

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE - UNICENTRO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA
SANITÁRIA E AMBIENTAL - PPGESA

RAFAEL OBRZUT

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS
NA CIDADE DE IRATI-PR**

IRATI

2021

RAFAEL OBRZUT

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS
NA CIDADE DE IRATI-PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental, Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, da UNICENTRO.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Costa de Oliveira Filho

IRATI

2021

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da Unicentro

- O13a Obrzut, Rafael.
Análise da distribuição espacial de doenças respiratórias na cidade de Irati, Paraná / Rafael Obrzut. -- Irati, 2021.
xiii, 47 f. : il. ; 28 cm
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, 2021.
- Orientador: Paulo Costa de Oliveira Filho
Banca examinadora: Paulo Costa de Oliveira Filho, Gerson dos Santos Lisboa, Tatiane Bonametti Veiga
Bibliografia
1. Geoprocessamento. 2. Epidemiologia. 3. Geoestatística. I. Título.
II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

| CDD 616.24



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE/UNICENTRO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PROPESP
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental
Associação ampla entre a UNICENTRO e UEPG



TERMO DE APROVAÇÃO

Rafael Obrzut

Análise da distribuição espacial de doenças respiratórias na cidade de Irati-PR

Dissertação aprovada em 09/07/2021, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:

Dr. Paulo Costa de Oliveira Filho
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca

Dr. Gerson dos Santos Lisboa
Universidade Federal de Goiás

Dra. Tatiane Bonametti Veiga
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Irati-PR, 09 de julho de 2021.

Dedicado para as pessoas que perderam a vida na pandemia de COVID-19.

Agradeço aos meus pais, Ladislao e Nadya, que estão sempre presentes na minha vida.

Obrigado Lauren, minha esposa, por toda compreensão e aos meus filhos Guillermo e Benício pela alegria e amor, são os meus estímulos.

Aos Luiz Paulo Grychynski e Sandra Pabis Grychynski da Grynvest, William Mance por importantes ajudas e principalmente a Enfermeira Cristiana Maria Schvaidak pela colaboração e auxílio prestados em nome da Santa Casa de Irati.

RESUMO

Os problemas de poluição ambiental nas cidades estão relacionados com a baixa qualidade de vida dos seus habitantes. Ineficácia em diferentes setores de Saneamento Ambiental contribuem para o aparecimento de doenças, como a filtragem de partículas emitidas por indústrias relacionadas com o aumento da poluição atmosférica e a utilização fora dos padrões de potabilidade de água relacionados a casos de doenças intestinais. Com o uso de ferramentas de geoprocessamento, é possível realizar a espacialização dos problemas encontrados, e proceder análises e correlações. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi determinar a incidência de doenças respiratórias e a sua correlação com pontos de emissão de poluentes por meio de dados do DATASUS de prontuários de pacientes, suporte de um Sistema de Informações Geográficas, segundo classificação de Bertillon de doenças e Código internacional de doenças CID 10, identificando fatores ambientais correlacionados ao aparecimento de doenças respiratórias, como a comparação de casos com a topografia e o clima. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento tais como estatística espacial, análise espacial, comparação da incidência com topografia e análise de padrões pontuais, com função K de Ripley, krigeagem e índice global de Moran. Os principais resultados foram relativos ao microclima e a correlação com pontos de emissão de poluentes elevando a significância da poluição na incidência de doenças respiratórias, mostrando áreas em que a poluição e o relevo contribuíram para a elevação da incidência de doenças respiratórias em até 3 vezes relativo as áreas no entorno.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Epidemiologia, Geoestatística.

ABSTRACT

The problems of environmental pollution in cities are related to the poor quality of life of its inhabitants. Ineffectiveness in different sectors of Environmental Sanitation contribute to the emergence of diseases, such as the filtering of particles emitted by industries related to the increase in air pollution and the use outside drinking water standards related to cases of intestinal diseases. With the use of geoprocessing tools, it is possible to spatialize the problems found, and carry out analyzes and correlations. In this context, the objective of this research was to determine the incidence of respiratory diseases and their correlation with pollutant emission points through DATASUS data from patient records, supported by a Geographic Information System, according to Bertillon's classification of diseases and international disease code ICD 10, identifying environmental factors correlated with the onset of respiratory diseases, such as comparing cases with topography and climate. Geoprocessing techniques were used, such as spatial statistics, spatial analysis, comparison of incidence with topography and analysis of point patterns, with Ripley's K function, kriging and Moran's global index. The main results were related to the microclimate and the correlation with pollutant emission points, increasing the significance of proliferation in the incidence of respiratory diseases, showing areas in which, the formation and relief contributed to the increase in the incidence of respiratory diseases by up to 3 times relative as areas without surroundings.

Keywords: Geoprocessing, Epidemiology, Geostatistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Mapa localização Irati no Estado do Paraná, fonte: IRATI, 2019 /Autor, 2020	21
Figura 02 - Mapa da Cidade de Irati com delimitação dos bairros, fonte: IRATI, 2019 /Autor, 2020.....	23
Figura 03 - Mapa de pontos doenças respiratórias, todo o período, 2019, fonte: Autor.....	27
Figura 04 – Pirâmide Etária população da Cidade de Irati, fonte: IBGE, 2019.....	28
Figura 05 – Estratificação de casos de doenças respiratórias por faixa de Idade seguindo estratificação pirâmide etária IBGE, 2019, fonte: Autor.....	28
Figura 06 – Separação de casos por Grupo de Idades, Grupo A 0-14 anos, Grupo B, 15 a 60 anos, e Grupo C maiores de 60 anos, fonte Autor.....	29
Figura 07– Casos de Doenças Respiratórias, Grupo A, idade 0 a 14 anos, todo o período, 2019, fonte: Autor.....	30
Figura 08 – Casos de Doenças Respiratórias casos Grupo B, idade de 15 a 60 anos, todo o período área central, 2019, fonte: Autor.....	31
Figura 09 –Pontos com área de influência Doenças Respiratórias casos idade maiores de 60 anos, todo o período, 2019, fonte: Autor (2020)	32
Figura 10 - Mapa de Kernel Topografia Cidade de Irati, onde os pontos azuis representam as áreas mais baixas e à medida que sofre pontos de elevação da topografia, a cor altera para o amarelo e vermelho sendo os pontos mais altos em vermelho. Fonte: ODBI,2021. Autor,2020.	33
Figura 11 - Precipitação Mensal e Temperatura médias, fonte: Simepar (2019)	34
Figura 12 – Áreas de influência pontos de emissão de poluentes correlacionados aos pontos de casos de doenças, 2019, fonte: Autor	34
Figura 13 – Fonte emissora de poluentes e efeito esfumado na paisagem com predominância nas áreas baixas, 2020, fonte: Autor	37
Figura 14 - Mapa Kernel / Calor Topográfico Sobreposto a pontos de casos mapas de kernel das doenças Fonte: ODBI e Autor (2021/2019)	38
Figura 15 - Sobreposição Pontos de Casos Calor, Correlação Desvio Padrão, Pontos de Emissão de Poluentes, sobreposição mapa topográfico Calor. Fonte: ODBL/Autor (2021/2019)	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 EPIDEMIOLOGIA.....	16
2.2 BASE CARTOGRÁFICA.....	16
2.2.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	16
2.3 ANÁLISE ESPACIAL.....	16
2.3.1 A ESTATÍSTICA ESPACIAL.....	17
2.3.2 ANÁLISES EM PADRÕES PONTUAIS.....	17
2.3.3 FUNÇÃO K DE RIPLEY.....	18
2.3.4 KRIGEAGEM	18
2.3.5 ÍNDICE GLOBAL DE MORAN.....	18
2.4 DOENÇAS E DATASUS.....	19
2.7 POLUIÇÃO DO AR	21
2.8 ANÁLISE ESPACIAL APLICADA AS DOENÇAS.....	21
3 METODOLOGIA	22
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
3.1.1 POPULAÇÃO	23
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	23
3.3 UNIVERSO DA PESQUISA.....	23
3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	24
3.5 EMPLEMENTAÇÃO DE BANCO DE DADOS (SIG).....	24
3.6 ESTUDOS DE EFEITOS DE PRIMEIRA E SEGUNDA ORDENS.....	25
4 RESULTADOS	27
5 DISCUSSÃO	36
6 CONTROLE E PROFILAXIA.....	37
7 CONCLUSÕES	42
8 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O adensamento populacional, com crescimento desorganizado das cidades gera uma série de problemas para a população dos municípios, como transporte, resíduos sólidos e líquidos, drenagem urbana, abastecimento de água e energia elétrica, controle de doenças.

Esse último, um dos principais gastos governamentais, 240 reais per capita em gastos com saúde (BRASIL,2019) saltando, devido a Pandemia de Covid19 para 716 reais per capita em 2020, (BRASIL,2021). São atendimentos diversos para consulta, diagnóstico e tratamento nas unidades de saúde, em postos de atendimento, pronto socorro, hospitais para atendimento à população. Gastos com atendentes, enfermeiros, médicos, equipamentos, medicamentos, funcionários operacionais, suprimentos e alimentação entre outros, que devem ser devidamente geridos para proporcionar a qualidade adequada e suficiente para a operação.

O aparecimento de doenças pode estar relacionado com fatores ambientais como diarreias, relacionados ao abastecimento de água, doenças respiratórias relacionados a fontes emissoras poluentes e a sua disseminação devido ao estilo de vida e educação sanitária.

Com o desenvolvimento das tecnologias aeroespaciais, diversas ferramentas foram criadas e desenvolvidas para obter informações geográficas com qualidade elevada e custo reduzido. Fazendas, terrenos e ruas observados com imagens de satélites ou veículos aéreos não tripulados são observados com maior frequência, mostrando informações e dados com velocidade e precisão, sendo utilizados nas mais diversas áreas, como na agricultura, no planejamento urbano, monitoramento ambiental e podem ser utilizadas para o conhecimento e controle de doenças e obtenção de dados para a área de saúde (INPE, 2019).

O geoprocessamento consiste em associar as informações de interesse a cada ponto ou área delimitada, tendo dados inseridos a cada região podendo se fazer uma análise espacial desses dados, facilitando o entendimento e a tomada de decisões possibilitando um ponto de vista e estudo detalhado de cada situação num contexto mais abrangente. (INPE,2019)

Na área da Saúde, o geoprocessamento tem sido utilizado, para estudos epidemiológicos e políticas públicas aplicadas ao conhecimento, controle e prevenção de

doenças, e também para atender as demandas da população auxiliando na gestão pública, direcionando gastos para as necessidades de cada região.

O uso de dados geográficos utilizados para estudos epidemiológicos data de 1854, com o mapa do Dr. John Snow, em Londres (TUFTE,1983) com a espacialização dos casos de doenças de cólera e os pontos de abastecimento de água. Atualmente existe no Brasil o DATASUS, Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, que contam com SIAB, Sistema de Informação de Atenção Básica, SI PNI, Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunizações, SISCOLO/SISMAMA, Sistema de Informação do câncer do colo do útero e Sistema de Informação do câncer de mama, HIPERDIA, Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos, SISPRENATAL, Sistema de Acompanhamento da Gestante. A base cartográfica disponibilizada pelo IBGE, Instituto Brasileiro de geografia e estatística, programas para desenvolvimento e modelagem dos dados e imagens de satélite são fornecidos pelo INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (BRASIL,2019).

