstico primário em cada internação. Foram incluídas no estudo apenas as internações por doenças cardiovasculares dos moradores da cidade de Presidente Prudente/SP, Brasil.

As concentrações diárias dos poluentes atmosféricos em estudo como o material particulado com um perfil aerodinâmico de 10 µm (MP₁₀) e o dióxido de

nitrogênio (NO_2) foram fornecidas pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), juntamente com os valores diários de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), precipitação, direção e velocidade do vento (DV e VV respectivamente). A CETESB dispõe de uma única estação de monitoramento localizada no campus da estação meteorológica da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNESP) de Presidente Prudente/SP. Para cada média diária de poluente, foi adotado como uma estimativa das taxas de exposição para toda a cidade.

As correlações entre os poluentes e variáveis meteorológicas foram estimadas usando o coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman. O número diário de internações pelos desfechos descritos acima foram considerados como variáveis dependentes (resposta), os níveis diários de poluentes em suspensão (MP_{10} e NO_2) e variáveis climáticas foram considerados como variáveis independentes. Para todo o período foi usado a análise de regressão linear de Poisson para as internações hospitalares. As internações por doenças cardiovasculares foram estratificadas pela idade separadamente: entre 20-60 e mais de 60 anos. Um modelo de regressão de Poisson foi adotado, pois as internações hospitalares são contáveis. Os indicadores para o dia da semana foram incluídos a fim de controlar as tendências de internações hospitalares em curto prazo (lag 0 = mesmo dia; lag 1 = primeiro dia; lag 2 = segundo dia; lag 3 = terceiro dia; lag 4 = quarto dia; lag 5 = quinto dia; e lag 6 = sexto dia).

Os bancos de dados foram preparados com o uso do programa Statistical Package for Social Science (SPSS) para o Windows, versão 17.0. As análises foram realizadas utilizando o programa S-PLUS 2000 para Windows.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNESP), Campus de Presidente Prudente-SP (Protocolo N° 51922).

RESULTADOS

Ao longo do estudo, um total de 6.363 internações hospitalares foi classificado como doenças cardiovasculares. A faixa etária de 20 a 60 anos representou 2.846 internações e para a faixa etária maior que 60 anos representou 3.561 internações sendo a maioria dos casos.

O total das internações diárias por doenças cardiovasculares foram representadas em média e desvio padrão, onde nos três primeiros anos do estudo houve um aumento, e no último ano se manteve (2009, $0,55 \pm 0,4$; 2010, $0,58 \pm 0,5$; 2011, $0,60 \pm 0,5$ e 2012, $0,59 \pm 0,5$). As análises descritivas das internações hospitalares por doenças cardiovasculares separadas por faixa etária, os poluentes atmosféricos (MP_{10} e NO_2) e as variáveis meteorológicas estão representados na Tabela 1. Logo, termos lineares de T, precipitação, DV, VV e UR foram adotados, mas não foram relevantes.

Em média, os poluentes apresentados se mantiveram abaixo de seus limites de referência da qualidade do ar segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) na maior parte dos dias observados. O nível diário de MP_{10} , no entanto, não apresentou relação significativa com as internações hospitalares por doenças cardiovasculares, e seu limite não excedeu o valor considerado regular estabelecido pela OMS ($50-100 \mu g/m^3$), permanecendo em média de $64,25 \mu g/m^3$.

Já o limite diário considerado aceitável de NO₂ (100 µg/m³) foi ultrapassado em 37 dias, chegando em média de 113,11 µg/m³.

A Tabela 2 ilustra os riscos relativos (RR) de internações por doenças cardiovasculares e dos poluentes do estudo com intervalo de confiança de 95%.

A Figura 1 representa a estrutura de defasagem de NO₂ com os efeitos de internações hospitalares relacionados com as doenças cardiovasculares para as internações totais e específicas por idade. Em todo o grupo, as doenças cardiovasculares aumentaram no mesmo dia em que o NO₂ aumentou (lag 0) isto é, no mesmo dia da exposição ocorreu à internação, o que exibe um efeito em curto prazo de pequena magnitude, e diminuindo os seus efeitos durante os cinco dias subsequentes, ocorrendo uma pequena oscilação no lag 4 e 5. Este padrão foi observado em todos os adultos e idosos com idades entre 20-60 e acima de 60 anos, no qual um efeito positivo foi ressaltado.

