ANTONIO CARLOS CORTEZ MAURO

**Poluição, internação e renda: uma abordagem espacial
no município de São José dos Campos**

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do Título de Doutor em
Ciências

Programa de Patologia

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018, de 13 de Outubro de 2011.
A versão original está disponível na Biblioteca FMUSP)

São Paulo
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Mauro, Antonio Carlos Cortez

Poluição, internação e renda : uma abordagem espacial no município de São
José dos Campos / Antonio Carlos Cortez Mauro. -- São Paulo, 2014.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Patologia.

Orientador: Luiz Alberto Amador Pereira.

Descritores: 1.Poluição do ar 2.Internação hospitalar 3.Idoso 4.Renda
5.Distribuição espacial da população

USP/FM/DBD-336/14

A Didi e Natalino, queridos pais, que
partiram durante esta jornada, legando
bem-aventurança, propósito e fé.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira, pela paciente orientação, confiança e perseverança no amparo deste aprendizado.

À Prof^ª. Dr^ª. Rauda Lúcia Navega Cruz Mariani, amiga e mentora nesta jornada, pelo companheirismo e ensinamentos.

À Prof^ª. Dr^ª. Regiani Carvalho de Oliveira, pelo contínuo incentivo e colaboração.

Ao INAIRA e Equipe, por respaldar esta caminhada.

À Engenheira Ambiental Maiara Resende, pelo amigoso e competente auxílio técnico em Geoprocessamento.

Ao Tecnólogo em Informação, Rafael Henrique Mauro Moreira, sobrinho querido, por todo suporte em TI.

À Prefeitura Municipal de São José dos Campos e aos colegas das Secretarias de Saúde, Meio Ambiente e Planejamento Urbano, pelo apoio e informações.

Ao amigo Cláudio Calasans Camargo e a todos que de algum forma colaboraram para a conclusão deste trabalho.

À Flávia, minha família, pela incondicional compreensão e carinho.

Em tempos em que imagem e honrarias parecem prevalecer ao conteúdo e mérito, abençoada seja a oportunidade de aprender, conquistar, agradecer e servir.

Normatização adotada

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos	5
1.1.1 Inventário das Fontes Móveis	6
1.1.1.1 Transporte Aéreo	7
1.1.1.2 Transporte Ferroviário	8
1.1.1.3 Transporte Rodoviário	10
1.1.2 Inventário das Fontes Fixas	12
1.1.2.1 Fontes do Setor Agropecuário	13
1.1.2.2 Aterros Sanitários	15
1.1.2.3 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE)	16
1.1.2.4 Postos de Combustíveis	16
1.1.2.5 Emissões por Queimadas	18
1.1.2.6 Emissões Biogênicas	19
1.1.2.6.1 Emissões por Descargas Elétricas	19
1.1.2.6.2 Emissões da Vegetação	20

1.1.2.7 Queima de Biomassa	21
1.1.2.8 Fontes Industriais	22
1.1.3 Totalização das Emissões de Poluentes Atmosféricos	23
1.2 Poluição, Doença e Espaço	26
2 OBJETIVOS	29
2.1 Objetivo Geral	31
2.2 Objetivos Específicos	31
3 CASUÍSTICA E MÉTODOS	33
3.1 Tipologia do Estudo	35
3.2 Definição de Área, População e Período de Estudo	35
3.3 Origem dos Dados	36
3.3.1 Base de Dados de Internações Hospitalares	38
3.3.2 Dados Socioeconômicos	40
3.3.3 Dados Cartográficos	42
3.3.4 Dados sobre Poluição Atmosférica	43
3.4 Agregação de Dados	44
3.5 Análise Descritiva	46
3.6 Análise Espacial	46
3.6.1 Índice Global de Moran	47
3.6.2 Estimador de Kernel	48

3.7 Aspectos Éticos	49
4 RESULTADOS	51
5 DISCUSSÃO	61
6 CONCLUSÕES	71
7 ANEXOS	75
7.1 Anexo A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	77
8 REFERÊNCIAS.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do Município de São José dos Campos	4
Figura 2 - Totalização das Emissões no Aeroporto de São José dos Campos – Ano 2010	8
Figura 3 - Totalização das Emissões por Ferrovia em São José dos Campos – Ano 2010	9
Figura 4 - Totalização das Emissões por Transporte Rodoviário em São José dos Campos – Ano 2010	11
Figura 5 - Totalização das Emissões por Agricultura em São José dos Campos – Ano 2010	14
Figura 6 - Totalização das Emissões pelo Aterro Sanitário de São José dos Campos – Ano 2010	15
Figura 7 - Totalização das Emissões de COV por Tipo de Combustível, pelos Postos de Combustíveis de São José dos Campos – Ano 2010	17
Figura 8- Totalização das Emissões de Poluentes por Queima de Biomassa em São José dos Campos – Ano 2010	21
Figura 9 - Totalização das Emissões de Poluentes Atmosféricos de São José dos Campos – Ano 2010	23
Figura 10 - Total das Emissões de Monóxido de Carbono – CO em São José dos Campos – Ano 2010	24
Figura 11 - Total das Emissões de Óxidos de Enxofre – SO _x em São José dos Campos – Ano 2010	24

Figura 12 - Total das Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis - COV em São José dos Campos – Ano 2010	25
Figura 13 - Total das Emissões de Óxidos de Nitrogênio – NO _x em São José dos Campos – Ano 2010	25
Figura 14 – Etapas do cálculo de densidade de pontos segundo o Estimador de Kernel	49
Figura 15 - Mapas Temáticos 1 e 2 - Espacialização do percentual de famílias inseridas na Faixa de Renda Familiar de até 5 Salários Mínimos (SM) e da Taxa de Internação de Idosos por Setor Socioeconômico do Município de São José dos Campos	55
Figura 16 - Mapa representativo da aplicação do Estimador de Kernel sobre a Área Urbana do Município, considerando o local de habitação de pacientes idosos internados e a localização da Rodovia Presidente Dutra	57
Figura 17 – Mosaico Ilustrativo do Total de Emissão de Poluentes e Identificação de Fontes Emissoras por Poluente	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de internações de idosos (≥ 60 anos); população total e população de idosos, Taxa de Internações de Idosos, Faixas de Renda Familiar por setores socioeconômicos - município de São José dos Campos - Ano 2010	53
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

AIH	Autorização de Internação Hospitalar
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CH ₄	Gás Metano
CID 10	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – 10ª revisão
CO	Monóxido de Carbono
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
CTA	Centro Tecnológico da Aeronáutica
DP	Desvio Padrão
DTPD	Densidade de Tráfego Ponderada pela Distância
ECCAD	<i>Emissions of atmospheric Compounds & Compilation of Ancillary Data</i>
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EIIP	<i>Emission Inventory Improvement Program</i>
Embraer	Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>

ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GNV	Gás Natural Veicular
HCT	Hidrocarbonetos Totais
HM	Hospital Municipal
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
Kg	Quilograma
LTO	<i>landing and take-off</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP ₁₀	Material Particulado
MP _{2,5}	Material Particulado (fino)
NEPO	Núcleo de Estudos de População
NO	Monóxido de Nitrogênio
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
OMS	Organização Mundial da Saúde

SEMEA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SM	Salário Mínimo
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
SO ₂	Dióxido de Enxofre
SO _x	Óxidos de Enxofre
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas
SPU	Secretaria Municipal de Planejamento Urbano
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

Mauro ACC. *Poluição, internação e renda: uma abordagem espacial no município de São José dos Campos* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

Introdução – São José dos Campos é um importante centro econômico e polo industrial, situado em uma região de vale e baixa dispersão atmosférica. Essas características são sugestivas de importante poluição do ar local, a qual pode afetar a saúde de populações mais vulneráveis, como a de idosos. Considerando que hospitalização de idosos pode estar relacionada também a fatores de risco, como a exposição à poluição em decorrência do local de moradia e à renda familiar, este trabalho propõe um estudo da distribuição espacial dos locais de habitação de idosos internados por doenças respiratórias e cardiovasculares, que podem ser associadas a processos da poluição do ar, verificando a existência de distribuição aleatória ou formação de agrupamentos e a correlação com a renda familiar predominante nos setores socioeconômicos do Município. **Casuística e Métodos** - Foi elaborado um banco de dados registrando os endereços, com coordenadas geográficas, de pacientes idosos internados por doenças cardiovasculares e respiratórias no Hospital Municipal de São José dos Campos, no ano de 2010. Foi realizada a espacialização desses endereços sobre o mapa da área urbana, bem como a espacialização da Taxa de Internação desses idosos sobre o mapa dos setores socioeconômicos do Município. Analisou-se a distribuição espacial da Taxa de Internação, utilizando-se estatística descritiva e Índice de Moran. Foi analisada a distribuição geográfica dos locais de habitação dos pacientes internados, aplicando-se o Estimador de Kernel. **Resultados** - Foram identificadas 1.200 internações de idosos por doenças respiratórias e cardiovasculares. O Índice de Moran, com base na divisão socioeconômica e taxas de internação do Município, não identificou agrupamentos de setores. Porém, a aplicação do Estimador de Kernel na espacialização dos locais de habitação permitiu a visualização de agrupamentos no entorno de importante autoestrada e fonte emissora de poluentes. **Conclusões** – A existência de agrupamentos de habitações de pacientes internados, próximos à principal rodovia que atravessa o Município, sugere correlação com a poluição por emissões veiculares. Não foram observadas evidências conclusivas sobre a correlação espacial entre taxa de internação e renda. O Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do Município, através da caracterização das fontes de poluição, corroborou a identificação de fatores de risco sanitário e ambiental.

Descritores: Poluição do ar; Internação hospitalar; Idoso; Renda; Distribuição espacial da população.

ABSTRACT

Mauro ACC. *Pollution, hospitalization and income: a spatial approach in São José dos Campos* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2014.