Através de estudos epidemiológicos ambientais e a geoestatística poderão ser encontrados fatores de risco para doenças, que com a sua identificação e conhecimentos epidemiológicos e geográficos poderão ser adotados procedimentos de fiscalização e controle para se atenuar as consequências desses fatores como agentes poluidores, agentes contaminantes, ou até fatores desconhecidos até o momento. Com isso, podem-se diminuir os gastos com os tratamentos através de investimentos em prevenção atingindo um número maior de pessoas e melhorando a qualidade de vida da população.

1.1 OBJETIVO GERAL

Identificar fatores relacionados ao aparecimento de doenças respiratórias, bem como analisar a incidência com auxílio de estatística espacial e geoestatística.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar a influência de variáveis ambientais na incidência de doenças;
- Indicar áreas predispostas a doenças respiratórias e fatores de riscos associados;

2 Revisão de Literatura

2.1 EPIDEMIOLOGIA

Os estudos ecológicos possibilitam uma melhor compreensão dos dados secundários através de análise estatísticas e espaciais priorizando o coletivo ao individual, haja vista que os estudos em Epidemiologia podem assumir as duas dimensões de análise. O estudo ecológico em epidemiologia possibilita a análise de grupos de indivíduos agregados em função de fatores geográficos e temporais de estudos ecológicos, compara-se a ocorrência da doença/condição relacionada à saúde e a exposição de interesse entre agregados de indivíduos (populações de países, regiões ou municípios, por exemplo) para verificar a possível existência de associação entre elas (MARTINS; RIBEIRO; BOBROF, 2014). Essa metodologia considera que a unidade de análise é formada por grupos de indivíduos com uma área geográfica definida (OLIVEIRA,2008).

Segundo Oliveira (2008) para estudos ecológicos trabalha-se com bancos de dados, analisando processos coletivos através de análises espaciais epidemiológicas. Podem ser utilizados dados de observações diretas de prontuários e dados indiretos.

Alguns autores em Geografia da Saúde, utilizam o Estudo Ecológico em Epidemiologia como método, entre eles Forattini *et al.* (1978) relacionaram a poluição do ar com as doenças respiratórias, apresentando associações estatisticamente positivas entre as variáveis.

Segundo Lana *et al.* (2017), para estudar doenças transmitidas por vetores como a dengue, a aplicação de estudos ecológicos consegue relacionar a área geográfica de ocorrência com a doença. Destaca-se a ligação entre os métodos epidemiológicos e as ferramentas estatísticas e de geoprocessamento.

Ainda segundo Oliveira (2008), para a estudos de distribuição espacial devem-se utilizar a interpolação, através de método matemático que permite construir um novo conjunto de dados a partir de um conjunto discreto de dados previamente conhecidos. Adota-se o modelo de krigeagem, possibilitando a formação de estimativas não tendenciosas e com mínima variância.

Em relação à associação entre doenças e determinados fatores vários métodos estatísticos são utilizados, sendo os mais comuns os métodos de correlação, regressão, e de modelos lineares, simples ou múltiplos, bastante utilizados nos estudos ecológicos em

epidemiologia. A escolha do método dependerá dos tipos de variáveis que se está trabalhando e dos objetivos do estudo. No cruzamento de duas variáveis, uma dependente, como o número de casos de determinada doença, e uma independente, como as ambientais (elementos climáticos, altitude, qualidade do ar, solo, etc.), na qual deseja-se verificar alguma relação estatística e espacial, o método mais indicado é a correlação linear simples, por possibilitar uma maior clareza e precisão de análise na relação entre as variáveis (MAGALHÃES, 2008).

2.2 BASE CARTOGRÁFICA

A cartografia fornece informações necessárias para a apresentação de um modelo de representação de dados para os processos que ocorrem no espaço geográfico. O geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza as técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico. Isto estabelece de forma clara a relação interdisciplinar entre Cartografia e Geoprocessamento. O mapeamento sistemático do Brasil, que compreende a elaboração de cartas topográficas, é feito na projeção UTM e pode ser utilizado em mapeamentos básicos em escalas médias e grandes (D'ALGE, 2001).

2.2.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O geoprocessamento é um conjunto de técnicas que permite a coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados na análise da distribuição espacial da ocorrência de eventos como doenças, utilizando-se, por exemplo, os sistemas geográficos de informação (SIG) que permitem a realização de análises complexas com a integração de diferentes fontes como fatores abióticos e bióticos (SILVA, 2001; Brasil 2019). O SIG, é um sistema para processamentos gráficos e não gráficos (alfanuméricos) utilizado para análises espaciais e modelagens de superfícies, para o armazenamento, organização e análise dos dados (INPE, 2019). Um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais (FARIAS *et al.*, 2001).

2.3 A ANÁLISE ESPACIAL

Permite a visualização espacial de variáveis, dispondo de um banco de dados e de uma base geográfica, e o SIG é capaz de apresentar mapas permitindo a visualização de padrão espacial de fenômenos. Mensura-se propriedades e relacionamentos, levando a localização espacial do fenômeno, incorporando o espaço à análise. Leva em consideração fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, denominados processos pontuais (DRUCK et al, 2004).

2.3.1 A ESTATÍSTICA ESPACIAL

A análise espacial nem sempre pode estar vinculada a estatística, podendo estar condicionadas a determinadas propriedades dos dados, ou busca testar as propriedades. A simples observação de padrões pontuais observados para um fenômeno e a percepção de processos associados, podem trazer informações importantes à pesquisa (POTTKER, 2012). Com a krigeagem, cada ponto da superfície é estimado apenas a partir da interpolação das amostras mais próximas, utilizando um estimador estatístico, a estimação de Kernel, ou estimadores de densidade não paramétricos (DRUCK et al, 2004).

2.3.2 ANÁLISES EM PADRÕES PONTUAIS

Fenômenos expressos através das ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, são denominados padrões pontuais (DRUCK et al, 2004). Para o padrão pontual pode ser considerado qualquer conjunto de dados consistindo de uma série de localizações pontuais que estão associadas a eventos dentro da área de estudo. Suas principais características são: as áreas dos eventos não são uma medida válida; suas localizações não estão associadas a valores, mas apenas a ocorrência dos eventos assim como entidades geográficas representadas como pontos no mapa é considerada de mesma qualidade (CÂMARA e CARVALHO, 2000). Dentre os objetivos da análise de padrões pontuais, destacam-se o estudo de padrões de distribuição no espaço para identificar os fatores que determinam a concentração ou a dispersão espacial e a identificar também os fatores de risco associados a este evento. São considerados três tipos de dados relacionados a problemas de análise espacial: (a) Áreas com Contagens e Taxas Agregadas; (b) Superfícies Contínuas e; (c) Eventos ou Padrões Pontuais, sendo este último à localização espacial do fenômeno, como o fator principal de análise

associados a padrões aleatórios ou aglomerados das disposições pontuais (CÂMARA et al., 2001).

2.3.3 FUNÇÃO K DE RIPLEY

Através de eventos mapeados, formaliza-se as ideias de agrupamento, inibição, heterogeneidade observadas em padrões pontuais (RIPLEY, 1988).

A função de K de Ripley tem como informação a contagem do número de eventos dentro de uma distância R de um evento qualquer (POTTKER, 2012).

Técnicas de particionamento: dividem os pontos em uma quantidade de agrupamentos especificados pelo usuário, sendo que cada ponto é alocado a um agrupamento somente. Esta técnica identifica agrupamentos que são geograficamente próximos, usando dois critérios. O primeiro usa o índice do vizinho mais próximo para definir uma distância limite e compará-la a outras distâncias entre todos os pares de pontos. Somente os pontos que são mais próximos a um ou mais pontos dentro da distância limite são selecionados para os agrupamentos.

2.3.4 KRIGEAGEM.

Conjunto de técnicas de estimação e predição de superfícies baseada na modelagem da estrutura de correlação espacial. Hipótese implícita é de que o fenômeno estudado é estacionário. Requer análise exploratória dos dados (DRUCK et al,2004).

Permitem que a variação espacial seja explicada por um conjunto de variáveis independentes, como na regressão linear tradicional, considerando, porém, uma ponderação da autocorrelação espacial destas variáveis, que busca quantificar as diferenças de variação em cada direção possível, ou no aspecto temporal. Incluem-se neste grupo também as técnicas de krigeagem e cokrigeagem, que ponderam a regressão simples em função da análise do variograma da amostra (QUEIROZ, 2003).

2.3.5 ÍNDICE GLOBAL DE MORAN

Mede a intensidade do auto correlação espacial, considerando a área em análise e os seus vizinhos adjacentes. O uso deste índice global determina se a variável em estudo

apresenta alta ou baixa correlação espacial. Valores positivos (entre 0 e +1) indicam uma correlação direta e valores negativos (entre -1 e 0), correlação inversa, estando com baixo índice de associação os valores mais próximos a zero. O índice global de Moran fornece um único valor como medida de associação espacial para todo o conjunto de dados, sendo útil para caracterização de toda a região de estudo. Uma vez calculado o índice de Moran, é importante estabelecer sua validade estatística. Para estimar a significância do índice, a abordagem mais comum é um teste de pseudossignificância. Um índice de valor pequeno, com a significância acima de 0,05 ($p > 0,05$), traz evidências de que não há auto correlação espacial (FONSECA, 2011).

O índice global de Moran compara a distribuição observada do atributo em relação a distribuição esperada num padrão aleatório. A hipótese nula é a de completa aleatoriedade espacial, quando o atributo se distribui ao acaso entre as áreas, sem relação com a posição. De uma forma geral, embora isto não seja estritamente verdadeiro, este índice tende a ter valores entre -1 e +1, quantificando o grau de autocorrelação existente, sendo positivo para correlação direta, negativo quando inversa (CARVALHO, 1997).

Proposto por ANSELIN (1992), o Diagrama de Espalhamento de Moran consiste em comparar os valores normalizados do atributo numa área com a média dos valores normalizados dos seus vizinhos, construindo um gráfico bidimensional de Z (valores normalizados) por WZ (média dos vizinhos). É uma maneira adicional de visualizar a dependência espacial e indicar os diferentes regimes espaciais presentes nos dados.

2.4 DOENÇAS E DATASUS

Diversos fatores e sinais estão relacionados com o aparecimento e desenvolvimento das doenças. Com a necessidade de comparar causas de morte segundo áreas ou regiões de um país e, principalmente, entre países, fez crescer o interesse para se usar uma mesma classificação internacionalmente. A classificação de Bertillon foi adotada em 1893 pelo Instituto Internacional de Estatística e recomendado o seu uso internacionalmente. É considerada a primeira classificação internacional de causas de morte e serviu de base e é utilizada com alterações atualmente. A classificação de Bertillon é dividida em doenças gerais, doenças do sistema nervoso e órgãos do sentido, doenças do aparelho circulatório, doenças do aparelho respiratório, doenças do aparelho digestivo, doenças do aparelho geniturinário e de seus anexos, estado puerperal, doenças

da pele e do tecido celular, doenças dos órgãos da locomoção, vícios de conformação, primeira idade, velhice (LAURENTI, 1991).

A Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde, frequentemente designada pela sigla CID (em inglês: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICD) fornece códigos relativos à classificação de doenças e de uma grande variedade de sinais, sintomas, aspectos anormais, queixas, circunstâncias sociais e causas externas para ferimentos ou doenças (BRASIL, 2019).

Em um sistema de arquivos médicos digital, possuem um conjunto de componentes que formam os mecanismos para que os prontuários sejam criados, usados, armazenados e acessados, fazendo parte de um sistema de informação hospitalar - SIH e tendo como foco central os dados clínicos (SILVA, 2001), o arquivo médico é digitalizado com a passagem dos dados para o DATASUS seguindo a classificação da doença, CID 10 (BRASIL, 2019).