Sendo assim, as doenças cardiovasculares mostraram positivas e correlações significativas com o NO₂, mas não com MP₁₀. Este foi um efeito agudo apresentado no lag0 com um aumento de 1,12% (IC95%: 0,05-2,20) que apresentou impacto sobre as doenças cardiovasculares.

INSERIR TABELA 1

INSERIR FIGURA 1

INSERIR FIGURA 2

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou uma associação positiva entre o aumento de NO₂ com as internações hospitalares por doenças cardiovasculares em todas as faixas etárias em Presidente Prudente/SP, entre 2009 a 2012. Ocorrendo um incremento de internações hospitalares com efeito agudo de NO₂ de aproximadamente 1,12% respectivamente.

A região Oeste Paulista ainda é pouco explorada no meio científico onde agrega uma grande parte das usinas de cana-de-açúcar expondo indiretamente à população a poluição atmosférica por queimarem cana o ano todo. Nos grandes centros urbanos como na cidade de São Paulo, por exemplo, este tipo de exposição é bem diferente. Nestas cidades o fluxo de tráfego intenso predispõe a exposição prolongada de combustíveis fósseis relacionados com o aumento de tráfego dentro e fora da cidade.

Esta poluição atmosférica veicular apresenta riscos diretos para a saúde dos residentes locais, e, em São Paulo, já é conhecido por estar associados a internações por doenças cardiovasculares em homens adultos.¹⁸ Os efeitos adversos na saúde relacionadas a exposição indireta das Indústrias de cana-de-açúcar no Oeste Paulista ainda não tinha sido investigado antes do presente estudo.

Contudo os efeitos negativos da queima da cana foram previamente relatado por Arbex et.al. (2010)¹⁹ onde em seu estudo realizado em Araraquara observou que mesmo a baixas concentrações de Partículas em Suspensão Total (PST) houve uma associação positiva ($r=0,238$; $p < 0,001$), entre a variação diária na PST geradas a partir do período de queima de cana-de-açúcar com o aumento das internações diárias por hipertensão. É importante notar que, durante o período de

análise dos dados, essa relação foi significativa, mesmo quando não houve queima de cana. Em contraste com os resultados do presente estudo, no Oeste Paulista, observamos o efeito a partir do primeiro dia após a exposição do PST até o terceiro dia após a exposição neste estudo (ou seja, um efeito mantido).¹²

Os dados referentes aos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde também foram coletadas em outras regiões do estado de São Paulo. Um estudo recente na região Sudoeste investigou a relação entre os níveis diários de poluentes atmosféricos (CO, PM₁₀, a camada de ozônio [O³], NO², SO²), e os dados de T mínima e UR do ar com as internações hospitalares por doenças cardiovasculares em idosos, separada por gênero. Onde foram associados com aumentos de 3,17% (IC95%: 2,09-4,25) nas internações por insuficiência cardíaca congestiva e de 0,89% (IC95%: 0,18-1,61) para internações por todas as doenças cardiovasculares no mesmo dia da exposição. Os efeitos foram predominantemente agudos e maiores para o gênero feminino.²⁰

O aumento da susceptibilidade nas mulheres para a poluição do ar (NO²) também foi relatada nos Estados Kingdon²¹, sugerindo alguns riscos negativos para a saúde pode ser maior em sub-grupos específicos da população do que a população geral. As conclusões do Sudoeste São Paulo corroboram os achados da cidade de Santo André no Brasil, onde foi observado um aumento significativo de internações de idosos por insuficiência cardíaca congestiva (aumento médio de 3,8% [IC 95% 0,4-7,2), após a exposição de MP₁₀.²²

Em nosso estudo houve uma relação de curto prazo significativa entre o aumento dos níveis de poluição do ar e efeitos cardiovasculares adversos consistentes com outros estudos realizados em regiões semelhantes do Brasil. Já