Introduction - São José dos Campos is an important economic and industrial hub center, located in a valley and region of low atmospheric dispersion. These features are suggestive of important local air pollution, which can affect the health of vulnerable populations such as the aged. Whereas hospitalization of the aged may also be related to risk factors such as exposure to pollution from the place of residence and family income, this thesis proposes a study of the spatial distribution of housing sites for aged patients hospitalized for respiratory and cardiovascular diseases which may be associated to air pollution processes, checking for random distribution or formation of clusters and the correlation with the predominant household income in socioeconomic sectors of the Municipality.

Casuistry and Methods - A database was developed registering addresses with geographical coordinates of aged patients hospitalized for cardiovascular and respiratory diseases at São José dos Campos Municipal Hospital, in the year 2010. The spatial distribution of these addresses was performed on the map of the urban area as well as the spatial rate of hospitalization of the aged on the socio-economic sectors map of the Municipality. The spatial distribution of the hospitalization rate was analyzed, using descriptive statistics and the Moran's Index. The geographic distribution of housing sites of hospitalized patients was analyzed by applying the Kernel Estimator. **Results** - 1,200 hospitalizations of aged people were identified for respiratory and cardiovascular diseases. The Moran's Index, based on socioeconomic division and admission rates to the municipality, not identified groups of sectors. However, the application of Kernel Estimator for interpolation of local housing allowed the visualization of clusters around the major highway and emission source of pollutants. **Conclusions** - The existence of clusters of dwellings inpatients, near the main highway that runs through the municipality, suggests correlation with pollution from vehicle emissions. No conclusive evidence on the spatial correlation between hospitalization rate and income were observed. The Emission Inventory of Air Pollutants of the Municipality, through the characterization of pollution sources, corroborated the identification of health and environmental risk factors.

Descriptors: Air pollution; Hospitalization; Aged; Income; Residence characteristics.

1 INTRODUÇÃO

O incremento de doenças respiratórias e cardiovasculares, assim como da mortalidade geral e específica, associadas à exposição a poluentes presentes na atmosfera é consenso entre muitos pesquisadores em diferentes ambientes^{1, 2, 3, 4}. Segundo a OMS, 50% das doenças respiratórias crônicas e 60% das doenças respiratórias agudas estão associadas à exposição a poluentes atmosféricos. Condições socioeconômicas, como situação de moradia, alimentação e acesso a serviços de saúde, também são fatores que aumentam a vulnerabilidade de populações expostas aos poluentes atmosféricos, aumentando a demanda e gastos de serviços de saúde^{5, 6}.

Estudos relacionando os níveis de poluição do ar com efeitos à saúde tem sido desenvolvidos em áreas metropolitanas, onde já existe monitoramento da qualidade do ar, razoavelmente estruturado. Em municípios limítrofes, como São José dos Campos, onde a população também está sujeita aos mesmos riscos, a ausência de estudos semelhantes dificulta a correta caracterização de risco⁷.

A Figura 1 mostra limites do Município de São José dos Campos, destacando sua área urbana e o núcleo urbano de seu Distrito de São Francisco Xavier. Localizado a leste do Estado de São Paulo, no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, o Município tem cerca de 1.100 km² de território, sendo um terço ocupado pela área urbana. Com cerca de 630 mil habitantes⁸, destaca-se pela localização estratégica entre São Paulo e o Rio de Janeiro, o que explica, em parte, o desenvolvimento do setor industrial, comercial e de serviços. São José dos Campos é servido por ampla malha rodoviária, destacando-se seis importantes rodovias, bem como seu complexo industrial formado por mais de

1 INTRODUÇÃO

900 indústrias. Outro fator que contribui para o Município ser considerado um centro urbano de elevado potencial de poluição atmosférica é a expressiva frota veicular, com cerca de 320 mil veículos à época do estudo⁸. A situação topográfica de vale, também favorece ocorrências de inversões térmicas e consequente baixa dispersão atmosférica.

Figura 1- Localização do Município de São José dos Campos

O sistema de monitoramento da qualidade do ar atualmente instalado no município de São José dos Campos permanece deficitário em termos de número de estações medidoras, como também por não contemplar todas as substâncias poluentes regulamentadas. Assim, o estabelecimento do quadro geral dos níveis de concentração de poluição atmosférica ao qual a população está exposta, somente torna-se possível por forma indireta. Em Mariani et al⁹, um

quadro do grau de poluição em São José dos Campos foi elaborado a partir de biomonitoramento, como metodologia alternativa.

A partir do ano de 2013, o Município passou a contar com um importante documento técnico intitulado Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos¹⁰, resultante de estudo promovido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMEA), que tendo por base o ano de 2010, caracterizou as emissões de diversas atividades poluidoras do Município, dentre essas, as industriais, de aeroportos, queimadas, composições férreas, aterros sanitários, vias de tráfego, agricultura e pecuária.

A importância desse documento reside no fato de que seu conteúdo passa a referenciar a quase totalidade da poluição atmosférica gerada no próprio Município e cuja composição, magnitude e localização de fontes são de interesse analítico deste trabalho, razão pela qual é criado capítulo descritivo a seguir.

1.1 Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos

O Inventário¹⁰ relata que o desenvolvimento do estudo de emissões de poluentes atmosféricos do Município agregou a apresentação de três produtos. Primeiramente, a caracterização das fontes móveis de poluentes. A seguir, a caracterização das fontes fixas. E posteriormente, a apuração das emissões de

1 INTRODUÇÃO

poluentes atmosféricos de todas as principais tipologias de fontes emissoras existentes na área de abrangência do Município. O produto final reuniu todas as informações e características das fontes emissoras apresentadas nos produtos anteriores, quantificando as emissões dos poluentes atmosféricos regulamentados no Estado de São Paulo: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Óxidos de Enxofre (SO_x), Material Particulado (MP₁₀ e/ou MP_{2,5}) e Compostos Orgânicos Voláteis (COV).

Como metodologia de cálculo de emissões, esse estudo refere a utilização de diretrizes do *Emission Inventory Improvement Program* (EIIP), com abordagem *Bottom-up*, de acordo com a *Environmental Protection Agency* (EPA), assim como, nos casos de dificuldade de acesso a informações, abordagem metodológica *Top-down*.

1.1.1 Inventário das Fontes Móveis

O Inventário das Fontes Móveis apresenta a caracterização e a quantificação das emissões de poluentes atmosféricos provenientes do transporte aéreo, ferroviário e rodoviário do Município.

1.1.1.1 Transporte Aéreo

O aeroporto de São José dos Campos pertence ao Ministério da Aeronáutica, sendo a Infraero responsável pela administração e prestação de serviços. O aeroporto é compartilhado pela aviação civil, pela Embraer – Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A., pelo Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e pelo aeroclube local.

A especificação técnica utilizada para a quantificação das emissões provenientes de aeronaves seguiu a metodologia Tier 2 do IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*¹¹.

Segundo informações da Infraero, no ano de 2010, o aeroporto de São José dos Campos totalizou cerca de 10.000 ciclos de LTO (pousos e decolagens), envolvendo aviação civil e militar.

A quantificação das emissões apresentou o poluente monóxido de carbono (CO) como mais expressivo, englobando cerca de 57% de toda a massa de poluente emitida no ano de 2010, seguido do poluente óxidos de nitrogênio (NO_x), com cerca de 30% das emissões, que quando somados, totalizam quase 90% do quantificado para o aeroporto do Município.

A Figura 2 ilustra a emissão atribuída às aeronaves, por poluente atmosférico.

Figura 2 - Totalização das Emissões no Aeroporto de São José dos Campos – Ano 2010
Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

1.1.1.2 Transporte Ferroviário

Pelo Município atravessa um trecho da malha ferroviária regional com extensão de 26,5 Km, caracterizado como importante modal para o escoamento de cargas diversas.

Para o cálculo das emissões provenientes dessa ferrovia foi utilizada metodologia Tier 2, recomendada pela Agência Europeia do Ambiente (EEA)¹², considerando a tipologia das locomotivas utilizadas pela administradora do trecho ferroviário e respectivos consumos de combustível.

Na figura 3 é ilustrado o cômputo das emissões atribuídas às composições férreas que passaram pelo Município no ano de 2010, cujos destaques são as emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x) com 112.861,89 Kg/ano e monóxido de carbono (CO) com 32.246,26 Kg/ano.

Figura 3 - Totalização das Emissões por Ferrovia em São José dos Campos – Ano 2010
Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

1.1.1.3 Transporte Rodoviário

O modal rodoviário tem grande significância em centros urbanos, pois as vias de tráfego configuram-se como tipologia de fonte emissora com expressiva carga de poluentes atmosféricos.

Foi utilizada a metodologia de cálculo de emissões recomendada pelo Ministério de Meio Ambiente do Brasil (MMA), cujo detalhamento consta no documento publicado por esse Ministério, sob título, “1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários”¹³.

Em linhas gerais, o método utilizado realiza a Classificação da Frota Circulante e a relaciona com o Fluxo de Veículos das Vias de interesse, o que permite a quantificação das emissões de poluentes atmosféricos.

Cabe ressaltar que a frota veicular circulante em São José dos Campos não é constituída somente por veículos licenciados no Município, pois por situar-se próxima à capital do estado, entre São Paulo e Rio de Janeiro, um dos principais eixos rodoviários do país, cuja principal ligação é a Rodovia Presidente Dutra, que atravessa grande parte de seu território, a Cidade registra grande circulação de veículos das mais variadas origens brasileiras.

Para classificação da frota circulante, os veículos foram categorizados em Automóveis, Motocicletas, Veículos Comerciais Leves e Veículos Pesados (Caminhões Leves, Médios e Pesados, e Ônibus Urbano e Rodoviário), bem como considerados os tipos de combustível utilizados (gasolina, etanol, flex fuel e diesel) e anos de uso (idade da frota).