Esses dados dos pacientes são carregados para o banco de dados nacional, DATASUS.

Segundo Brasil (2019) o DATASUS tem como missão promover o uso inovador, criativo e transformador da tecnologia da informação, para melhorar os processos de trabalho em saúde, resultando em um Sistema Nacional de Informação em Saúde articulado, que produza informações para os cidadãos, a gestão, a prática profissional, a geração de conhecimento e o controle social, garantindo ganhos de eficiência e qualidade mensuráveis através da ampliação de acesso, equidade, integralidade e humanização dos serviços e, assim, contribuindo para a melhoria da situação de saúde da população.

Em concordância da resolução estabelecida pelo o Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012), o uso de dados do DATASUS se faz prescindido de parecer do comitê de ética, por se tratar apenas de informações secundárias.

2.5 POLUIÇÃO DO AR

Segundo OMS (2019), 93% das crianças no mundo já vivem em níveis acima dos aceitáveis de poluição do ar. Wassal (2019) afirma que diversos países inserem a poluição do ar como fator de risco semelhante ao tabagismo, sendo responsável por 6,7% de mortes prematuras no mundo.

A poluição do ar compreende as emissões de fontes poluidoras, sejam partículas sólidas ou gases, assim como os presentes no meio ambiente como poeiras, e são delimitadas pelo seu tamanho e pela sua composição. Os gases, como metano, monóxido de carbono e dióxido de carbono, assim como metais pesados presentes na queima dos combustíveis fósseis contribuem para o efeito estufa e o aquecimento das temperaturas médias. No estudo em questão, o material particulado proveniente da queima de combustíveis vegetais é o principal fator encontrado nas fontes emissoras de poluentes.

2.6 A ANÁLISE ESPACIAL APLICADA ÀS DOENÇAS

Os métodos de análise espacial na saúde coletiva vêm sendo usados principalmente em estudos ecológicos, na detecção de aglomerados espaciais ou espaço-temporais, na avaliação e monitoramento ambiental e aplicados ao planejamento e avaliação de uso de serviços de saúde. A análise espacial descreve quantitativamente as variáveis geográficas, compreendendo métodos de visualização, exploração e modelos estatísticos. (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005)

A análise espacial busca analisar a dependência e/ou semelhança espacial entre as doenças e fatores ambientais, e a descrever os padrões existentes nos dados espaciais e relacionar as diferentes variáveis geográficas. A dependência espacial é uma característica inerente à representação de dados por meio de subdivisões territoriais. Ela pode ser entendida como a tendência a que o valor de uma ou mais variáveis associadas a uma determinada localização assemelhe-se mais ao valor de suas amostras vizinhas do que ao restante das localizações do conjunto amostra (FONSECA, 2011).

Entre as ferramentas para análise espacial encontram-se a seleção, manipulação, análise exploratória e modelagem para confirmação, em que na seleção constitui processos de análise de bancos de dados geográficos, resultando em mapas, manipulação compreende o geoprocessamento com a capacidade de análise e correlações, análise exploratória, em que descreve e visualiza distribuições espaciais, descoberta de padrões de associações, observações atípicas, e finalmente a análise confirmatória, com a formações de modelos de estimativas, com análises multivariadas (ANSELIN, 1992).

3 METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Irati localiza-se no Estado do Paraná, a 150 quilômetros de Curitiba, como pode-se observar na figura 1. Paralelo 25° 27' 56" de latitude Sul com intersecção com o meridiano 50° 37' 51" de longitude Oeste (IPARDES,2019). Estabelecimento de atendimento médico de Irati, a Santa Casa de Irati é um Hospital Filantrópico, cuja classificação é de Média Complexidade, atende os municípios da 4ª Regional de Saúde do Estado do Paraná (Irati, Fernandes Pinheiro, Imbituva, Guamiranga, Teixeira Soares, Rebouças, Mallet, Rio Azul e Inácio Martins), totalizando mais de 160 mil habitantes e também pacientes encaminhados de outros municípios através da Central de Regulação (IRATI,2019).

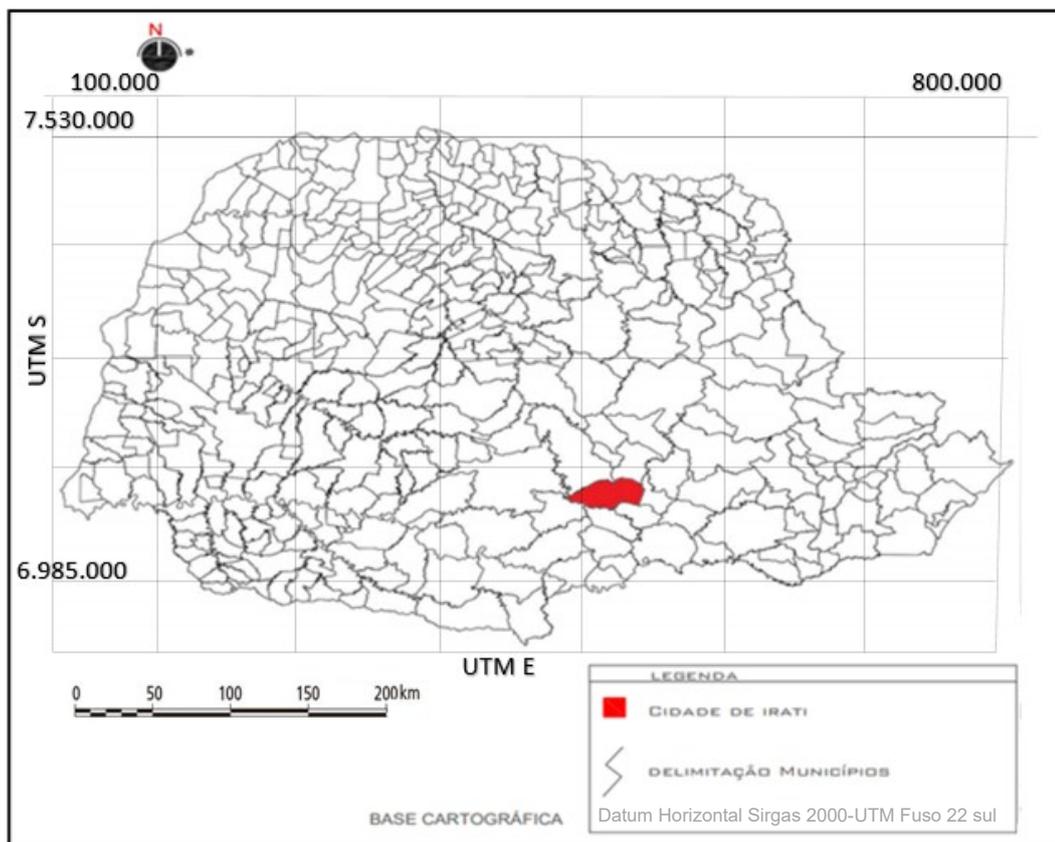


Figura 01 - Mapa localização Irati no Estado do Paraná, fonte: IRATI, 2019 /Autor, 2020.

A área de estudo compreende a amplitude de atendimento da Santa Casa de Irati, para pacientes da cidade de Irati residentes no perímetro urbano, que corresponde a uma área de 1.000,004 quilômetros quadrados, a altitude média de 820m ao nível do mar, foi utilizado mapa de perímetro urbano de Irati de 2019 com classificação de bairros segundo plano diretor municipal (BRASIL,2019).

3.1.1 POPULAÇÃO

Com 60.727 habitantes, Irati possui 16.808 famílias distribuídas em 17.626 domicílios, destes, 0,5% não possuem Esgoto Sanitário (Banheiro ou Sanitário), 2,92% não possuem água encanada e 19,04% não são atendidos pela coleta de lixo (IPARDES, 2019).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Inserido em estudo ecológico, pesquisa descritiva, documental, ex post facto, quantitativa. Através dos prontuários dos pacientes que foram inseridos no DATASUS, seguindo recomendações da RESOLUÇÃO Nº 196, DE 10 DE OUTUBRO DE 1996 (BRASIL, 2012) relativo à ética com pesquisas envolvendo humanos, preservando a identidade de pacientes atendidos no período definido, com autorização formalizada requerida e concedida por meio de ofícios para a administração da Santa Casa de Irati, foram coletados os dados disponibilizados de endereço, idade, sexo e o código da doença CID 10, sendo divididos em pacientes atendidos pelo SUS, pacientes atendidos em convênios e pacientes com atendimentos particulares sendo as doenças separadas em grupos de acordo com classificação de Bertillon ou seja, CID 10.

A partir do endereço dos pacientes, utilizando site de procura de endereços Google Maps, foram encontradas as coordenadas geográficas com Latitude e Longitude dos casos.

Após a obtenção dos dados de localização geográfica e separação dos grupos, através de Programas *Excell*, *3D maps*, *Openmaps*, *Opensources* e *Open Street* foram elaborados mapas com espacialização de cada grupo de doenças e a análise espacial, com a análise uni variada de pontos, estimativa de densidade por Kernel, associação espacial de Moran, Tendências e Krigeagem, e elaboradas correlações entre pontos de emissão de poluentes conhecidos.

3.3 UNIVERSO DA PESQUISA

A pesquisa compreende dados de Prontuários de Pacientes atendidos pela Santa Casa de Irati no período de 1º de junho de 2019 a 31 de dezembro de 2019, pertencentes ao arquivo da Santa Casa com diagnóstico concluído, finalizados e disponibilizados com o código internacional de doenças CID 10, provenientes de atendimentos pelo Sistema

Único de Saúde, Pacientes Atendidos por Plano de Saúde e Atendimentos Particulares, residentes no perímetro urbano do município de Irati paraná.

3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os prontuários foram classificados como “com e sem” CID 10 em um primeiro momento devido a possibilidade de utilização do diagnóstico conclusivo, sendo que diagnósticos inconclusivos e com falta de dados clínicos não são preenchidos, portanto, não possuem informações precisas dos pacientes e do caso clínico.

Em seguida foram transcritos para tabela contendo o sexo do paciente, a data de nascimento, o código internacional da doença, CID 10, o endereço e a data de atendimento.

Com o endereço do caso, a coordenada geográfica foi pesquisada e adquirida em software de localização Google Earth e Google Maps.

Com a tabela preenchida, foi feita a separação dos dados pela classificação de doenças de Bertillon CID 10, e separados os dados referentes a doenças do aparelho respiratório, com Letra Inicial J.

3.5 IMPLEMENTAÇÃO DE BANCO DE DADOS ESPACIAL (SIG)

Para a implementação do banco de dados espacial, foram utilizados para base cartográfica o perímetro urbano da cidade de Irati como visto na figura 02, com a delimitação dos bairros do plano diretor da cidade (IRATI ,2019), os pontos de representação dos casos de moradores com doenças respiratórias e pontos de emissão fixa de poluentes no ar.