Chiarelli et.al. (2011)²³ mostra em seu estudo uma associação positiva entre a exposição aos poluentes (MP_{10} e O^3) com o aumento da pressão arterial. Semelhante ao presente estudo, o efeito negativo foi de pequena magnitude, mas estatisticamente significativa (aumento médio de 2,53 mmHg [IC 95% 1,25 a 3,80]). Já o efeito devido à exposição O^3 foi rápido, ocorrendo entre as 2 e 4 horas, os níveis de O^3 houve um aumento de 49,0 μ g/ m^3 por 5 horas. Em contraste, o efeito de MP_{10} começou ao mesmo tempo (lag 0h), mas permaneceu inalterado nos seguintes subseqüentes 3 horas (lag 3h). Observamos no presente estudo uma tendência não significativa para o mesmo dia com efeitos cardiovasculares, devido à exposição PM_{10} .

É interessante comparar nossos dados com a de um estudo recente realizado na cidade de Cubatão, uma área a 40 km da capital de São Paulo, Brasil. Neste estudo de metodologia semelhante ao presente, Nardocci e colaboradores (2013)²⁴ avaliaram o impacto da poluição do ar (PM_{10} , O^3 , NO^2 , SO^2) e variáveis meteorológicas sobre internações por doenças cardiovasculares e respiratórias por análise de séries temporais. Os autores encontraram uma relação robusta entre a exposição e hospitalizações para aqueles com doença respiratória e aqueles com doenças cardiovasculares com idade superior a 39 anos.

Curiosamente, no entanto, os níveis médios anuais de PM_{10} nesta área urbana (Cubatão, Brasil) foram menores do que os relatados na cidade de São Paulo durante o período do estudo. Eles também estavam abaixo do teste de qualidade do ar recomendada de 50 μ g/ m^3 estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).²⁴ Este é um fator potencialmente importante que não foi explorada no presente estudo.

Dados da Latza et al. (2009)²⁵ e Jasinski et al. (2011)²⁶ aprofundaram esta observação com efeitos adversos à saúde observados em resposta à exposição a níveis de poluição atmosférica, que foram inferiores aos limites recomendados. Em seu estudo, este foi aumentado em um subgrupo de indivíduos mais suscetíveis que foram expostos por períodos prolongados de tempo. Achados sugerem que a duração da exposição pode aumentar o impacto na saúde cardiovascular. Dados de estudos como o nosso pode, portanto, potencialmente representam uma subestimativa conservadora do impacto sobre a saúde da exposição verdadeira da poluição atmosférica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Habermann M, Medeiros APP, Gouveia N. Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. Rev. bras. epidemiol; 2011;14(1): 120-130.
2. Braga ALF, Pereira LAA, Procópio M, André PA, Saldiva PHN. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. Cad. Saúde Pública 2007; 23:570-8.
3. Bueno F, Fonseca A, Braga F, Miranda P. Qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais. ActaSci Health Sci 2010; 32:185-9.
4. Ignotti E, Hacon SS, Junger WL, Mourão D, Longo K, Freitas S, et al. Poluição do ar e admissões hospitalares por doenças respiratórias na Amazônia subequatorial: abordagem de séries temporais. Cad Saúde Pública 2010; 26:747-61.
5. Negrete BR, Rosa CC, Ikeuti DH, Delena PJ, Borba TM, Braga ALF. Poluição atmosférica e internações por insuficiência cardíaca congestiva em adultos e idosos em Santo André (SP) Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde. 2010 Set/Dez; 35(3) 208-12.