Uma vez elaborada a classificação da frota veicular, foram selecionadas 98 vias de interesse e classificadas por volume de tráfego, dentre as quais, a Rodovia Presidente Dutra, a fim da determinação do fluxo de veículos.

Esse conjunto de informações permitiu o cálculo das emissões rodoviárias, ilustradas na Figura 4, dentre as quais, se destaca a de monóxido de carbono (CO), cujo valor de 8.244,5 t/ano, é superior à somatória de todos os demais poluentes (MP, NO_x, SO_x e HCT – Hidrocarbonetos Totais).

Figura 4 - Totalização das Emissões por Transporte Rodoviário em São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

1.1.2 Inventário das Fontes Fixas

O Inventário das Fontes Fixas apresenta a caracterização e a quantificação das emissões de poluentes atmosféricos oriundas da Agropecuária, Aterros Sanitários, Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), Postos de Combustíveis, Queimadas, Fontes Biogênicas, Queima de Biomassa e Indústrias do Município. Conforme consta no documento final do Inventário de Fontes de Poluentes de São José dos Campos, as chamadas fontes áreas (biogênicas) foram incluídas nas fontes fixas, sem diferenciação específica.

1.1.2.1 Fontes do Setor Agropecuário

A criação de animais e o cultivo agrícola diverso têm em comum um peculiar potencial poluidor atmosférico, fato considerado no levantamento de fontes poluidoras do Município.

Para o cálculo desse tipo de emissão foi utilizada metodologia recomendada pela Agência Europeia do Ambiente (EEA), especificamente para a agricultura e baseada no documento *Crop Production and Agricultural Soils*¹⁴, que considera a área de abrangência da cultura, localização e a quantidade de fertilizantes nitrogenados aplicados na mesma.

A Figura 5 ilustra a emissão de poluentes pela agricultura, na qual se observa o destaque de óxidos de nitrogênio (NO_x).

Figura 5 - Totalização das Emissões por Agricultura em São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

Quanto à criação de animais, a metodologia utilizada para o cálculo de emissões foi a recomendada pelo documento *Animal Husbandry and Manure Management*, da Agência Europeia do Ambiente¹⁵.

Em especial para o poluente metano (CH₄), o cálculo das emissões foi realizado através de método específico da EPA.

Em ordem decrescente, foram obtidos os seguintes resultados de emissões: MP₁₀, 14.819,51 Kg/ano, CH₄, 11.721,48 Kg/ano, MP_{2,5}, 9.377,81 Kg/ano e NO, 6.250,88 Kg/ano.

1.1.2.2 Aterros Sanitários

À época do estudo, o Aterro Sanitário Municipal de São José dos Campos recebia cerca de 700 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos.

Considerando que o processo de decomposição de resíduos no interior das células de aterros sanitários gera emissões de poluentes atmosféricos, para a estimativa das emissões geradas pelo aterro sanitário do Município foi utilizada uma ferramenta automatizada denominada *Landfill Gas Emissions Model - LandGEM*¹⁶.

A Figura 6 mostra a distribuição das emissões, com notada discrepância para a de CH₄.

Figura 6 - Totalização das Emissões pelo Aterro Sanitário de São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

1.1.2.3 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE)

A rede de saneamento do Município conta com seis Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

O poluente comum às Estações de Tratamento de Esgoto são os Compostos Orgânicos Voláteis (COV), cuja estimativa através de metodologia da Agência Europeia do Ambiente (*Waste water handling*¹⁷) totalizou, para o conjunto das seis estações, 455,88 Kg/ano.

1.1.2.4 Postos de Combustíveis

Postos de Combustíveis são potenciais emissores de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) para a atmosfera em razão da dinâmica da atividade de estocagem e comercialização dos diversos tipos de produtos, como etanol, gasolina, óleo diesel e gás natural veicular (GNV).

No ano de 2010, em São José dos Campos foram consumidos 101.183.880 litros de Etanol Hidratado, 192.108.764 litros de Gasolina C, 193.594.764 litros de Óleo Diesel e 11.923.604 m³ de GNV, distribuídos pelos 143 estabelecimentos que comercializam combustíveis no Município.

Considerando que Compostos Orgânicos Voláteis (COV) são poluentes tipicamente emitidos por Postos de Combustíveis, através de metodologia específica da EPA¹⁸, foram quantificadas as emissões de COV que totalizaram 462.336,13 Kg/ano e que podem ser observadas na Figura 7, com destaque a elevada emissão pelo combustível gasolina.

Figura 7 - Totalização das Emissões de COV por Tipo de Combustível, pelos Postos de Combustíveis de São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

1.1.2.5 Emissões por Queimadas

As queimadas são importantes fontes emissoras, geralmente associadas à expansão da fronteira agrícola e à ação antropogênica.

Neste Inventário foram consideradas as ocorrências de focos de queimadas no Município registradas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no ano de 2010.

As emissões das queimadas são vinculadas à densidade de biomassa local e aos fatores de emissão utilizados, que neste estudo foram os referenciados por Andreae e Merlet, em *Emission of trace gases and aerosols from biomass burning*¹⁹.

O cálculo das emissões de queimadas totalizaram 829.994,13 Kg/ano para MP₁₀, 829.994,13 Kg/ano para MP_{2,5}, 9.831.649,01 Kg/ano para CO, 590.664,79 Kg/ano para COV, 53.226,84 Kg/ano para SO_x e 456.640,37 Kg/ano para NO_x.

1.1.2.6 Emissões Biogênicas

As fontes de emissões biogênicas, também denominadas fontes naturais de emissões, tem origem não antrópica e contemplam os poluentes COV, metano, aerossóis, NO_x, dentre outros.

No Inventário do Município foram caracterizadas as Emissões por Descargas Elétricas e as Emissões de Vegetação.

1.1.2.6.1 Emissões por Descargas Elétricas

As descargas elétricas na atmosfera são capazes de modificar moléculas de oxigênio e nitrogênio, reagrupando átomos de diferentes formas, produzindo dióxido de nitrogênio (NO₂) e monóxido de nitrogênio (NO).

Estudos indicam que a incidência média de raios sobre a atmosfera de São José dos Campos, no período de 1998 e 2011, foi de 11,4 raios por Km²/ano.

Considerando a área do Município e sendo aplicada metodologia específica da Agência Europeia do Ambiente (*Other Sources and Sinks – Lightning*²⁰), a totalização das emissões de NO_x resultou em 34.466,5 Kg/ano.

1.1.2.6.2 Emissões da Vegetação

Regiões com cobertura vegetal constituem fontes naturais de poluentes, pois usualmente emitem para a atmosfera compostos orgânicos voláteis (COV), que são precursores do ozônio troposférico, estando o eteno, os monoterpenos e o isopreno, entre os mais comumente observados.

O cálculo para totalização das emissões oriundas da vegetação foi realizado através de acesso eletrônico à página do ECCAD (*Emissions of atmospheric Compounds & Compilation of Ancillary Data*²¹), resultando em 8.964,56 Kg/ano de COV.

De modo complementar, considerando que o Município apresenta uma expressiva área central, conhecida como Banhado e recoberta por solo reconhecidamente turfoso, foi calculada a respectiva emissão do poluente metano (CH₄), a qual registrou o índice de 313.783,20 Kg/ano.

1.1.2.7 Queima de Biomassa

Para o cálculo desse tipo de emissão foram inventariadas as principais tipologias de estabelecimentos que utilizam biomassa como combustível em seus fornos e fogões (lenha e carvão), caracterizadas pelos restaurantes, churrascarias, padarias e pizzarias, sendo aplicados os fatores de emissão específicos¹⁸.

A Figura 8 ilustra a totalização das emissões provenientes da queima de biomassa.

Figura 8- Totalização das Emissões de Poluentes por Queima de Biomassa em São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

1.1.2.8 Fontes Industriais

Com cerca de 1.450 empreendimentos, o setor industrial do Município se destaca por apresentar três expressivos segmentos: automotivo, petrolífero e aeroespacial.

A partir de listagem inicial de empreendimentos potencialmente poluidores, agrupados por tipologia da atividade, instalados no Município e licenciados junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), através de análise primária foram selecionadas 241 empresas, distribuídas em 82 atividades distintas. Após análise minuciosa dos respectivos processos de licenciamento junto à CETESB, foram confirmadas 29 atividades industriais que de fato emitem poluentes atmosféricos, as quais, contemplando 100% dos empreendimentos de grande porte e 90% dos de médio porte, tiveram suas emissões quantificadas no Inventário, assim como os sítios sem dados de monitoramento, através de metodologia da EPA¹⁸.

Como resultado, no ano de 2010, as fontes industriais do Município emitiram 9.960,75 Kg de MP₁₀, 5.866,56 Kg de MP_{2,5}, 5.630.054,51 Kg de NO_x, 16.540.894,44 Kg de SO_x, 4.179.403,29 de CO e 8.576.970,83 Kg de COV. O Inventário indica ainda 657.984,75 Kg de MP, sem identificação do diâmetro das partículas.

1.1.3 Totalização das Emissões de Poluentes Atmosféricos

A partir da consecução das etapas anteriores, foi possível elaborar um diagnóstico da matriz de poluentes atmosféricos emitidos no Município, ilustrada pela Figura 9 e na qual observar-se que os quatro maiores índices de emissões são dos gases poluentes CO, SO_x, COV e NO_x.

Figura 9 - Totalização das Emissões de Poluentes Atmosféricos de São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

Nas Figuras 10, 11, 12 e 13 podem ser observados os índices de emissões de CO, SO_x, COV e NO_x, distribuídos por tipologias de fontes

1 INTRODUÇÃO

emissoras, cujo ponto comum é a tipologia de Transporte Rodoviário como a segunda maior fonte emissora de todos os gases poluentes.