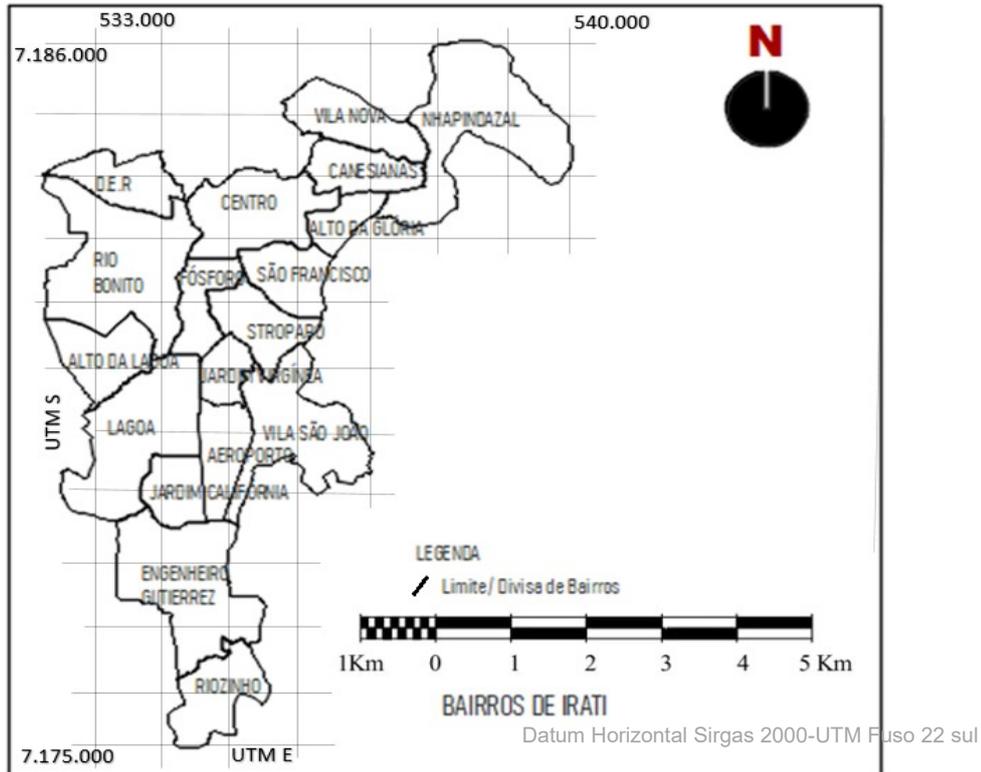


Figura 2 - Mapa da Cidade de Irati com delimitação dos bairros, fonte: IRATI, 2019 /Autor, 2020.

3.6 ESTUDOS DE EFEITOS DE PRIMEIRA E SEGUNDA ORDENS.

Os casos clínicos espacializados são visualizados graficamente como um padrão pontual, para todas as doenças de modo que cada indivíduo é um evento. Para análise espacial pontual será efetuada a função k de Ripley, mapa de Kernel, krigeagem e índice global de Moran. A função K de Ripley considera tanto a contagem, como a distância entre os eventos. Os efeitos de primeira ordem são relativos à média dos casos na área de estudo, por exemplo a média de casos pela área dos bairros. Em relação aos efeitos de segunda ordem, são relativos à correlação espacial ao ponto de interesse, dependendo da correlação entre eles ou entre outros pontos.

Em relação ao mapa de kernel, estima-se a intensidade e significância das distâncias dos pontos dispostos no espaço, determinando uma densidade de probabilidade, é uma alternativa para análise geográfica do comportamento de padrões.

Para a verificação para a utilização da amostra e erros de estimativa, foi utilizado a fórmula “n) estatística:

$$N = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

Onde:

- N = Número de indivíduos na amostra
 Z = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado.

p = Proporção populacional de indivíduos que pertence a categoria que estamos interessados em estudar.

q = Proporção populacional de indivíduos que NÃO pertence à categoria que estamos interessados em estudar ($q = 1 - p$).

E = Margem de erro ou ERRO MÁXIMO DE ESTIMATIVA.

Para a análise da Covariância e Coeficiente de Pearson, com isso obteve-se a correlação entre pontos de emissão de poluentes conhecidos e os pontos de casos.

Fórmula Covariância

$$cov(X, Y) = \frac{\sum (X_i - X) \cdot (Y_i - Y)}{N}$$

Onde:

cov (X, Y) = covariância dos pontos

X_i = valor da coordenada latitude de um ponto

X = valor da coordenada latitude comparativo médio

Y_i = valor da coordenada longitude de um ponto

Y = valor da coordenada longitude comparativo médio

N = número do total de pontos

Coeficiente de Relação de Pearson:

$$r = \frac{cov(X, Y)}{S_X \cdot S_Y} = \frac{\sum (X_i - X) \cdot (Y_i - Y)}{\sum (X_i - X)^2 \cdot \sum (Y_i - Y)^2}$$

Onde:

r = coeficiente de correlação

X_i = valor da coordenada latitude de um ponto

X = valor da coordenada latitude comparativo ponto de emissão

Y_i = valor da coordenada longitude de um ponto

Y = valor da coordenada longitude comparativo ponto de emissão

4 RESULTADOS

Foram coletados dados de prontuários de 551 casos. Esse número faz com que o número de amostras possua um grau de confiança de 95%, com margem de erro/erro máximo de estimativa de 5% para os casos de Doenças Respiratórias o que é o usual convencionalmente adotado para estatística ambiental.

Foram observados e retirados do estudo doenças não relacionadas aos fatores ambientais. Acidentes de trânsito, quedas, doenças metabólicas, nutricionais e psiquiátricas. Pode-se observar os fatores como gravidez, doenças específicas de faixas etárias, como febres em crianças até 2 anos, cansaço e dores para habitantes de mais de 60 anos.

Após a classificação das doenças para o primeiro mês de coleta de dados, mês de junho de 2019, houve a incidência de 25 casos para doenças respiratórias, inicial "J", sendo 9 indivíduos do sexo masculino e 15 indivíduos do sexo feminino e 1 caso foi localizado fora da área de estudo.

Para o mês de julho de 2019, 105 prontuários médicos foram analisados, tendo a incidência de 20 casos clínicos de doenças respiratórias (CID 10 - J) correspondendo 14 casos de indivíduos do sexo feminino, 5 casos de indivíduos do sexo masculino e 1 caso retirado por não pertencer a área de estudo.

Em relação ao mês de agosto, houve uma diminuição dos casos respiratórios, com incidência de 14 casos de doenças respiratórias, sendo uma área concentrada com mais casos encontrada no Bairro DER.

No acompanhamento acumulado dos meses de junho, julho e agosto, há uma incidência maior de casos para o bairro DER.

No mês de setembro, houve nova diminuição de casos apenas 3 incidências de casos conclusivos para doenças respiratórias, ocorrendo um novo aumento de casos no mês de outubro, com incidência de 7 casos, porém, tornando a área do Bairro DER, um ponto de concentração ainda mais acentuado.

No mês de novembro de 2019, não houve casos de doenças respiratórias conclusivas, porém no mês de dezembro, houve o aumento da incidência para 22 casos de doenças, dispersos e com pouca concentração.

Os casos de doenças respiratórias corresponderam a 16,15% dos prontuários analisados e pode-se notar que dos dados gerais, há a concentração na área do perímetro urbano em comparativo com as áreas rurais.

Foram observadas áreas com casos isolados e áreas com concentração de casos, pode-se observar áreas onde essa concentração de casos foi mais acentuada em relação as áreas em que não houve a concentração de casos com uma distribuição menos acentuada, assim como pode-se verificar na figura 03

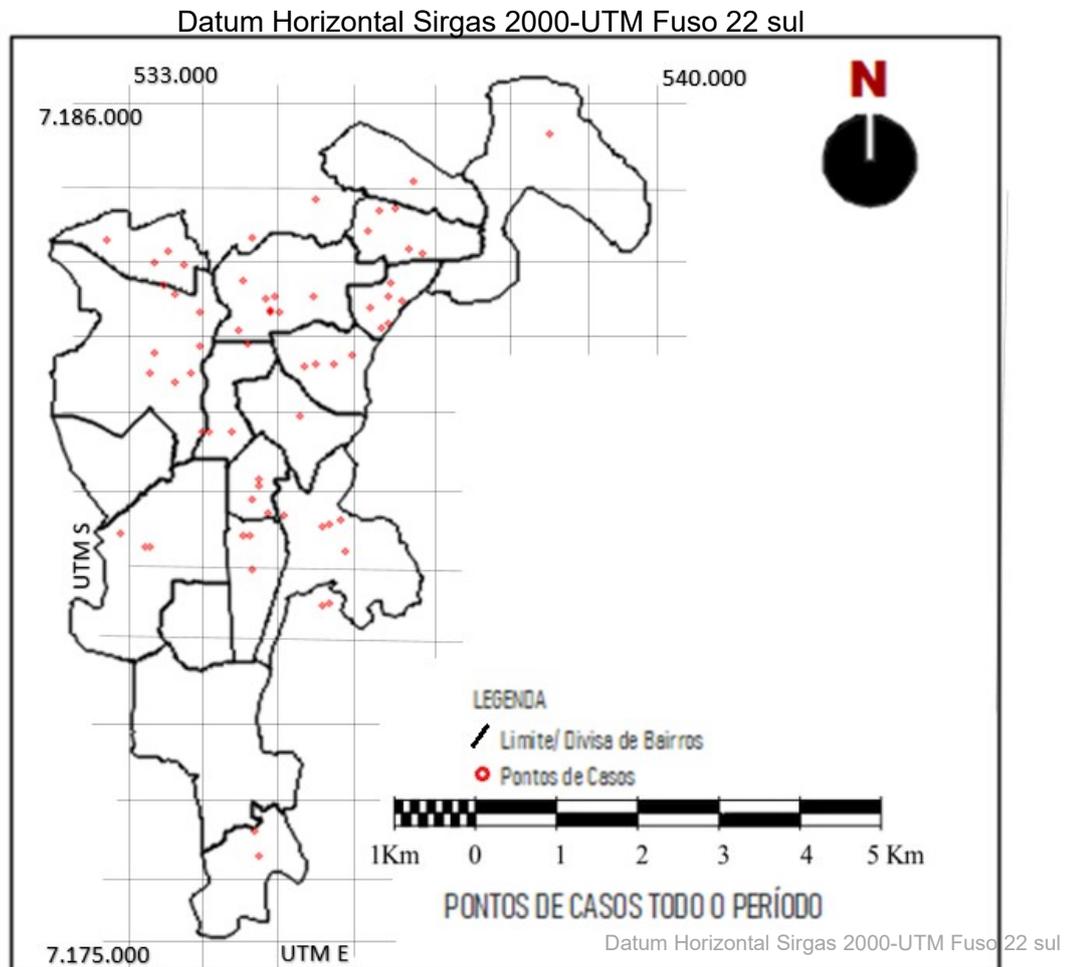


Figura 03 - Mapa de pontos doenças respiratórias, todo o período, 2019, fonte: Autor.

Foi observado uma maior concentração dos casos em bairros mais povoados, os quais as residências são mais próximas e com terrenos menores.

Outros dados foram incluídos para comparativos, assim como a Pirâmide Etária, Figura 4, para obter parâmetros em relação a população total do município de Irati.