6. Wong CM, Vichit-Vadakan N, Kan H, Qian Z. Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA): a multicity study of short-term effects of air pollution on mortality. *Ambiente Saúde Perspect.* 2008;116(1) 1195-1202.
7. Kan H, London SJ, Chen G, Zhang Y, Song G, Zhao N *et al.* Season, sex, age, and education as modifiers of the effects of outdoor air pollution on daily mortality in Shanghai, China: the Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Study. *Ambiente Saúde Perspect.* 2008;116 (3)1183-1188.
8. Negrisoli J; Nascimento LFC. Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças. *Rev Paul Pediatr* 2013;31(4):501-6.
9. Silva EM; Ribeiro H. Impact of urban atmospheric environment on hospital admissions in the elderly. *Rev Saúde Pública* 2012; 46(4):694-701.
10. Ito MS; Ramos EMC; Pestana PRS; Ferreira-Ceccato AD; Carvalho-Junior LCS *et al.* Hospitalizações por doenças respiratórias associados à exposição de metais Tóxicos no material particulado e nível de temperatura em Presidente Prudente, SP, Brasil. *Colloquium Vitae*, jul/dez 2013 5(2): 0-0.
11. Leitte AM, Schlink U, Herbarth O, Wiedensohler A, Pan X-C, Hu M, *et al.* Sizesegregated particle number concentrations and respiratory emergency room visits in Beijing, China. *Environmental Health Perspectives*, 2011.119(4):508-513.

12. Arbex MA, Pereira LAA, Carvalho-Oliveira R, Saldiva PHN, Braga ALF. The effect of air pollution on pneumonia-related emergency department visits in a region of extensive sugar cane plantations: a 30-month time-series study. *J Epidemiol Community Health*. 2014;68:669–674.
13. Nogueira JB, Poluição Atmosférica e Doenças Cardiovasculares. *Rev Port Cardiol*. 2009; 28 (6): 715-733.
14. César ACG; Carvalho JA; Nascimento LFC. Exposição a poluentes atmosféricos e as doenças respiratórias e cardiovasculares em Piracicaba, SP. The 4th International Congress on University-Industry Cooperation. 2012; 978(85):62326-96.
15. Heinrich J, Thiering E, Rzehak P, Kramer U, Hochadel M, Rauchfuss KM *et al*. Long-term exposure to NO₂ and PM₁₀ and all-cause and cause-specific mortality in a prospective cohort of women *Occup Environ Med*. 2013;70:179-186
16. Zhang P, Dong G, Sun B, Zhang L, Chen X, Ma N *et al*. Long-term exposure to ambient air pollution and mortality due to cardiovascular disease and cerebrovascular disease in Shenyang, China *PLoS One*, 2011; 6:28-27
17. Zanobetti A, Schwartz J. Air pollution and emergency admissions in Boston, MA *J Epidemiol Community Health*. 2006;60:890-895.

18. Habermann, M.; Gouveia N. Tráfego veicular e mortalidade por doenças do aparelho circulatório em homens adultos. *Rev Saúde Pública*, v. 46, n.1, p. 26-33. 2012.
19. Arbex MA, Saldiva PHN, Pereira LAA, Braga ALF. Impact of outdoor biomass air pollution on hypertension hospital admissions. *J Epidemiol Community Health* (2010). doi:10.1136/jech.2009.094342.
20. Martins LC, Pereira LAA, Lin CA, Santos UP, Prioli G, Luiz OC, Saldiva PHN, Braga ALF. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Rev Saúde Pública* 2006;40(4):677-83.
21. Milojevic A, Wilkinson P, Armstrong B, Krishnan Bhaskaran, Smeeth L, Hajat S. Short-term effects of air pollution on a range of cardiovascular events in England and Wales: case-crossover analysis of the MINAP database, hospital admissions and mortality. *Heart* 2014;100:1093–1098. doi:10.1136/heartjnl-2013-304963.
22. Evo CPR, Ulrych BK, Takegawa B, Soares G, Nogueira G, Oliveira LO, Golfetti M, Milazzotto PH, Martins LC. Poluição do ar e internação por insuficiência cardíaca congestiva em idosos no município de Santo André. *Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde*, v.36, n.1, p. 6-9, Jan./Abr. 2011.
23. Chiarelli PS, Pereira LAA, Saldiva PHN, Ferreira Filho C, Garcia MLB, Braga ALF, Martins LC. The association between air pollution and blood pressure in traffic

controllers in Santo Andre, São Paulo, Brazil. *Environmental Research* 111 (2011) 650–655.

24. Nardocci AC; Umbelino de Freitas C; Ponce de Leon ACM; Junger WL; Gouveia NC. 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.