Figura 10 - Total das Emissões de Monóxido de Carbono – CO em São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

Figura 11 - Total das Emissões de Óxidos de Enxofre – SO_x em São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

Figura 12 - Total das Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis - COV em São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

Figura 13 - Total das Emissões de Óxidos de Nitrogênio – NO_x em São José dos Campos – Ano 2010

Fonte: Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos (2013)

Por sua abrangência e diversidade de tipologias de fontes emissoras, o Inventário de São José dos Campos caracterizou-se como um estudo de vanguarda nacional, tornando-se um documento técnico de significativa relevância à gestão pública.

1.2 Poluição, Doença e Espaço

Outra grande dificuldade a ser superada é a ausência de instrumentos para a prática da vigilância em saúde que incorporem aspectos ambientais, identificadores de riscos e métodos, que permitam o acompanhamento no espaço e no tempo. A utilização de geotecnologias permite detectar, monitorar e visualizar padrões que podem revelar processos, auxiliando essa vigilância²².

A incorporação de técnicas de geoprocessamento na área de saúde tem história relativamente recente e depende de um conjunto de bases tecnológicas e metodológicas. A manipulação e análise de dados espaciais permitem o mapeamento de doenças, a avaliação de riscos, o planejamento de ações de saúde e a avaliação de redes de atenção. A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita realizar análises espaciais complexas, pois admite a integração de dados de diversas fontes, manipulação de grande volume de elementos e recuperação rápida de informações armazenadas²³.

Nesse sentido, a proposta deste trabalho foi a de verificar se a frequência de internações de idosos por doenças respiratórias e cardiovasculares, que podem ser associadas a processos de poluição atmosférica²⁴, encontra-se distribuída aleatoriamente ou há formação de agrupamentos, caracterizando influências de determinado tipo de fonte de poluição no Município, bem como eventual correlação com fatores socioeconômicos.

O objetivo final é contribuir para a avaliação de risco ambiental, considerando a distribuição espacial do local de habitação de idosos internados (pacientes com idade igual e superior a 60 anos completos), fundamentando ações que promovam melhor qualidade de vida a essa população.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a distribuição espacial dos locais de habitação de pacientes idosos internados por doenças respiratórias e cardiovasculares associadas a processos da poluição do ar e a correlação com a renda familiar predominante nos setores socioeconômicos do município de São José dos Campos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Verificar a existência de distribuição aleatória ou formação de agrupamentos na distribuição espacial dos locais de habitação de pacientes idosos internados por doenças respiratórias e cardiovasculares.

2.2.2 Analisar a correlação espacial entre taxas de internação hospitalar de idosos, por doenças respiratórias e cardiovasculares, e classes de renda familiar predominantes nos setores socioeconômicos do Município.

2 OBJETIVOS

- 2.2.3** Identificar áreas de maior vulnerabilidade à poluição atmosférica considerando os locais de habitação de pacientes internados e classes de renda familiar predominantes no Município.

3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1 TIPOLOGIA DO ESTUDO

Este trabalho tem como propósito a identificação do comportamento espacial de doenças relacionadas à poluição atmosférica e incidentes em pacientes residentes no Município, em um período de um ano. Suas características metodológicas, como a existência de fatores de risco, exposição não controlada, análise comparativa de dados, temporalidade e a unidade de observação ser um grupo de pessoas e não apenas o indivíduo, o caracterizam como um estudo epidemiológico analítico, observacional e ecológico²⁵.

3.2 DEFINIÇÃO DE ÁREA, POPULAÇÃO E PERÍODO DE ESTUDO

Em razão de condições de acessibilidade favorável e fidedignidade das informações oriundas das fontes oficiais do Poder Público, a área de estudo foi definida como à correspondente à área urbana do município de São José dos Campos, incluindo o núcleo urbano do Distrito de São Francisco Xavier, cujos limites estão definidos na pesquisa *Atlas das condições de vida da população de*

*São José dos Campos*²⁶. Esse Atlas foi elaborado a partir de dados da Pesquisa de Instrumentação do Planejamento Urbano e Avaliação do Déficit Habitacional em São José dos Campos, de 2003, projeto desenvolvido através de um convênio de cooperação técnica entre a Secretaria Municipal de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de São José dos Campos (SPU) e o Núcleo de Estudos de População (NEPO) da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, estando disponível na biblioteca técnica da referida Secretaria (SPU).

A população de estudo, considerando-se a significativa susceptibilidade a doenças respiratórias e cardiovasculares relacionadas à poluição atmosférica, bem como as condições de acesso e autenticidade de registros oriundos da esfera pública, foi definida como a de pacientes idosos, com idade igual ou superior a 60 anos completos, internados no Hospital Municipal de São José dos Campos, durante o ano de 2010.

3.3 ORIGEM DOS DADOS

Este estudo foi baseado na obtenção de registros junto a três principais fontes de informações do Poder Executivo Municipal de São José dos Campos: a

Secretaria Municipal de Saúde (SMS), a Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (SPU) e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMEA).

A Secretaria Municipal de Saúde (SMS) forneceu a Base Eletrônica de Dados de Internações Hospitalares, do Hospital Municipal da Cidade (HM).

A Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (SPU) colaborou fornecendo um conjunto de Dados Socioeconômicos e Cartográficos, oriundos do *Atlas das condições de vida da população de São José dos Campos*²⁶, de registros técnicos da Pesquisa de Instrumentação do Planejamento Urbano e Avaliação do Déficit Habitacional em São José dos Campos, de 2003 e da Base Cartográfica Eletrônica do Município, disponíveis respectivamente, na Biblioteca e no Banco de Dados do Sistema de Informação Geográfica daquela Secretaria (SPU).

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMEA) forneceu informações sobre a Poluição Atmosférica no Município, através do documento técnico denominado Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos, disponível no acervo técnico da citada Secretaria.

3.3.1 BASE DE DADOS DE INTERNAÇÕES HOSPITALARES

A Base de Dados de Internações Hospitalares foi fornecida pela Secretaria Municipal de Saúde de São José dos Campos (SMS), através de planilha eletrônica Microsoft Excel, a qual registrava em sua versão original, todas as internações hospitalares do sistema público (Autorização de Internação Hospitalar – AIH) ocorridas no Hospital Municipal, durante o ano de 2010, contemplando dentre os registros, o nome, idade e endereço dos pacientes, bem como a codificação de causa das internações realizada pela Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – CID 10²⁷.

A partir dessa base original de dados procedeu-se à depuração de informações registradas na referida planilha eletrônica, sendo selecionadas de modo sucessivo, as de interesse deste estudo.

Inicialmente, foram excluídas todas as internações de pacientes não residentes em São José dos Campos, considerando que a área de estudo era a do território do Município.

A seguir, em razão da população elegida para estudo corresponder à de idosos, foram excluídos todos os registros de pacientes que no momento da internação não tivessem pelo menos 60 anos completos de idade.

O passo seguinte foi a seleção dos pacientes internados pelas causas de interesse do estudo, segundo a CID 10²⁷, configurando registros classicamente associados pela literatura à poluição atmosférica e correspondentes a doenças cardiovasculares, pneumonias e asma (de I10 a I24; de J12 a J18 e J45), a saber:

I10 - Hipertensão Essencial (primária)

I11 - Doença Cardíaca Hipertensiva

I12 - Doença Renal Hipertensiva

I13 - Doença Cardíaca e Renal Hipertensiva

I15 - Hipertensão Secundária

I20 - Angina Pectoris

I21 - Infarto Agudo do Miocárdio

I22 - Infarto do Miocárdio Recorrente

I23 - Algumas Complicações Atuais Subseqüentes ao Infarto Agudo do Miocárdio

I24 - Outras Doenças Isquêmicas Agudas do Coração

J12 - Pneumonia Viral Não Classificada em Outra Parte

J13 - Pneumonia Devida a *Streptococcus Pneumoniae*

J14 - Pneumonia Devida a *Haemophilus Influenzae*

J15 - Pneumonia Bacteriana Não Classificada em Outra Parte

J16 - Pneumonia Devida a Outros Microorganismos Infecciosos Especificados Não Classificados em Outra Parte

J17 - Pneumonia em Doenças Classificadas em Outra Parte

J18 - Pneumonia Por Microorganismo Não Especificada

J45 - Asma

Como resultado dos procedimentos anteriores de depuração de informações, obteve-se uma base secundária de dados que registrava todos os idosos residentes no Município, que foram internados no ano de 2010, por causas codificadas pela CID 10²⁷ como de I10 a I24, de J12 a J18 e J45, no principal hospital público do Município (Hospital Municipal), totalizando 1.200 registros.

A fim de preparar as informações sanitárias à futura agregação a dados socioeconômicos e cartográficos, os endereços dos pacientes foram conferidos um a um e quando necessário, corrigidos, de modo a não suscitar dúvidas quanto ao bairro de origem, nome da rua e número da habitação dos idosos internados. Da mesma forma, todos os bairros de domicílio receberam uma codificação específica para facilitar o futuro agrupamento em setores.

3.3.2 DADOS SOCIOECONÔMICOS

Os dados socioeconômicos foram originários da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (SPU) e oriundos do *Atlas das condições de vida da*

*população de São José dos Campos*²⁶ e de registros técnicos da Pesquisa de Instrumentação do Planejamento Urbano e Avaliação do Déficit Habitacional em São José dos Campos, de 2003.

Para este estudo foram selecionadas no referido material as seguintes informações: população total do Município, população total por setor socioeconômico, população de idosos do Município, população de idosos por setor socioeconômico, nomes e códigos dos 24 setores socioeconômicos do Município, nomes dos bairros que compunham cada um dos 24 setores socioeconômicos do Município e percentual de famílias por faixa de renda familiar, por setor socioeconômico (até 5 salários mínimos - SM, de 5 a 10 SM, maior que 10 SM e renda não declarada).

De posse das informações anteriores, foi possível elaborar uma base de dados que registrou, de modo segregado, por setor socioeconômico do Município: o número total de habitantes, o número de idosos residentes, a faixa de renda familiar predominante e todos os bairros de composição.