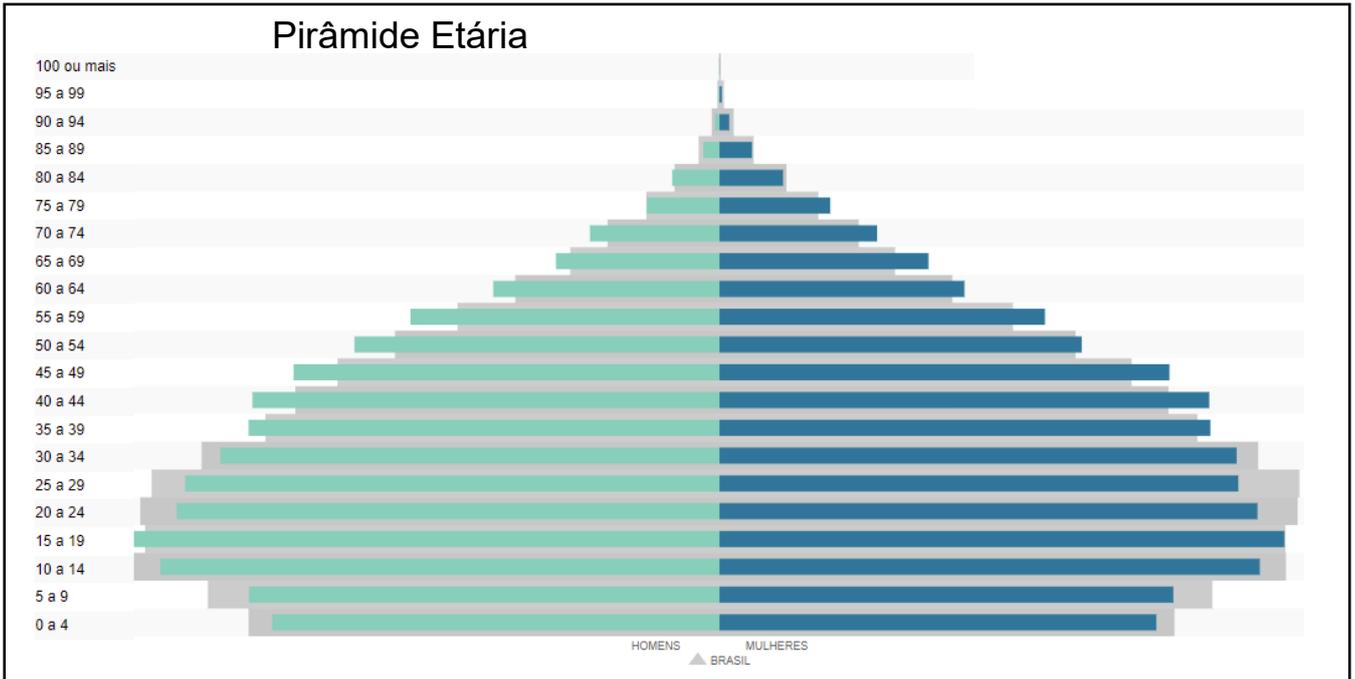


Figura 04 – Pirâmide Etária população da Cidade de Irati, fonte: IBGE, 2019.

Também foi realizada a estratificação de casos por faixa etária segundo a classificação do para comparativos para homogeneidade de amostragem como pode-se observar na figura 05.

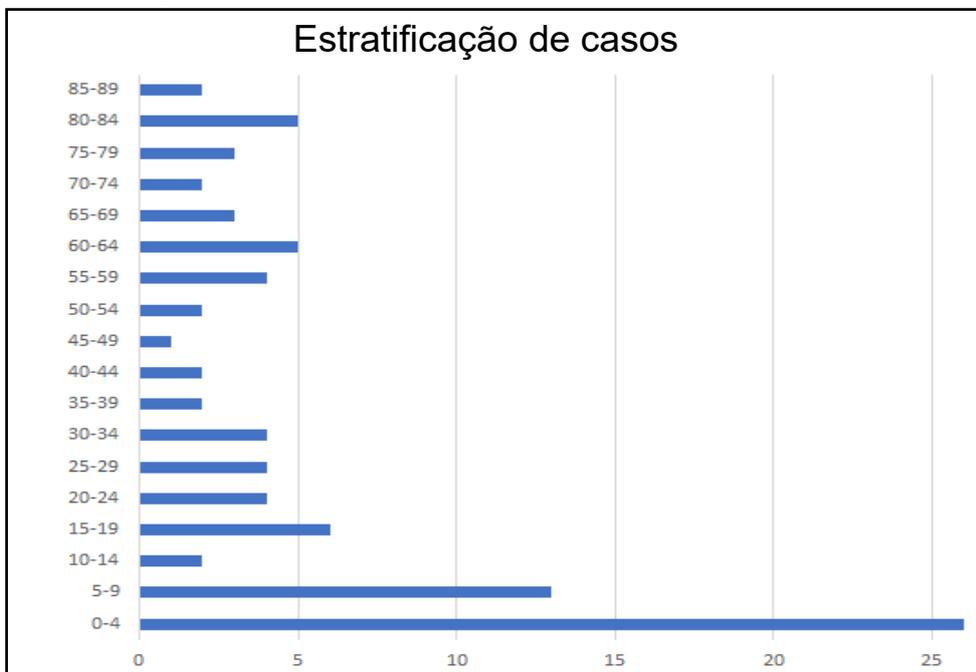


Figura 05 – Estratificação de casos de doenças respiratórias por faixa de Idade seguindo estratificação pirâmide etária IBGE, 2019, fonte: Autor.

A estratificação consiste em dividir a população em subgrupos (estratos) que denotem uma homogeneidade maior que a homogeneidade da população toda, sob a análise de variáveis de estudo. Para isso foram separados em 3 grupos, A, B e C conforme

Figura 06.

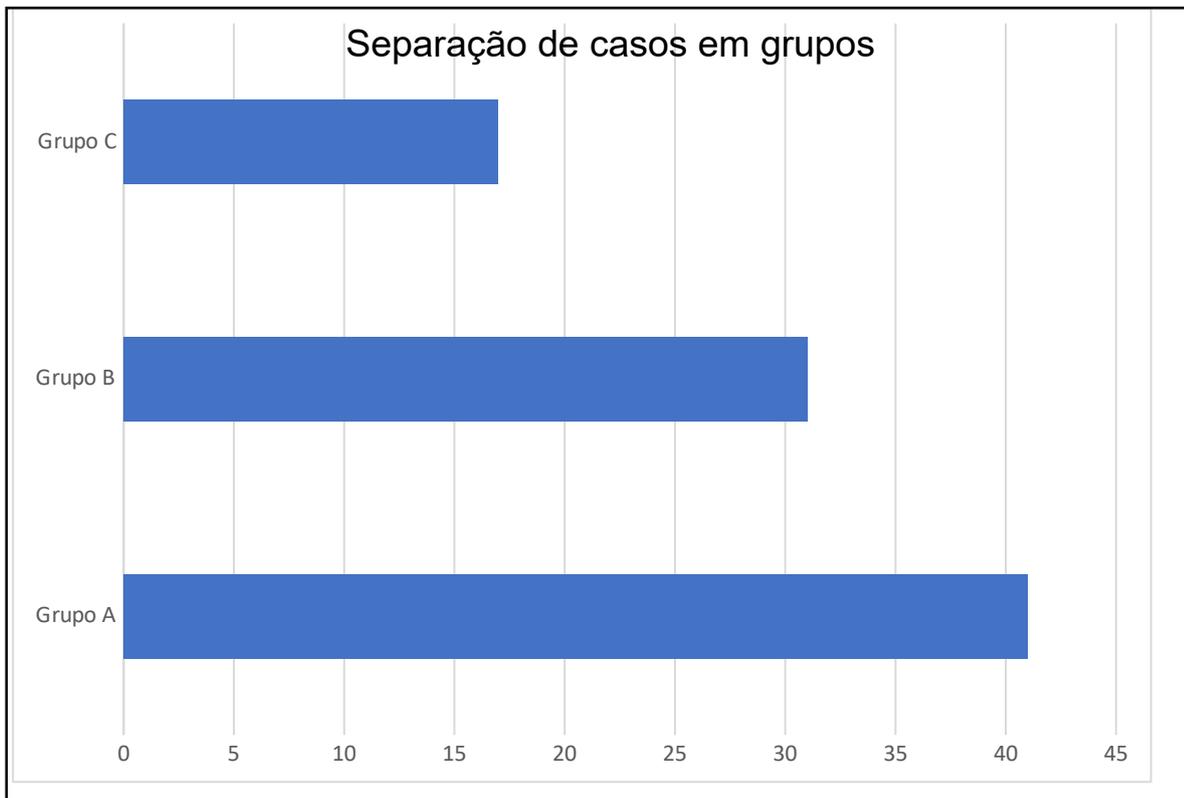


Figura 06 – Separação de casos por Grupo de Idades, Grupo A 0-14 anos, Grupo B, 15 a 60 anos, e Grupo C maiores de 60 anos, fonte Autor.

O Grupo A com indivíduos de 0 a 14 anos, Grupo B, indivíduos de 15 a 60 anos e grupo C maiores de 60 anos. Para o Grupo A foram inseridos 41 casos, tendo a média de idade de 3,5 anos, com 19 indivíduos do sexo masculino e 22 indivíduos do sexo feminino sendo inserido em mapa da figura 07. Os casos foram mais dispersos, acompanhando todo o quadro urbano do município e leve concentração em 3 áreas da cidade, sendo no Centro, bairros Fósforo e Jardim Virgínea.

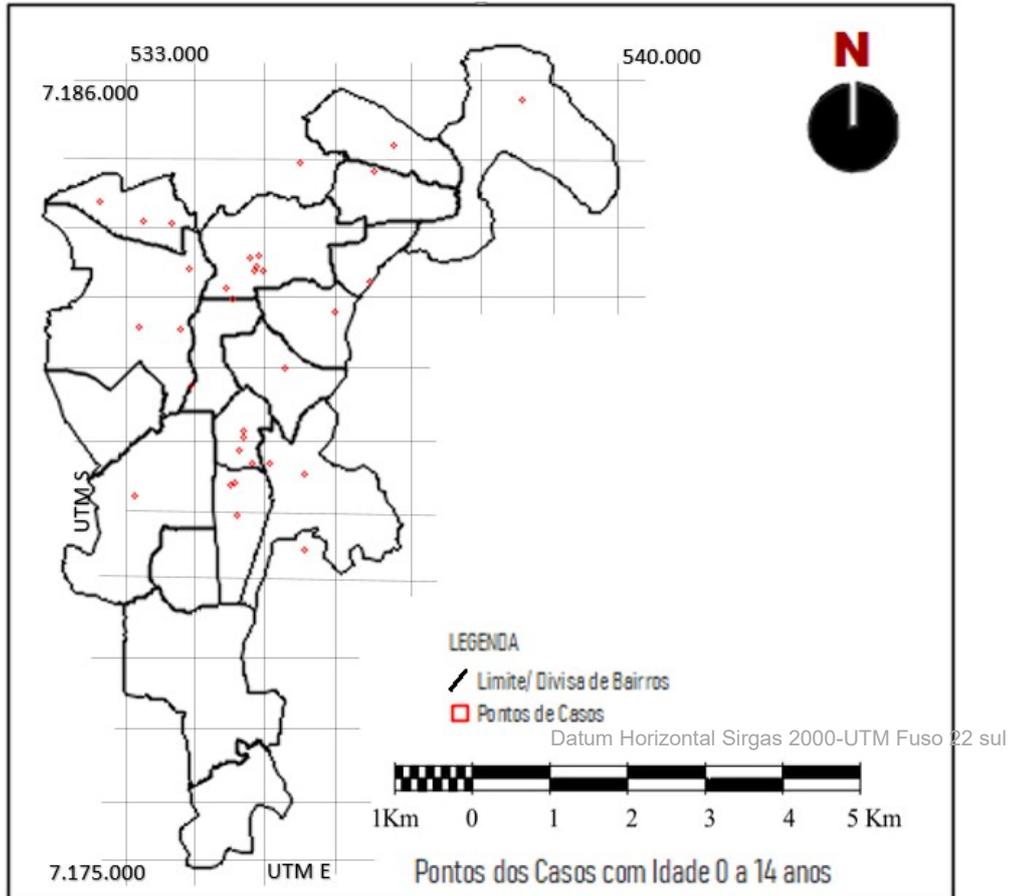


Figura 07– Casos de Doenças Respiratórias, Grupo A, idade 0 a 14 anos, todo o período, 2019, fonte: Autor.