25. Latza U, Gerdes S, Baur X. Effects of nitrogen dioxide on human health: Systematic review of experimental and epidemiological studies conducted between 2002 and 2006. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2009;212(3): 271–287.

26. Jasinski R, Pereira LAA, Braga ALF. Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. *Cad. Saúde Publica*, 2011;27(11):2242-2252.

27. Tolbert PE, Klein M, Peel JL, Sarnat SE, Sarnat JA. Multipollutant modeling issues in a study of ambient air quality and emergency department visits in Atlanta. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2007;17(2):29–35.

28. Knol AB, De Hartog JJ, Boogaard H, Slottje P, Van der Sluijs JP, Lebret E et al. Expert elicitation on ultrafine particles: likelihood of health effects and causal pathways. *Part Fibre Toxicol*. 2009;24(6)19.

29. Stieb DM, Szyszkowicz M, Rowe BH, Leech JA. Air pollution and emergency department visits for cardiac and respiratory conditions: a multi-city time-series analysis. *Environ Health*. 2009;8:25.

30. Hesterberg TW, Bunn WB, McClellan RO, Hamade AK, Long CM, Valberg PA. Critical review of the human data on short-term nitrogen dioxide (NO₂) exposures: Evidence for NO₂ no-effect levels. *Informa health care* 2009;39 (9):743-781.

31. Jevtić M, Dragić N, Dijelović S, Popović M. Cardiovascular diseases and air pollution in novi sad, erbia. *ijomah*. 2014;27(2).

TABELAS

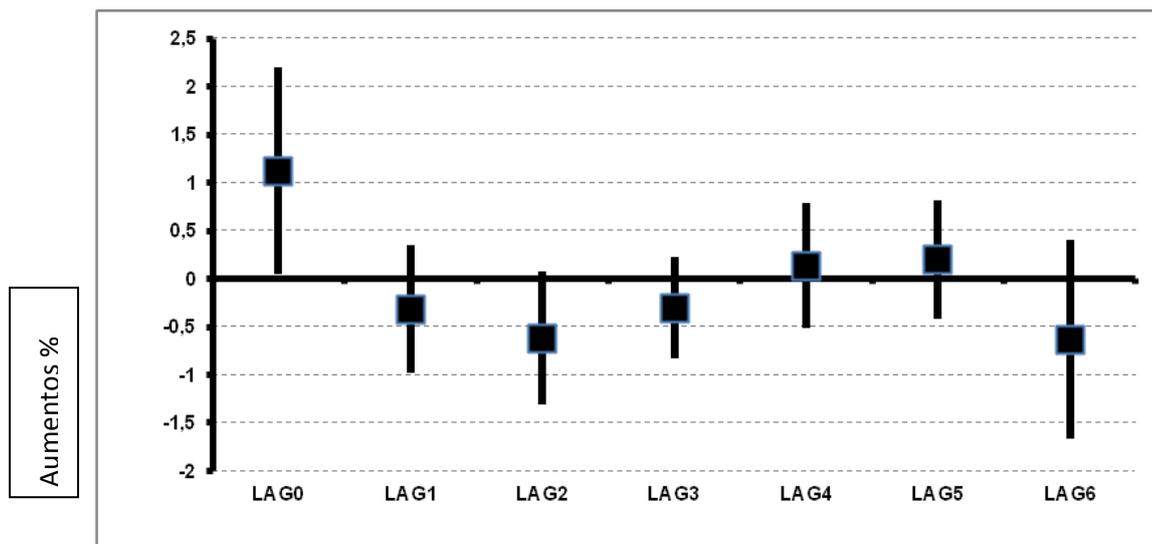
Tabela 1. Análise descritiva das internações diárias por doenças cardiovasculares em uma cidade do Oeste Paulista/ SP, Brasil, entre janeiro de 2009 e dezembro de 2012.