3.3.3 DADOS CARTOGRÁFICOS

Os Dados Cartográficos também foram oriundos da Secretaria de Planejamento Urbano de São José dos Campos (SPU) e constituíram-se em arquivos eletrônicos cedidos em formatos compatíveis a Sistemas de Informação Geográfica, sendo partes integrantes da Base Cartográfica Eletrônica do Município, disponível no acervo eletrônico daquela Secretaria (SPU).

Dentro dos arquivos eletrônicos disponibilizados, foram selecionados os registros dos limites Territoriais e dos Setores Socioeconômicos do Município. No sentido da delimitação da área de estudo, esses limites vetoriais foram incorporados a dois Sistemas de Informação Geográfica utilizados neste estudo para representação e análise de dados espaciais: o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas, versão 5.2.1, um programa de uso livre, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o ArcGIS, versão 9.3, composto por um conjunto de utilitários eletrônicos, comercializado pela empresa ESRI.

A partir da base cartográfica eletrônica disponibilizada e dos Sistemas de Informação Geográfica, foram elaborados mapas que serviram como elementos de análise deste estudo e que serão apresentados a frente.

3.3.4 DADOS SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

As informações sobre a poluição atmosférica utilizadas neste estudo, foram originárias na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMEA), através da cessão do documento técnico intitulado Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do município de São José dos Campos.

Esse Inventário apresenta a caracterização das emissões de diversas atividades poluidoras do Município, sendo identificadas as tipologias e localização das fontes de poluição, assim como os tipos e quantidade de poluentes emitidos.

Essas informações constituem um diferencial deste trabalho, pois há poucos inventários com esse nível de detalhamento no país, sendo que a integração deste, como objeto de análise espacial junto a dados epidemiológicos e socioeconômicos, possibilita a construção de importante referência ambiental ao universo sanitário.

3.4 AGREGAÇÃO DE DADOS

O primeiro passo para a agregação de informações foi a integração da Base de Dados Socioeconômicos à Base de Dados de Internações Hospitalares. Essa integração ocorreu através da associação do código do bairro de endereço de cada paciente internado, ao código de cada setor socioeconômico que o abrangesse. Isto permitiu identificar quais endereços estavam contidos em cada setor socioeconômico. Como consequência, foi possível a identificação do número de idosos internados por setor socioeconômico.

Como extensão desse primeiro passo, foram agregadas a cada setor socioeconômico as respectivas informações correspondentes à população total, população de idosos e percentuais de famílias com renda até 5 salários mínimos (SM), de 5 a 10 SM, maior que 10 SM e renda não declarada.

Como produto dessa agregação primária, foi elaborada uma tabela que registrava as seguintes informações por setor socioeconômico: código do setor, número de internações de idosos, população total, população ≥ 60 anos, taxa de internação de idosos por 100 habitantes, renda até 5 SM, renda de 5 a 10 SM, renda maior que 10 SM e renda não declarada.

A taxa de internação de idosos foi calculada através da divisão do número de idosos internados por setor socioeconômico, pela população de idosos residentes no respectivo setor socioeconômico, multiplicando esse produto por 100.

O segundo passo para a agregação de dados foi a associação de dados da tabela da agregação primária, aos Dados Cartográficos, de modo a elaborar mapas temáticos através da utilização do Sistema de Informação Geográfica SPRING.

Como resultado foram elaborados dois mapas temáticos: um ilustrando a espacialização do percentual de famílias com renda declarada de até 5 salários mínimos (SM), por setor socioeconômico e outro ilustrando a espacialização da taxa de internação de idosos, por setor socioeconômico. Ambos os mapas foram elaborados registrando quatro classes, cuja representação ocorreu em quatro cores de diferentes tons de cinza. Essa classificação visou facilitar a comparação visual dos setores, na qual quanto mais escuro o tom, maior a taxa de internação ou maior o percentual de famílias com renda até 5 SM, nos respectivos mapas temáticos.

Um terceiro passo foi executado visando a identificação geográfica do local de habitação de cada paciente internado. Assim, a partir dos endereços registrados na Base de Dados de Internações Hospitalares, foram obtidas as coordenadas geográficas de cada habitação, através da inserção dos endereços dos idosos no software de localização veicular iGo, versão 8.3 e mapa base Navteq, versão 2011 Q3.

Com a finalidade de verificar a distribuição espacial do local de residência dos pacientes idosos internados, as respectivas coordenadas geográficas foram inseridas no Sistema de Informação Geográfica ArcGIS, versão 9.3, o qual gerou um mapa ilustrando a distribuição dos pontos de residência pelo Município.

3.5 ANÁLISE DESCRITIVA

O conhecimento de elementos de estatística descritiva possibilita o melhor entendimento dos dados de estudo, a definição de classes de agrupamentos, frequência e identificação de padrões.

Neste estudo, foram calculados os elementos de média, mediana e desvio padrão das taxas de internação de idosos por doenças respiratórias e cardiovasculares relacionadas à poluição atmosférica.

Para análise das correlações entre faixa de renda e taxa de internação utilizou-se o método de correlação linear simples e avaliação de significância do valor de “r” com teste “t” de Student²⁸. O teste “t” de Student²⁸ parte de uma hipótese nula que pode ser a não correlação entre duas variáveis. A partir da comparação entre o valor de “t” tabelado (considerando graus de liberdade e índice de probabilidade) e o valor de “t” calculado, a hipótese nula é rejeitada ou não. Isto é, quando “t” calculado é maior que o “t” tabelado, a hipótese nula é rejeitada e considera-se válida a correlação entre as variáveis em teste.

3.6 ANÁLISE ESPACIAL

A partir da Base de Dados Cartográficos, das taxas de internação de idosos por setor socioeconômico e das coordenadas geográficas dos locais de habitação dos idosos internados, procedeu-se à aplicação de duas ferramentas para análise exploratória e correlação espacial de dados: o Índice Global de Moran e o Estimador de Kernel.

3.6.1 ÍNDICE GLOBAL DE MORAN

O cálculo do Índice Global de Moran é baseado na idéia de comparar valores atribuídos a uma área, a valores médios de áreas vizinhas, apresentando um único valor como medida da associação espacial para o conjunto de dados^{29, 30, 31}.

O Índice Global de Moran varia no intervalo de -1 a +1, sendo que o valor igual à zero indica ausência de correlação espacial e os próximos a zero, uma baixa correlação espacial. O valores próximos a +1 indicam dependência espacial e áreas vizinhas com valores similares e portanto, autocorrelação espacial positiva. Os valores próximos a -1 indicam dependência espacial, porém com áreas vizinhas com valores dissemelhantes e assim, autocorrelação espacial negativa.

Neste estudo, o Índice Global de Moran foi calculado através de ferramenta eletrônica de geoestatística disponível no programa Terra View, disponibilizado pelo INPE, visando identificar a correlação espacial entre os setores socioeconômicos do Município, considerando nos padrões automatizados as taxas de internação de idosos ocorrentes nesses setores.

3.6.2 ESTIMADOR DE KERNEL

O Estimador de Kernel é uma ferramenta de geoestatística³², de interpolação exploratória não paramétrica, pela qual uma distribuição espacial de pontos é transformada em uma superfície de densidade, que permite a visualização de “áreas quentes” como uma concentração de eventos que indicam padrões de agrupamentos espaciais que podem merecer atenção diferenciada, independentemente das divisões político-administrativas incidentes.

A utilização do Estimador de Kernel incorre no emprego do raio de influência (τ), que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o alisamento da superfície gerada e da aplicação da função de estimação k , que define propriedades de suavização do fenômeno, conforme ilustrado na Figura 14.

Neste estudo, a aplicação do Estimador de Kernel ocorreu pela introdução das coordenadas geográficas dos locais de habitação dos pacientes idosos internados, no Sistema de Informação Geográfica ArcGIS, versão 9.3, o qual através de ferramenta estatística específica e padrões automatizados, possibilitou a geração de um mapa ilustrativo da densidade de pontos e do padrão de distribuição espacial dos eventos.

Figura 14 – Etapas do cálculo de densidade de pontos segundo o Estimador de Kernel.
Fonte: Ministério da Saúde. Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública. 2007.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

Por utilizar somente dados secundários, este trabalho fica dispensado da elaboração do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão ocorrida no dia 16 de junho de 2010, aprovou o protocolo de pesquisa número 097/10, referente a este estudo.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta o número e a taxa de internação de idosos por doenças respiratórias e cardiovasculares, durante o ano de 2010, distribuídos entre 24 setores socioeconômicos do município de São José dos Campos. A população total, a população de idosos e a distribuição de renda familiar de cada setor (percentual de famílias dividido pela classe de renda declarada em número de salários mínimos) originam-se em informações cedidas pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (SPU). A numeração dos setores corresponde à veiculada na fonte original, sem respeitar sequência numérica.

Tabela 1 - Número de internações de idosos (≥ 60 anos); população total e população de idosos, Taxa de Internações de Idosos, Faixas de Renda Familiar por setores socioeconômicos - município de São José dos Campos - Ano 2010.