Para o Grupo B, totalizaram 31 casos, 13 indivíduos do sexo masculino e 18 indivíduos do sexo feminino, com idade média de 33 anos, inseridos no mapa da figura 08, em que houve 4 áreas de maior concentração de casos, sendo elas nos bairros D.E.R., Canisianas, Alto da Glória e Jardim Califórnia.

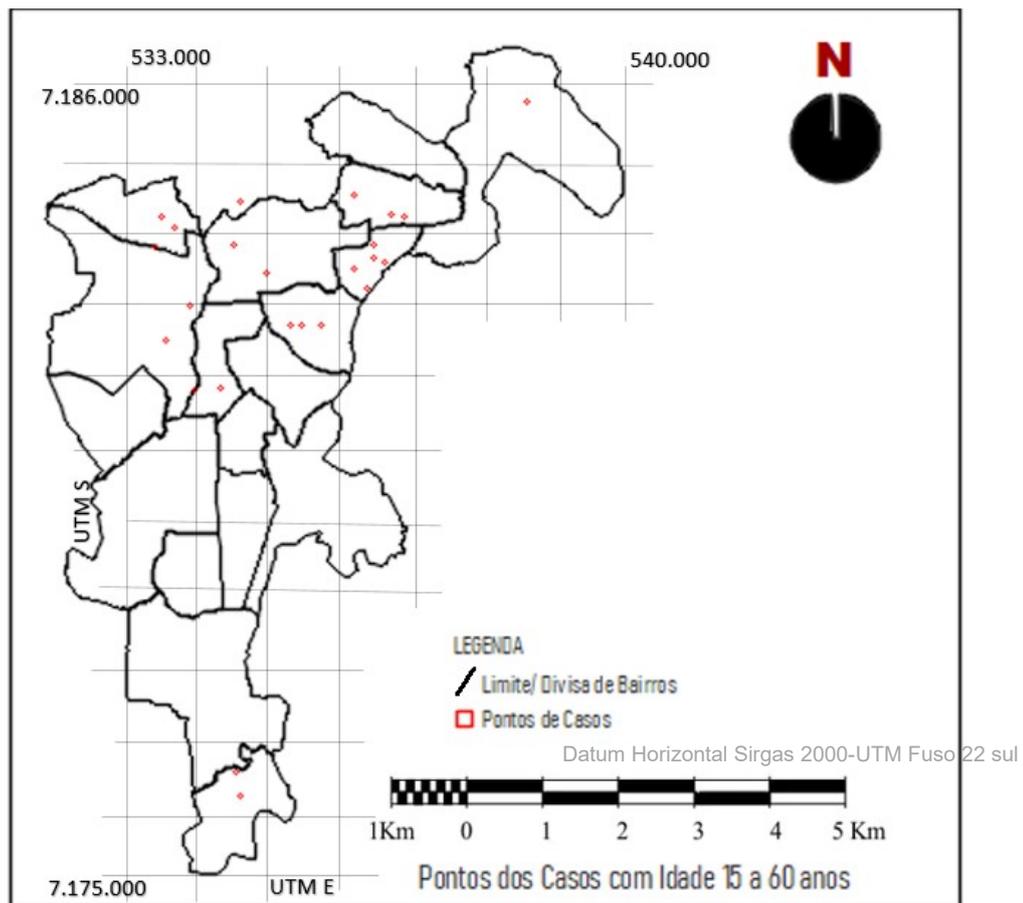


Figura 08 – Casos de Doenças Respiratórias casos Grupo B, idade de 15 a 60 anos, todo o período área central, 2019, fonte: Autor.

Para o Grupo C, com média de idade de 72 anos, foram inseridos 17 casos, sendo 6 indivíduos do sexo masculino e 11 indivíduos do sexo feminino, podendo ser observado na Figura 09. Apesar de uma grande dispersão houve uma concentração de casos no bairro DER e Centro.

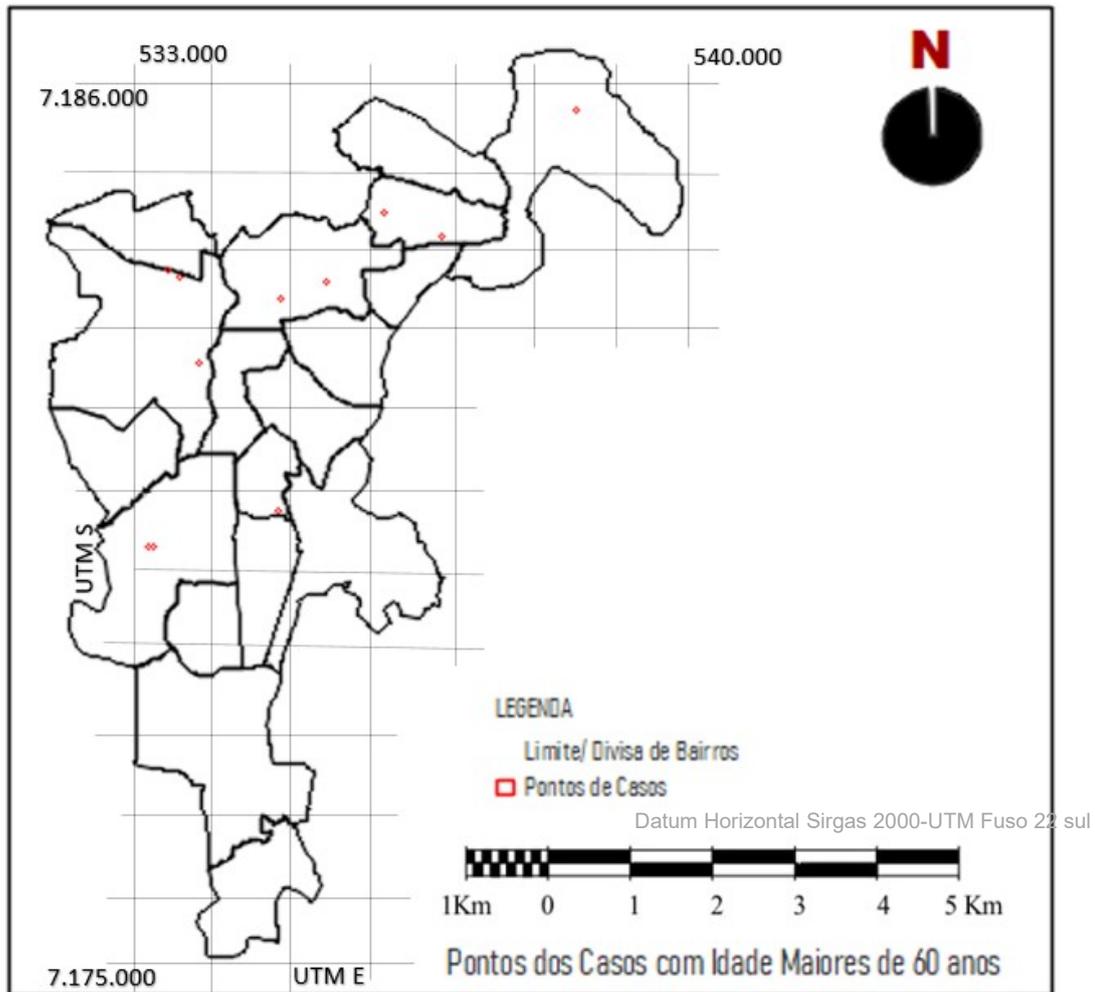


Figura 09 –Pontos com área de influência Doenças Respiratórias casos idade maiores de 60 anos, todo o período, 2019, fonte: Autor.

Para o melhor entendimento e comparações das dispersões dos casos e uma comparação com o relevo da cidade, também foi analisado a topografia do município através de mapa de kernel gerado através de *Open Data Commons* e *Open Street map*, gerando a Figura 10.

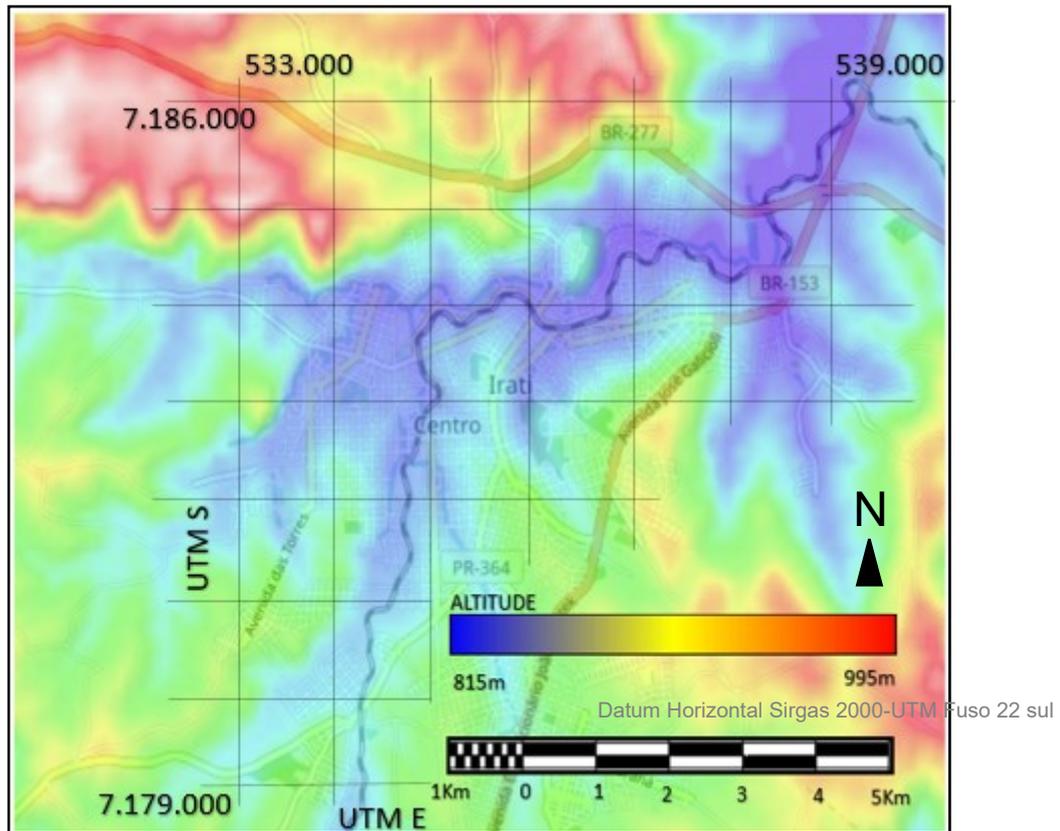


Figura 10 - Mapa de Kernel Topografia Cidade de Irati, onde os pontos azuis representam as áreas mais baixas e à medida que sofre pontos de elevação da topografia, a cor altera para o amarelo e vermelho sendo os pontos mais altos em vermelho. Fonte: ODbi,2021. Autor,2020.

Segundo INMET (2019) e SIMEPAR (2019), o ano de 2019 foi marcado por uma elevação das temperaturas médias com extremos de temperaturas mínimas no inverno, Irati possuindo a menor temperatura do país em 7 de julho de 2019 e seca no período entre junho a dezembro de 2019. Dessa forma, faz-se importante adicionar dados meteorológicos do período do trabalho, resumidos na Figura 11 tendo os dados de temperaturas médias e precipitação nos meses do trabalho. O vento predominante é Leste, com 6,5 km/h em média durante o ano inteiro.