	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
					25 th	50 th	75 th
IH (nº)	4,4	2,5	0,0	16,0	3	4	6
CVD (faixa etária)							
CVD 20-60	1,1	1,7	0,0	12,0	1	2	3
CVD ≥ 61	2,4	1,8	0,0	12,0	1	2	3
Poluentes							
MP ₁₀	18,9	13,9	0,0	101,3	9,4	15,6	26,2
NO ₂	40,7	27,9	0,0	146,0	21,0	37,0	58,0
Variáveis							
meteorológicas							
T mínima (°C)	18,8	4,5	0,0	27,8	17,2	19,3	22,0
T máxima (°C)	23,3	3,4	8,8	32,8	21,5	23,9	25,6
UR (%)	64,9	13,8	15,0	98,5	55,5	65,5	75,0
VV (m/s)	1,6	0,6	0,2	3,8	1,2	1,6	2,1
DV(°)	132,4	49,3	10,16	318,1	97,8	119,3	159,0
Precipitação (mbar)	1,3	6,2	0,0	110,8	0,0	0,0	0,2

Legenda: DP = desvio padrão; IH= internação hospitalar; CVD= doença cardiovascular; MP₁₀= material particulado de 10 micrômetros; NO₂= dióxido de nitrogênio; T = temperatura; °C = grau Celsius; % = porcentagem; UR= umidade relativa do ar VV= velocidade do vento; DV = Direção do Vento; (°) = graus; m/s = milissegundos; mbar = milibar.

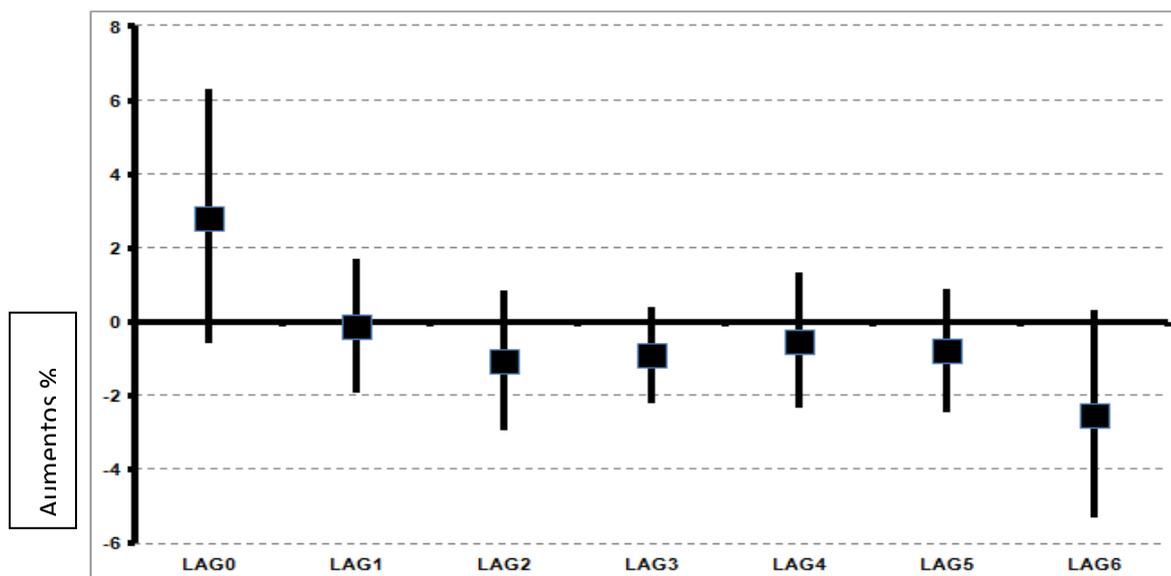
FIGURAS

Figura 1. Aumentos percentuais de IC de 95% para as doenças cardiovasculares de adultos com idades entre 20-60 ou maior que 60 anos relacionadas com o NO₂, sob o efeito em curto prazo de 1,12% no Oeste Paulista/SP, Brasil no período de 2009 a 2012.



Legenda: Lag = Dias de exposição; *lag0 = mesmo dia= $p < 0,05$; lag1= um dia após a exposição; lag2= dois dias após a exposição; lag3= três dias após a exposição; lag4= quatro dias após a exposição; lag5= cinco dias após a exposição e lag6= seis dias após a exposição.