Setores	Nº de Internações de Idosos	População Total	População ≥ 60 anos	Taxa de Internação de idosos/100 hab.	Renda até 5 SM	Renda de 5 a 10 SM	Renda Maior que 10 SM	Não Declarada
1	136	30.036	2.177	6,25	70,3	10,9	8,0	10,9
2	66	14.457	2.141	3,08	66,6	11,4	10,0	12,0
3	62	17.080	3.669	1,69	56,6	15,1	20,3	8,0
4	55	19.483	3.139	1,75	67,1	12,9	10,9	9,1
5	69	34.398	2.979	2,32	65,1	17,7	9,4	7,7
6	39	16.336	1.142	3,42	59,7	11,7	13,4	15,1
7	40	26.223	1.089	3,67	66,3	7,1	7,1	19,4
8	17	15.339	1.026	1,66	38,9	20,9	31,4	8,9
9	24	19.119	1.333	1,80	66,6	11,4	10,9	11,1
11	40	13.545	1.187	3,37	67,1	9,4	7,7	15,7
12	99	47.304	2.474	4,00	79,1	3,4	1,7	15,7
13	57	37.563	1.886	3,02	52,3	20,6	17,4	9,7
14	76	25.794	3.327	2,28	56,9	16,9	20,3	6,0
15	131	45.539	3.072	4,26	64,0	13,7	10,0	12,3
16	77	34.061	2.467	3,12	57,7	16,0	16,9	9,4
17	26	18.964	1.341	1,94	38,6	15,7	34,9	10,9
18	4	11.144	733	0,55	9,7	13,1	73,1	4,0
20	16	30.625	4.985	0,32	15,1	16,6	63,4	4,9
21	8	1.901	216	3,70	90,0	5,7	1,4	2,9
22	4	6.477	272	1,47	75,0	0,0	1,4	23,6
24	35	10.623	559	6,26	74,5	5,7	8,3	11,5
27	60	29.873	1.171	5,12	74,9	8,3	3,7	13,1
29	28	20.027	1.072	2,61	77,7	6,6	4,0	11,7
30	31	15.136	1.098	2,82	76,9	2,6	3,4	17,1

4 RESULTADOS

Ao proceder-se à análise descritiva, verifica-se que o valor médio referente à Taxa de Internação de idosos (x100) é 2,94, com Desvio Padrão (DP) 1,53 e valor de Mediana 2,92.

As menores Taxas de Internação observadas, 0,32 e 0,55, são referentes aos setores 20 e 18. Já as maiores, aparecem nos setores 24, 1 e 27, perfazendo 6,26, 6,25 e 5,12 idosos internados para cada 100 idosos residentes, respectivamente.

Os setores 1, 24 e 27 encontram-se entre os oito setores com menor renda familiar do Município (renda até 5 salários mínimos), registrando os percentuais de 70,3, 74,5 e 74,9, respectivamente.

Os maiores percentuais de renda familiar (acima de 10 salários mínimos), 73,1 e 63,4, ocorrem nos setores 18 e 20.

A aplicação de ferramenta estatística de avaliação de correlação linear entre as Taxas de Internação e a Renda Familiar acima de 10 salários mínimos apresentou valor estatisticamente significativo ($R^2 = 0,368$ de acordo com teste “t” de Student²⁸ para $p=0,05$ e $n=24$, Valor de t calculado = 3,58 e t tabelado = 2,07).

A avaliação de correlação entre as Taxas de Internação e a Renda Familiar até 5 Salários Mínimos também apresentou valor estatisticamente significativo ($R^2 = 0,380$ de acordo com teste “t” de Student²⁸ para $p=0,05$ e $n=24$, Valor de t calculado = 3,67 e t tabelado = 2,07).

A Figura 15 apresenta dois mapas temáticos: o Mapa 1, representando a espacialização do percentual de famílias com Faixa de Renda predominante em

até 5 salários mínimos (5 SM), por Setor Socioeconômico e o Mapa 2, registrando a espacialização da Taxa de Internação de Idosos, por Setor Socioeconômico.

Figura 15 - Mapas Temáticos 1 e 2 - Espacialização do percentual de famílias inseridas na Faixa de Renda Familiar de até 5 Salários Mínimos (SM) e da Taxa de Internação de Idosos por Setor Socioeconômico do Município de São José dos Campos.

Há dois setores que não apresentaram informações na fonte de origem, os quais são correspondentes às áreas do CTA e Banhado, representados pela codificação X1 e X2 nos mapas temáticos da Figura 2.

Na Figura 15 também se observa que os setores 1 (Alto da Ponte), 12 (Campo dos Alemães), 21 (São Francisco Xavier), 24 (Freitas/Sertãozinho), 27 (Novo Horizonte), 29 (Putim) e 30 (Capão Grosso/Bom Retiro/Serrote), são os que apresentam a menor Renda Familiar do Município.

4 RESULTADOS

Da mesma forma, os setores 1 (Alto da Ponte), 24 (Freitas/Sertãozinho) e 27 (Novo Horizonte), são os que registram as maiores Taxas de Internação do Município.

No sentido de verificar a existência de agrupamentos entre setores socioeconômicos quanto à classificação por Taxa de Internação de Idosos, foi calculado o Índice Global de Moran, o qual se apresentou como igual a 0, mostrando a independência espacial desses setores.

Considerando-se que o Índice Global de Moran, tendo em vista a correlação espacial da Taxa de Internação de Idosos, mostrou que não houve agrupamento de setores socioeconômicos, optou-se pela espacialização dos locais (pontos) de habitação dos pacientes idosos internados. Dessa forma, pôde-se realizar a análise de distribuição de pontos, através da aplicação do Estimador de Kernel, na qual cada coordenada de local de habitação passou a ser um ponto sobre a imagem cartográfica do limite da Área Urbana do Município, permitindo a geração do mapa representado na Figura 16.

Na Figura 16 pode-se observar a formação de agrupamentos de pontos, indicando a não aleatoriedade de distribuição, a qual se superpõe à maior parte da principal rodovia que atravessa o Município (Rodovia Presidente Dutra).

Figura 16 - Mapa representativo da aplicação do Estimador de Kernel sobre a Área Urbana do Município, considerando o local de habitação de pacientes idosos internados e a localização da Rodovia Presidente Dutra.

Considerando as informações registradas no Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do Município, foi possível a elaboração da Figura 17, na qual é ilustrada na forma de um mosaico de gráficos, a quantidade total emitida de cada poluente no Município, no ano de 2010, assim como, o quanto foi emitido pelas fontes de cada poluente.

A partir da figura 17 é possível observar que o principal poluente emitido no Município é o Monóxido de Carbono (CO), com 23.118,86 toneladas/ano. A seguir aparecem os Óxidos de Enxofre (SO_x) com 18.212,13 toneladas/ano, os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) com 14.399,00 toneladas/ano, os Óxidos de Nitrogênio (NO_x) com 7.348,97 toneladas/ano e Material Particulado (MP) com 1.798,78 toneladas/ano.

Em termos percentuais, a emissão de poluentes no Município é composta por 35,6% de CO, 28,1% de SO_x, 22,2% de COV, 11,3% de NO_x e 2,8% de MP.

Considerando as fontes emissoras, observa-se que do total geral de emissões de poluentes atmosféricos no Município, quantificado em 64.877,74 toneladas/ano, 55,7% ou 36.125,29 toneladas/ano, correspondem às emissões oriundas de Fontes Industriais. Da mesma forma, verifica-se que o Transporte Rodoviário é responsável por quase 24% das emissões, perfazendo 15.559,18 toneladas/ano de poluentes. Em terceiro lugar no volume de emissões do Município surgem as Queimadas, totalizando 11.762,17 toneladas/ano, correspondentes a cerca de 18% do total de poluentes emitidos.

5 DISCUSSÃO

Este estudo teve como ideia central a identificação de áreas no Município com maior vulnerabilidade à ocorrência de doenças respiratórias e cardiovasculares em idosos, considerando fatores de risco ambiental associados à poluição atmosférica e risco social relacionado ao poder aquisitivo familiar.

Nesse sentido, o desenvolvimento deste trabalho possibilitou a observação da distribuição espacial dos locais de habitação de pacientes idosos internados por doenças respiratórias e cardiovasculares associadas a processos da poluição do ar, bem como da correlação dessa distribuição, com a renda familiar predominante nos setores socioeconômicos do município de São José dos Campos.

A população e o grupo de doenças deste estudo foram selecionados considerando que os efeitos adversos da poluição atmosférica no sistema cardiovascular e respiratório humano são temas frequentes na literatura^{33, 34, 35, 36, 37}, assim como a maior susceptibilidade da população idosa a esses efeitos^{38, 39}.

A exposição à poluição atmosférica pode desencadear estresse oxidativo e condições inflamatórias sistêmicas que podem levar a danos celulares no sistema respiratório, ocasionando redução da função pulmonar. Os parâmetros sanguíneos de viscosidade e plaquetas também podem ser alterados, aumentando assim, o risco a desfechos cardiovasculares⁴⁰.

Diante do fato de que no período de estudo o sistema de monitoramento da qualidade do ar de São José dos Campos era deficitário, dado o número de estações de monitoramento e a não contemplação de todos os

5 DISCUSSÃO

poluentes regulamentados pela integralidade de seus equipamentos, a determinação de forma direta de um quadro dos níveis de poluição no Município tornou-se contraindicada. Por consequência, assim como Mariani⁹, que utilizou o modelo alternativo do biomonitoramento para avaliação do nível de poluição atmosférica, este estudo também optou por meio indireto de avaliação, porém considerando a distribuição espacial da taxa de internação hospitalar por doenças associadas à poluição do ar. Rodrigues⁴¹, no estudo da distribuição de casos de asma em idosos na Amazônia, utilizando a espacialização da taxa de internação dessa doença, cuja associação à poluição é frequente, verificou a predominância das ocorrências durante o período seco da região, o qual coincide com o período de maior incidência regional das queimadas, fator de notória contribuição à poluição atmosférica.

No presente trabalho, considerando as taxas de internação de idosos, procedeu-se à análise descritiva, na qual foram observados os valores de 2,94 para Média, 2,92 para Mediana e 1,53 para Desvio Padrão.

Do ponto de vista estatístico, a proximidade de valores observada entre Média e Mediana é indicativa de uma tendência de distribuição normal dos valores de taxa de internação⁴². Da mesma forma, considerando o Desvio Padrão, vê-se que entre as taxas de 1,41 e 4,47, ou seja, na faixa de valores cujos extremos correspondem ao valor da média subtraído ou acrescido de 1,53 (Desvio Padrão), concentram-se quase 80% das taxas de internação observadas. Verifica-se também que os 20% restantes e que compõem os extremos da sequência numérica

crescente das taxas, são formados pelas duas menores e às três maiores taxas de internação do Município.