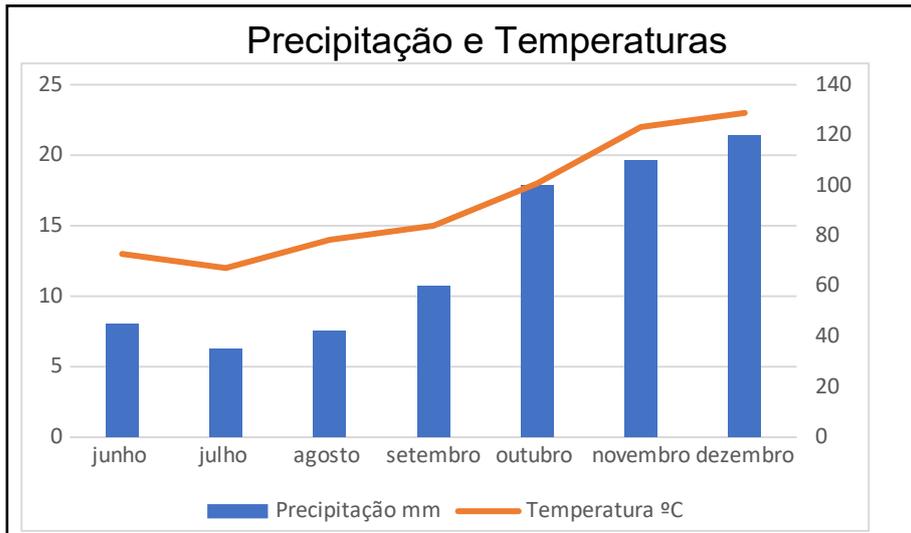


Figura 11 - Precipitação Mensal e Temperatura médias, fonte: Simepar (2019).

Através da covariância e o coeficiente de correlação de Pearson, obteve-se as áreas em que a relação entre os casos e os pontos de emissão de poluentes são significativos como pode-se observar na Figura 12.

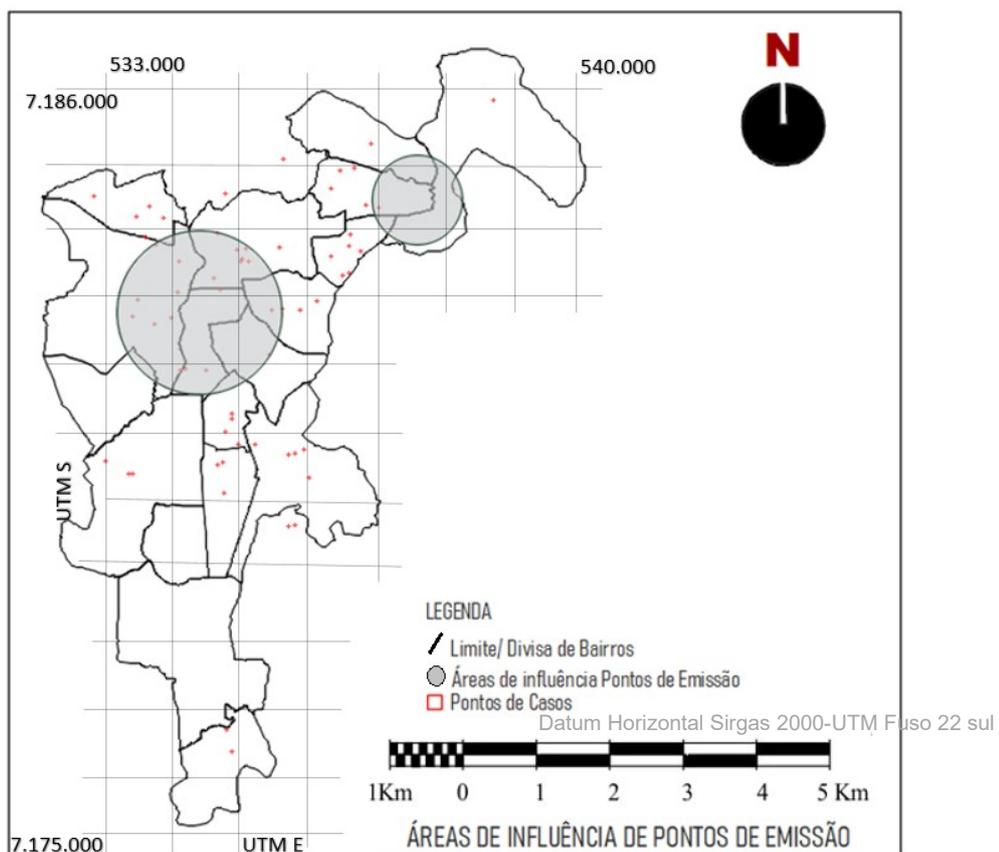


Figura 12 – Áreas de influência pontos de emissão de poluentes correlacionados aos pontos de casos de doenças, 2019, fonte: Autor.

5 DISCUSSÃO

O banco de dados em qualquer sistema de informações é o item mais importante para poder se entender as necessidades e problemas, irá fornecer informações para inúmeros estudos e análises, portanto, a qualidade das informações será responsável pela precisão do processamento dos dados. Desde o correto diagnóstico, o preenchimento por parte dos profissionais da área da saúde é uma etapa que deve ser criteriosamente cumprida, até a coleta e processamento dos dados.

As doenças com fatores ambientais são a primeira linha de doenças que podem ser evitadas com medidas preventivas, com a identificação dos pontos emissores ou a fonte contaminadora, seja pela emissão de partículas no ar, o fornecimento de água contaminada e o não tratamento de esgoto sanitário.

Pignatti (2004) enfatiza que problemas ambientais locais, tais como a degradação da água, do ar e do solo, do ambiente doméstico e de trabalho, têm impactado significativamente a saúde humana e os vínculos entre desenvolvimento econômico, condições ambientais e de saúde são muito estreitos, pois as condições para a transmissão de várias doenças são propiciadas pela forma com que são realizadas as intervenções humanas no ambiente.

A distribuição dos casos obtidos, demonstra que as populações mais acometidas por doenças respiratórias em comparativo com a população geral, encontra-se entre as idades de 0 a 14 anos e acima de 60 anos. Nascimento *et al.* (2017) cita que devido a menor capacidade pulmonar, e número maior de respirações além de uma maior resposta do sistema imunológico os jovens de 0 a 14 anos são mais vulneráveis aos efeitos de agentes poluentes, assim como a imunidade e a capacidade de regeneração de tecidos do epitélio pulmonar faz com que pessoas acima de 60 anos sejam também mais acometidos.

Nascimento *et al.* (2017) encontrou uma relação significativa entre material particulado no ar e os casos de internamento em infante juvenis até 12 anos, e corrobora para o fato dessas faixas etárias possuírem uma maior incidência no trabalho, mesmo possuindo uma concentração de material particulado poluente abaixo do aceitável pelos órgãos fiscalizadores.

Farias e Oliveira (2013) citam Schimmel e Muraski (1976), Mazumdar e Sussman (1983), Clancy *et al.* (2002), Daumas *et al.* (2004), Saldiva *et al.* (1995); Braga *et al.*, (1999), Gouveira e Fletcher (2000), Freitas *et al.* (2004) e Gouveia *et al.* (2006) todos

afirmando que as crianças e os idosos são os mais atingidos por doenças respiratórias e susceptíveis à poluição do ar.

Para a interpretação dos dados e a correlação entre os pontos de incidências de casos, pontos emissores de poluentes, o relevo, e as condições climáticas, o relevo e a variação de temperatura e umidade mostraram uma grande participação na incidência dos casos, coincidindo a localização geográfica com a época de menor temperatura e menor umidade.

No período foi observado em Irati as menores temperaturas mínimas do país e um período de estiagem, sendo uma variável a mais favorecendo o aparecimento de doenças respiratórias e em um breve período de chuvas, embora ainda mantendo abaixo das médias mensais com umidade superior, resultou num período de diminuição dos casos de doenças respiratórias. Gomes *et al.* (2013) cita Grosso (2010), Confalonieri (2003), Ayoade (2007) e Murara *et al.* (2010) e afirmam que as temperaturas mais baixas desencadeiam aumentos de casos de doenças respiratórias, tendo o clima seco e a poluição como um agravante, isso explica o que ocorreu no período estudado de junho a dezembro de 2019.

A área urbana da cidade de Irati é cercada por elevações com vegetação, formando uma parede ao Norte com altitude entre 920 a 1.002 metros acima do nível do mar distribuindo-se no sentido sudoeste nordeste com uma área mais povoada no vale do Rio das Antas e afluentes, assim como o trajeto da rede ferroviária utilizou-se das áreas mais planas e baixas, com elevações de 814 a 850 metros acima do nível do mar, para a sua construção e densidade demográfica do município. A ocupação segue esse traçado, de tal modo que as áreas mais baixas do vale ficam abrigadas de ventos e favorecem a permanência de materiais poluentes particulados, como pode observar na figura 13.

Furlan (1998) cita que as características topográficas influenciam na dificuldade de dispersão de poluentes e Farias e Oliveira (2013), corroboram que as características do relevo afetam na qualidade do ar e dispersão dos poluentes e que no inverno as trajetórias do fluxo de ar não se elevam em função da maior estabilidade e menor espessura da camada de mistura da atmosfera, ficando a poluição concentrada próximas à superfície, dentro das bacias aéreas de emissão, afetando a saúde da população local.



Figura 13 – Fonte emissora de poluentes e efeito esfumaçado na paisagem com predominância nas áreas baixas, 2020, fonte: Autor.

Essas áreas em que o relevo é mais baixo, 348 hectares, abrigados pelas porções montanhosas a norte, abrigadas dos ventos, correspondem a 17% da área do perímetro urbano, formam um micro clima.

Ganho (1999) chama esse evento de “Lago de Ar Frio” e coincidem com as áreas de maior incidência de doenças respiratórias encontradas nos dados epidemiológicos do estudo, assim como pode-se observar na figura 19, há uma distribuição de casos em toda a área do perímetro urbano, tendo casos em todas as regiões e bairros, porém na área central e no Bairro DER, encontramos uma concentração de casos, com 2,3 e 2,6 vezes mais casos que em outras regiões da cidade. A insolação desses locais também é menor em todas as estações do ano devido a topografia do entorno, diminuindo a incidência solar em todas as estações do ano.