Figura 2. Aumentos percentuais de IC de 95% para as doenças cardiovasculares de adultos com idades entre 20-60 ou maior que 60 anos relacionadas com o MP_{10} , sob o efeito em curto prazo no Oeste Paulista/SP, Brasil no período de 2009 a 2012.



Legenda: Lag = Dias de exposição; *lag0 = mesmo dia; lag1= um dia após a exposição; lag2= dois dias após a exposição; lag3= três dias após a exposição; lag4= quatro dia após a exposição; lag5= cinco dias após a exposição e lag6= seis dias após a exposição.

Conclusões

Com base nos estudos apresentados nesta dissertação, pode-se concluir que a exposição indireta à poluição do ar advinda da queima de cana-de-açúcar mesmo em limites considerados aceitáveis pelos órgãos competentes, causam o aumento do número de internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares de moradores do Oeste Paulista, além de aumentar a exacerbação dessas doenças em períodos onde esses poluentes são liberados na atmosfera através da queima da cana-de-açúcar.

Desta forma, conclui-se que é de suma importância a atuação das políticas de saúde pública que promova a conscientização e orientação a saúde, bem como o controle das emissões dos poluentes atmosféricos, especificamente para as necessidades dessa população, contribuindo assim na redução do número de internações hospitalares, na prevenção de exacerbações e surgimento das doenças respiratórias e cardiovasculares e ainda garantir um excelente padrão de qualidade do ar para a região do Oeste Paulista através das medidas de controle dos poluentes.

Referências bibliográficas

1. Novaes, M.R. et al. Análise espacial da redução da queima na colheita da cana-de-açúcar: perspectivas futuras ao cumprimento do protocolo agroambiental. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 572-83, maio/jun. 2011.
2. Masiero, G.; lopes, H. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. Rev. Bras. Polít. Int., v. 51, n. 2, p. 60-79, 2008.
3. Uriarte, M. et al. Expansion of sugarcane production in São Paulo, Brazil: Implications for fire occurrence and respiratory health. Agriculture, Ecosystems and Environment, São Paulo, p. 48-56, 2009.
4. Arbex MA, Santos UP, Martins LC, Saldiva PHN, Pereira LAA, Braga ALF. A Poluição do ar e o sistema respiratório. J Bras Pneumol. 2012; 38 (Supl 5):643-655.
5. Braga ALF, Pereira LAA, Procópio M, André PA, Saldiva PHN. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro. 2007; 23 (Sup 4):S570-S578.
6. Cetesb. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2004. São Paulo: CETESB, 2005:1-153.

7. Aguiar, DA et al. Monitoramento do modo de colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo – ano safra 2009/2010. INPE, São José dos Campos, 2010.
8. Novaes, MR et al. Análise espacial da redução da queima na colheita da cana-de-açúcar: perspectivas futuras ao cumprimento do protocolo agroambiental. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 572-83, maio/jun. 2011.
9. Künzli N, Perez L, Rapp R. Air quality and health. Lausanne: European Respiratory Society; 2010.
10. World Health Organization. Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen: World Health Organization; 2005.
11. Po JY, FitzGerald JM, Carlsten C. Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis. Thorax. 2011;66(3):232-9. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2010.147884>.
12. Oberg M, Jaakkola MS, Woodward A, Peruga A, Prüss-Ustün A. Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke: a retrospective analysis of data from 192 countries. Lancet. 2011;377(9760):139-46. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61388-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61388-8).

13. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA 3rd, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121(21):2331-78. [http:// dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d8e3e1](http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d8e3e1).

14. Braga ALF, Zanobetti A, Schwartz J. The lag structure between particulate air pollution and respiratory and cardiovascular deaths in 10 US cities. *J Occup Environ Med*. 2001;43(11):927-33. <http://dx.doi.org/10.1097/00043764-200111000-00001>.

15. Ferreira-Ceccato, AD; Ramos, EMC; Carvalho-Junior, LCS; Xavier, RF; Teixeira, MFS; Raymundo-Pereira, PA; Proença, CA; Toledo, AC; Ramos, D. Short terms effects of air pollution from biomass burning in mucociliary clearance of Brazilian sugarcane cutters. *Respiratory Medicine*, v. 105, p. 1766-8, August, 2011.