No sentido da análise de eventual correlação de fator de risco social à ocorrência de internações, foram correlacionadas as taxas de internação aos respectivos percentuais de renda familiar de cada setor socioeconômico. Nesse processo ficou evidenciado que as duas menores taxas de internação do Município (0,32 e 0,55) ocorrem nos dois setores nos quais prevalecem os dois maiores percentuais de renda familiar do Município (63,4 e 73,1% acima de 10 SM, respectivamente). Essa relação de inversa proporcionalidade foi ratificada ao aplicar-se a correlação linear, considerando a taxa de internação e a renda familiar acima de 10 salários mínimos (SM), resultando em registros indicativos de significância estatística²⁸. Desse modo, percebe-se que nas regiões do Município nas quais o poder aquisitivo familiar é o mais alto, as taxas de internação são as mais baixas. Porém, como limitação deste estudo, observa-se que tal juízo deve ser acautelado e melhor ponderado, pois as internações registradas são oriundas de hospital público, pelo Sistema Único de Saúde (SUS), não havendo informações de serviços privados de saúde, cujo acesso, em geral, está vinculado à população de melhor renda. Assim, é possível e muito provável, que o número de internações em setores com maior renda seja maior do que o disponibilizado pela Secretaria Municipal de Saúde, fato que incidirá sobre a citada tendência. Da mesma forma, há que se considerar que internações consistem em eventos com desfechos de maior gravidade e assim, mais influenciadas por questões socioeconômicas e de acesso a serviços de saúde⁴¹. Desse modo, idosos residentes

5 DISCUSSÃO

em setores nos quais prevalecem rendas maiores, teriam mais acesso a serviços e melhores recursos para superar crises, não evoluindo à internação.

Seguindo essa linha de análise, a aplicação da correlação linear, considerando a taxa de internação e a renda familiar de até 5 salários mínimos (SM), também apresenta registros indicativos de significância estatística²⁸. Assim, observa-se que nas regiões do Município nas quais o poder aquisitivo familiar é mais baixo, as taxas de internação tendem a ser mais altas.

Por outro lado, os três setores (24, 1 e 27) que registram as três maiores taxas de internação do Município (6,26, 6,23 e 5,12, respectivamente), não coincidem com os que apresentam as três menores rendas do Município, atribuídas aos setores 21, 22 e 12, registrando 72,9, 71,4 e 70,0% das famílias com renda de até 3 SM, respectivamente. Porém, localizam-se na 5ª, 7ª e 9ª posição entre os setores com menor renda.

Apesar da existência de correlação estatisticamente significativa, a distribuição espacial é um fator relevante para estudos de possíveis influências ambientais, a fim de verificar se há correspondência direta na distribuição de casos de saúde.

A geocomputação, como um método de análise espacial em saúde, permite a avaliação de riscos associados a doenças, baseada na combinação de diferentes condições que podem ser integradas em mapas²². Assim, em complemento à análise descritiva, procedeu-se à espacialização das taxas de internação e dos percentuais de renda familiar, ambos por setor socioeconômico do Município, cujo resultado foi representado em dois mapas temáticos. A

justaposição dos mapas permitiu a comparação visual da densidade de cores, em escala de cinza, presente em cada setor socioeconômico, sendo quanto mais escura a tonalidade, maior a taxa de internação ou menor a renda familiar no setor. Método semelhante foi utilizado na elaboração do perfil das hospitalizações por doenças respiratórias no Sistema Único de Saúde em Porto Alegre⁴³, permitindo a visualização dos bairros com maiores taxas de internação pela intensidade de cores. No presente estudo, à primeira vista, a observação comparativa entre o mapa temático de internações e o de renda (Figura 15), mostrou que a região norte do Município parece agregar setores nos quais as taxas de internação são altas e a faixa de renda baixa (tons mais escuros). Isso reforça a tese de que pessoas com menor renda apresentam maior chance de internação hospitalar⁴⁴. Todavia, ao ampliar-se a visão comparativa entre os demais setores, verifica-se que não há uma correspondência perfeitamente simétrica de tonalidades de cores entre os mesmos setores dos dois mapas. De modo isolado, observa-se que no mapa temático que registra as taxas de internação, parece que os setores tendem a manter maior relação de proximidade, agrupando-se pelas tonalidades de cores. Para verificar a real correlação espacial entre os setores socioeconômicos, considerando a taxa de internação, procedeu-se ao cálculo do Índice Global de Moran, como Mota⁴⁵ no estudo de internações hospitalares pelo SUS e determinantes de sua distribuição espacial. Porém, diferentemente do que se presumia pela observação visual, o cálculo do Índice Global de Moran resultou no valor igual a 0, indicando não haver correlação espacial entre os setores.

Uma vez constatado o não agrupamento de setores, optou-se pela avaliação da relação de proximidade entre os locais de habitação de idosos internados. Como Nascimento⁴⁶ no estudo da geoepidemiologia da dengue e Mota⁴⁵ no estudo de internações hospitalares, optou-se pela inserção das coordenadas geográficas de pontos de interesse em um sistema de informação geográfica (SIG) para a aplicação do Estimador de Kernel, o qual permite verificar se há algum padrão sistemático ou aleatoriedade na distribuição do conjunto de pontos. Dessa forma, foram inseridas em um SIG as coordenadas geográficas dos locais de habitação de todos os idosos internados e a seguir, executada a ferramenta do Estimador de Kernel. Esse procedimento gerou o mapa da Figura 16, no qual é possível observar a não aleatoriedade da distribuição de pontos, cuja formação de agrupamentos é representada pela projeção de uma imagem, com tonalidade em gradiente de cinza, sobre os limites da área urbana do Município. Observa-se que essa imagem, representativa de agrupamentos ou “áreas quentes”⁴⁶, apresenta-se superposta a grande parte da principal rodovia que atravessa o Município, a Rodovia Presidente Dutra, tornando sugestiva a hipótese de correlação a algum fator de risco, a exemplo de Almeida⁴⁷, que conclui que a poluição relacionada ao tráfego veicular representa significativo elemento de risco à saúde.

Segundo o Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do Município¹⁰, o Transporte Rodoviário é responsável por quase 24% do total das emissões do Município, perfazendo 15.559,18 toneladas/ano de poluentes. Desse volume, a Rodovia Presidente Dutra contribui com quase 55%, totalizando

8.456,82 toneladas/ano de poluentes, o que representa 13% da poluição total emitida pelo Município. Embora a contribuição de poluentes do Transporte Rodoviário seja significativa (cerca de ¼ do total emitido pelo Município), bem como a diretamente relacionada à Rodovia Presidente Dutra, neste ponto fica evidenciada uma limitação do presente trabalho, em razão de não haver estudo específico de dispersão atmosférica de poluentes no Município. A ausência dessa informação limita a capacidade de análise de quais, como e em qual intensidade os poluentes chegam aos domicílios dos pacientes que sofreram internação. Há trabalhos como o de Habermann⁴⁸ que apresenta métodos de avaliação da exposição a poluentes, considerando a ponderação entre a distância das vias de tráfego, o volume e tipo de tráfego, e as residências de pacientes, construindo índices representativos do grau de exposição à poluição veicular. Medeiros⁴⁹ utilizando um indicador de exposição ao tráfego veicular conhecido como Densidade de Tráfego Ponderada pela Distância (DTPD), o qual é baseado em uma curva de distribuição normal para caracterizar a dispersão dos poluentes a partir do centro das vias, conclui haver associação entre desfechos perinatais e a maior exposição à poluição do ar relacionada ao tráfego veicular próximo às residências de pacientes.

Em resumo, observa-se que há correlação espacial entre os locais de habitação de pacientes idosos internados por doenças respiratórias e cardiovasculares associadas à poluição atmosférica. Essa correlação, embora indicativa de não aleatoriedade na distribuição de pontos de residência, parece não sofrer diretamente a influência de limites administrativos geográficos,

5 DISCUSSÃO

considerando a distribuição setorial da renda familiar. Observa-se também que a projeção dos agrupamentos de pontos desses domicílios se superpõe a grande parte da principal fonte emissora de poluentes de origem viária do Município, fonte essa evidenciada por um diferencial deste trabalho, que consiste na apresentação e análise do Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do Município. Assim, foi possível identificar áreas com sugestiva vulnerabilidade, dada a caracterização de risco sanitário e ambiental, às quais deve-se dirigir maior atenção na implementação de políticas públicas que incrementem essa avaliação e controlem os fatores de risco evidenciados.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho estudou a distribuição espacial dos locais de habitação de pacientes idosos internados por doenças respiratórias e cardiovasculares associadas a processos da poluição do ar e a correlação com a renda familiar predominante nos setores socioeconômicos do município de São José dos Campos.

No desenvolvimento deste estudo foi observada a formação de agrupamentos na distribuição espacial dos locais de habitação dos pacientes idosos internados, cuja representação ocorreu pela projeção de uma imagem sobre os limites da área urbana do Município, a qual apresentou-se superposta a grande parte da principal rodovia que atravessa a Cidade.

Ao ser analisada a correlação espacial entre as taxas de internação hospitalar de idosos e as classes de renda familiar predominantes nos setores socioeconômicos do Município, não houve evidência conclusiva de perfeita correlação entre esses indicadores. Observou-se que apesar da análise descritiva indicar correlação de inversa proporcionalidade entre os valores das taxas de internação e faixas de renda, a comparação visual entre os mapas temáticos não apresentou simetria cromática perfeita entre os setores. Da mesma forma, o Índice Global de Moran resultando em 0, quando aplicado às taxas de internação setoriais, indicou não haver agrupamento de setores, configurando independência espacial.

A elaboração dos mapas temáticos possibilitou a comparação intersetorial das taxas de internação e renda familiar predominante, juntamente à

6 CONCLUSÕES

elaboração do mapa do Estimador de Kernel, o que permitiu a identificação de áreas de maior vulnerabilidade à poluição atmosférica no Município.

A análise de dados do Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos do Município, através da caracterização das fontes de poluição, corroborou a identificação de fatores de risco sanitário e ambiental, formando em conjunto com o produto deste estudo, uma importante ferramenta de gestão e implementação de políticas públicas que visem a melhoria da qualidade do ar e de vida no Município.

7.1 ANEXO A – APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 16.06.10, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 097/10 intitulado: **"Influência da poluição atmosférica sobre a ocorrência especializada de doença respiratórias e cardiovasculares no município de São José dos Campos"**, e seus anexos, apresentado pelo Departamento de Patologia.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa.

Pesquisador (a) Responsável: Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira

Pesquisador (a) Executante: Antonio Carlos Cortez Mauro

CEP-FMUSP, 16 de junho de 2010.

Prof. Dr. Eduardo Massad
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

8 REFERÊNCIAS

1. Cifuentes LA, Borja-Aburto VH, Gouveia N, Thurston G, Davis DL. Assessing the health benefits of urban air pollution reductions associated with climate change mitigation (2000-2020): Santiago, São Paulo, Mexico City, and New York City. *Environ Health Perspect.*;109 (Suppl 3), 2001; 419-425.
2. Kampa M, Castanas E. Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution* 151, 2008; 362 a 367.
3. Saldiva PHN, Lichtenfels AJFC, Paiva PSO, Barone IA, Martins MA, Massad E, et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo: a preliminary report. *Environ Res* 1994; 65:218-25.
4. Wilson AM, Salloway JC, Cameron P, Kelly T. Air pollution and the demand for hospital services: a review. *Environment International* 30 (2004) 1109 – 1118.
5. Martins LC, Latorre MRDO, Cardoso MRA, Gonçalves LFT, Saldiva PN, Braga ALF. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Pública*, 2002; 36: 88-94.
6. WHO World Health Organization. Evaluation and use of epidemiological evidence for environmental health risk assessment – Guideline document. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2000; 32p.
7. OPAS Organización Panamericana de la salud. Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud América Latina y el Caribe, 2005.
8. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Frota - 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=354990&idtema=69&search=sao-paulo|sao-jose-dos-campos|frota-2010> > Acesso em: 29 ago.2014.

8 REFERÊNCIAS

9. Mariani RL, Jorge MP, Melione LP, Carvalho-Oliveira R, Ma TH, Saldiva PN. Association between micronuclei frequency in pollen mother cells of *Tradescantia* and mortality due to cancer and cardiovascular diseases: A preliminary study in Sao Jose dos Campos, Brazil., *Environmental Pollution* Vol157(6), pp 1767-1770, June 2009.
10. Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos no município de São José dos Campos. Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São José dos Campos. 2013. 216p.
11. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 3: Mobile Combustion.
12. EMEP/EEA, European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency. Emission Inventory Guidebook 2009. Cap. 1.A.3.c Railways. Disponível em: < <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-c-railways.pdf> > Acesso em: 14 jan.2013.
13. Brasil. Ministério do meio ambiente. Secretaria de mudanças climáticas e qualidade ambiental. Departamento de mudanças climáticas. Gerência de Qualidade do ar. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Brasília, 2011.
14. EEA (European Environment Agency). 2009b. 4.D Crop production and agricultural soils. From the EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009. Disponível em: < <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/4-d/4-d-crop-production-and-agricultural-soils.pdf/view> > Acesso em: 14 jan.2013.
15. EMEP/EEA. 2009. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook: Animal husbandry and manure management. The European Environment Agency (EEA) and the Cooperative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe (EMEP). Disponível em: < <http://eea.europa.eu/emep-eea-guidebook> > Acesso em: 14 jan.2013.

-
16. Landfill Gas Emissions Model (Landgem) Version 3.02 User's Guide. Epa-600/R-05/047. May 2005. United States Environmental Protection Agency.
 17. EMEP/EEA, European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency. Emission Inventory Guidebook 2009. Cap. 6.B Waste water handling. Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/6-waste/6-b-waste-water-handling/6-b-waste-water-handling.pdf>> Acesso em: 07 jan.2013.
 18. Compilation of Air Pollutant Emission Factor - Fifth Edition Volume I: Stationary Point and Areas Sources (2005). U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.
 19. Andreae, MO, Merlet, P. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. Global Biogeochemical Cycles, v. 15, n. 4, p. 955-966, 2001.
 20. EMEP/EEA, European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency. Emission Inventory Guidebook 2009. Other Sources and Sinks – Lightning. Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/11-natural-sources/11-other-natural-sources.zip-1>> Acesso em: 01 abr.2013.
 21. ECCAD, Emissions of atmospheric Compounds & Compilation of Ancillary Data. Disponível em: <http://eccad.sedoo.fr/eccad_extract_interface/JSF/page_login.jsf> Acesso em: 01 mar.2013.
 22. Câmara G, Monteiro AMV. Geocomputation techniques for spatial analysis is it the case for health? Cadernos de Saúde Pública V17 n5, 2001; pp 1059-1081.
 23. Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AVM. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

8 REFERÊNCIAS

24. Gouveia N, Freitas CU, Martins LC, Marcilio IO. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2006;22(12):2669-77
25. Menezes, AMB. Noções básicas de epidemiologia. In: _____. *Epidemiologia das doenças respiratórias*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. 184p. cap. 1. p.1-25. Disponível em: <<http://goo.gl/lf93dD>>. Acesso em: 25 jul. 2014.
26. Atlas das Condições de Vida em São José dos Campos – Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente – Prefeitura Municipal de São José dos Campos, 2004; 51p.
27. Organização Mundial da Saúde. CID-10 Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde. 10a rev. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997; vol.1 e 2.
28. Miller JC, Miller JN. *Statistics for analytical chemistry*. Ellis Horwood Limited, Chichester, 232 pp. 1993.
29. Nunes, FG. Análise exploratória espacial de indicadores de desenvolvimento socioambiental das regiões de planejamento do norte e nordeste goiano. *Ateliê Geográfico (UFG)*, v. 7, p. 237-259, 2013.
30. Chen Y (2013) New Approaches for Calculating Moran's Index of Spatial Autocorrelation. *PLoS ONE* 8(7): e68336. doi:10.1371/journal.pone.0068336. Disponível em: <<http://www.readcube.com/articles/10.1371/journal.pone.0068336>> Acesso em: 24 ago.2014.
31. Santos, CA. Macedo, MRA. Rocha, JF. Miranda, RS. Epidemiologia Espacial para Casos de Dengue no Estado do Pará. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. São José dos Campos: Organização Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013. v. 16. p. 8538-8545.

32. Ministério da Saúde. Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública. Simone M. Santos, Wayner V. Souza, organizadores. - Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 120 p.
33. Pope CA 3rd. What do epidemiologic findings tell us about health effects of environmental aerosols? *J Aerosol Med.* 2000;13(4):335–54.
34. Martins LC, Pereira LAA, Lin CA, Santos UP, Prioli G, Luiz OdC, et al. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Rev Saude Publica.* 2006 Aug;40(4):677–83.
35. Samet JM, Dominici F, Curriero FC, Coursac I, Zeger SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N Engl J Med.* 2000 Dec;343(24):1742–9.
36. Schikowski T, Sugiri D, Ranft U, Gehring U, Heinrich J, Wichmann HE, et al. Does respiratory health contribute to the effects of long-term air pollution exposure on cardiovascular mortality? *Respir Res.* 2007;8:20.
37. Pereira Filho MA, Pereira LAA, Arbex FF, Arbex M, Conceição GM, Santos UP, et al. Effect of air pollution on diabetes and cardiovascular diseases in São Paulo, Brazil. *Braz J Med Biol Res.* 2008 Jun;41(6):526–32.
38. Saldiva PH, Pope CA 3rd, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM, et al. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. *Arch Environ Health.* 1995;50(2):159–63.
39. Cakmak S, Dales RE, Vidal CB. Air pollution and mortality in Chile: susceptibility among the elderly. *Environ Health Perspect.* 2007 Apr;115(4):524–7.
40. Rückerl R, Schneider A, Breitner S, Cyrys J, Peters A. Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhal Toxicol.* 2011 Aug;23(10):555–92.

8 REFERÊNCIAS

41. Rodrigues PCO, Ignotti E; Rosa AM; Hacon SS. Spatial distribution of asthma-related hospitalizations of the elderly in the Brazilian Amazon. *Rev Bras Epidemiol* 2010; 13(3):1-10.
42. Bussab, W. & Moretin, P. (2002), “Estatística Básica”, 5a. edição, Saraiva, São Paulo.
43. Mota, LMM. Perfil das hospitalizações por doenças respiratórias pelo Sistema Único de Saúde em Porto Alegre. *Boletim da Saúde*, v. 23, p. 23-30, 2009.
44. Castro MSM, Travassos C, Carvalho MS. Fatores associados às internações hospitalares no Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva* 2002; 7(4):795-811.
45. Mota, LMM. Internações hospitalares pelo SUS em Porto Alegre e determinantes de sua distribuição. 2009. Dissertação (Mestrado Profissional de Epidemiologia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
46. Nascimento, MC. Geoepidemiologia da dengue no Município de Alfenas, MG. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de medicina de Ribeirão Preto/ USP. Área de concentração: Saúde na comunidade, 2011; 70 p.
47. Almeida SL. Análise espacial das doenças respiratórias e a poluição relacionada ao tráfego no município de São Paulo. São Paulo; 2013. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].
48. Habermann, M, Medeiros, A.P P.; Gouveia, N. Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 120-30, 2011.
49. Medeiros APP. Poluição do ar e mortalidade perinatal na Região Sul do Município de São Paulo: um estudo caso-controle com dados georeferenciados [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008. 235p.