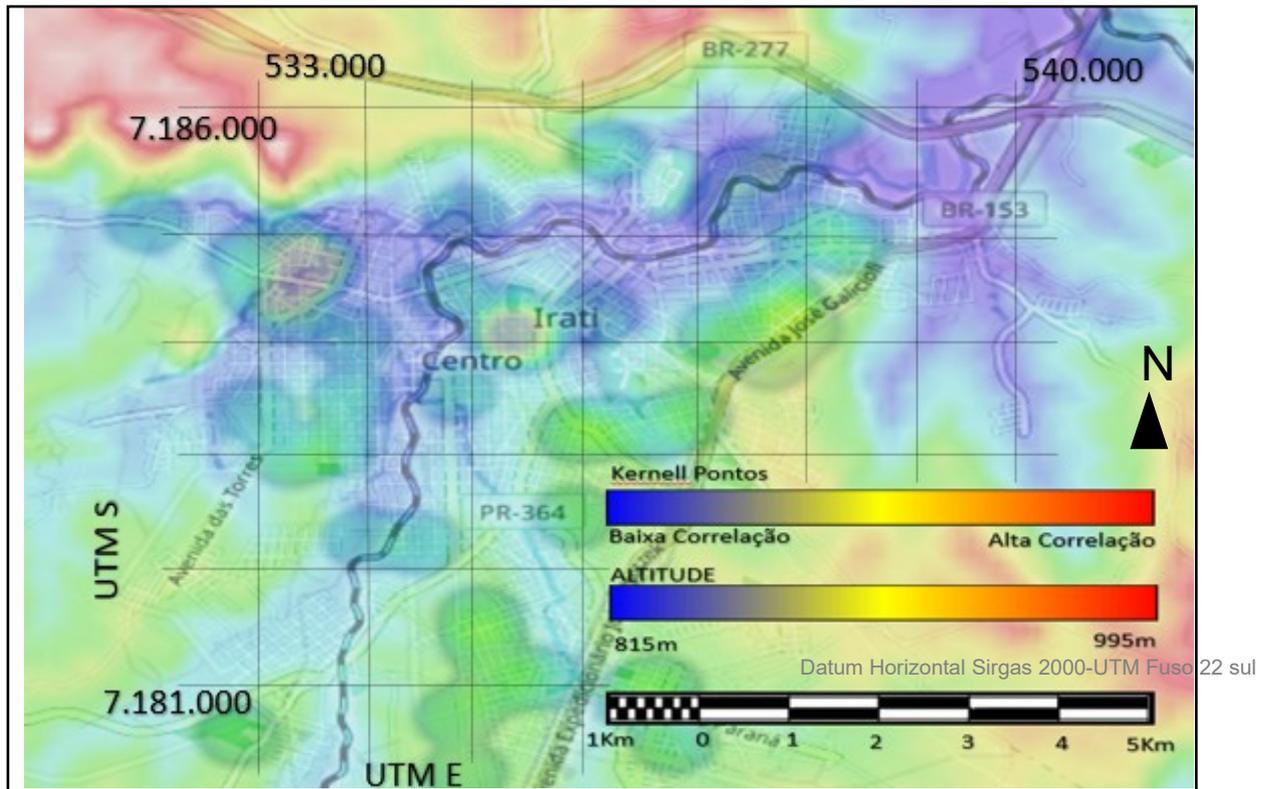


Figura 14 - Mapa Kernel / Calor Topográfico Sobreposto a pontos de casos mapas de kernel das doenças e Fonte: ODBI e Autor (2021/2019)

A identificação dos pontos de emissão de poluentes no ar, por indústrias, e também de rodovias ou áreas em que não possuam cobertura impermeabilizante asfáltica também podem identificar correlações importantes em relação as doenças pelo fato de serem fatores intimamente ligados ao risco de aparecimento de novos casos de doenças respiratórias, porém podem depender de demais variantes.

Ao analisar os dados obtidos e correlacionar estatisticamente com pontos de emissão conhecidos, de indústrias X e Y, obteve-se a Figura 20, que mostram as áreas em que a influência da emissão de poluentes tem significância nos casos de doenças respiratórias. A área de influência X possui 21 casos, ou seja 36,2%, e a área de influência Y, possui 1 caso, ou seja, 1,73%. Somando às áreas com significância de emissão de poluentes as áreas localizadas na porção mais baixa da cidade, passaria de 65,52% para 68,97% dos casos encontrados de doenças respiratórias de tal modo que 3,45% dos casos podem ter ligação direta em consequência de fontes emissoras de poluentes.

A área de influência do ponto de emissão de poluente representado pelo círculo maior na Figura 19, encontra-se em uma região com mais habitantes que a área menor, que se

encontra em uma área pouco povoada, e com vazios populacionais, por ser uma área industrial, com áreas de preservação e estação de tratamento de esgoto. Parte do círculo maior, está inserido nas regiões onde houve a maior incidência de doenças respiratórias.

As doenças dependem de diversas variáveis para que ocorram. O estado de saúde do indivíduo, a sua cultura, os hábitos de vida saudáveis, porém levando-se em conta o fato da localização do ponto de emissão e o relevo, o círculo maior da Figura 15 demonstra a dimensão em que a área de influência da emissão de poluentes está sendo de fato significativa, trazendo de algum malefício para a sua população do entorno. Uma estratégia de correlação retrógrada, partindo-se dos casos de doenças para a determinação de um ponto de origem a um problema, identificaria a área a ser pesquisada e estudada. A locomoção da massa de ar com poluentes pelo vale para a região de relevo mais baixo pode estender e aumentar o raio da área de influência o que tornaria uma porção maior dos casos dependentes do ponto de emissão.

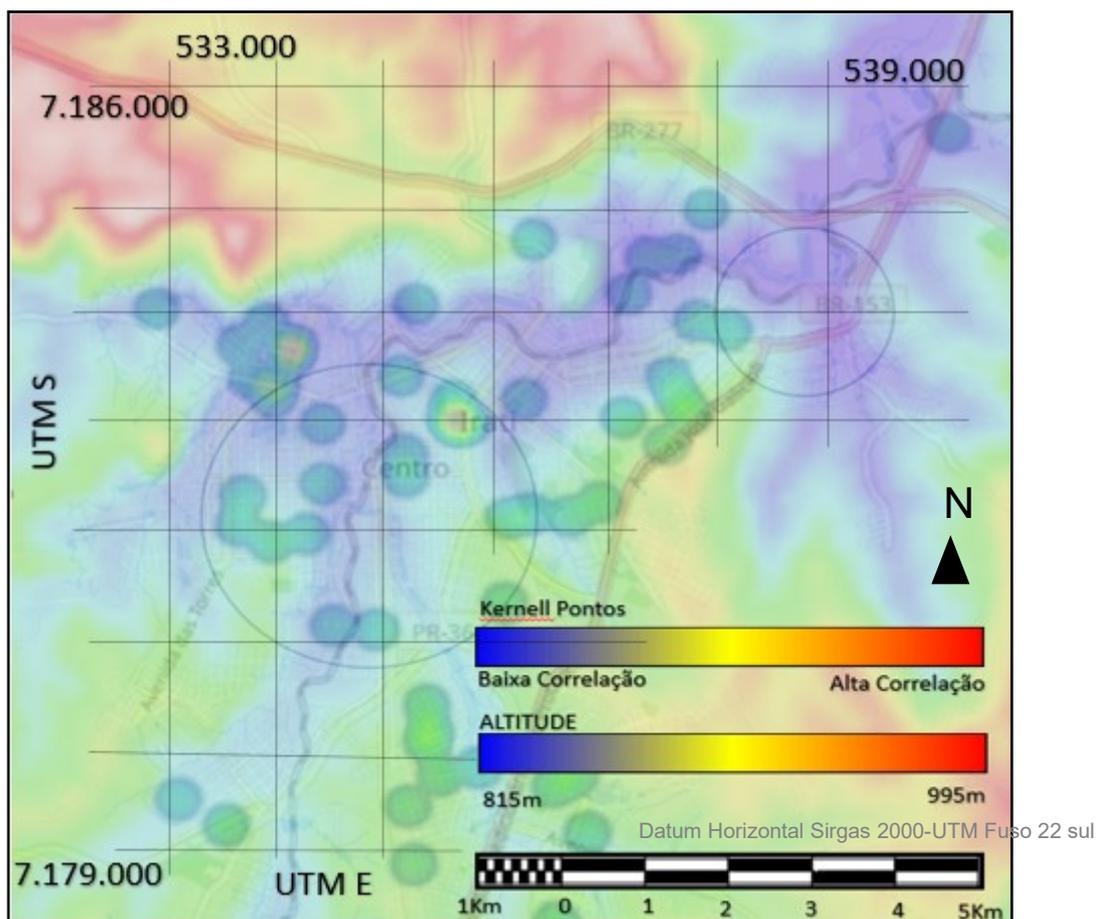


Figura 15 - Sobreposição Pontos de Casos Calor, Correlação Desvio Padrão, Pontos de Emissão de Poluentes, sobreposição mapa topográfico Calor. Fonte: ODBL/Autor (2021/2019).

Nas outras regiões em que os pontos de casos estão mais regularmente distribuídos podem estar relacionados com a maior altitude e, portanto, um diferente microclima, uma ventilação e dispersão da massa de ar com partículas de poluentes e os casos seguem uma distribuição normal.

A forma de encarar as doenças respiratórias mudou drasticamente após a pandemia de COVID-19. Certamente o número de casos computados seriam centenas de vezes superior ao encontrado no estudo e o contato e a proximidade entre os indivíduos contaminados com vírus mostrou que é um fator mais significativo que variáveis ambientais. Contudo, o trabalho de pesquisa é replicável, podendo trazer benefícios a curto prazo para as populações atendidas não só com as doenças respiratórias, mas também para todo o leque de doenças em que a população é acometida.

A melhora da qualidade da passagem de informações no início do banco de dados poderá trazer resultados mais precisos, devido ao fato de inúmeros prontuários que não foram utilizados não possuem o diagnóstico conclusivo ou até mesmo preenchido, isso faria com que o número de eventos da amostra fosse superior aos até então coletados tornando-a mais significativa.

O entendimento das doenças, seja pelo estudo da dinâmica do processo epidemiológico ou para o estudo de medidas preventivas, pode ser importante para antecipação de estratégias de controle e profilaxia, assim como tomada de decisões para planejamento de postos de atendimentos, postos de triagem para classificação dos enfermos e destinação para locais de tratamento evitando o acúmulo de pacientes em um só local.

Os resultados dessa pesquisa, podem também fornecer informações para o comércio de medicamentos, estudando-se a oferta e demanda de cada medicamento para as doenças e a prevalência geográfica em cada região, podendo compor o quantitativo estimado de compras, podendo melhorar a distribuição em períodos de falta de medicamentos.

6 CONCLUSÕES

A observação dos casos de doenças através de prontuários médicos revelou aspectos interessantes da população. Pode-se observar que os fatores de clima, altitude e umidade foram relevantes no aparecimento das doenças respiratórias, assim como geoespacialização pôde determinar a interação e influência dessas variáveis ambientais e os pontos de emissão de poluentes.

Através da geoespacialização também pode-se determinar as áreas em que há uma predisposição para o aparecimento de doenças respiratórias, sendo o microclima uma das principais variáveis contribuintes, com a menor altitude e a proximidade de um ponto de emissão de poluentes, fatores que contribuem para o risco maior do aparecimento de doenças respiratórias.

O uso do SIG se fez satisfatório para os dados coletados, fornecendo informações importantes sobre as áreas estudadas.

As áreas em que foi demonstrado que possuem uma correlação entre os casos das doenças e as fontes emissoras de poluentes devem ser incluídas em estudos a longo prazo e intervenções no sentido de preservação da saúde da população e políticas públicas para o monitoramento de emissão de poluentes e prevenção de doenças respiratórias.

Atitudes simples como umidificação do ar ou até mesmo a alteração do uso e ocupação do solo com a utilização de materiais construtivos isolantes térmicos mais eficientes podem ser incluídos no plano diretor municipal e campanhas para atenuar os efeitos das variações climáticas mais significativas das áreas estudadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Daniella Rodrigues de; MALHEIROS, Antonio Francisco; BAMPI, Aumeri Carlos. **Conhecimento dos profissionais de saúde sobre doenças infectoparasitárias relacionadas à degradação ambiental urbana**. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, [s.l.], v. 10, n. 2, p.147-154, 20 jun. 2019. Escola Superior de Sustentabilidade.
- ANSELIN, L. (1992) **Spacestat – Guia do Usuário**. University of Illinois, Urbana - Champaign. Urbana, EUA.
- AYOADE, J.O. 2007. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 12ª Edição. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil,
- BAKONYI, Sônia Maria Cipriano. **Poluição do ar e doenças respiratórias em Curitiba, Paraná**. 2003. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3370>>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- BRASIL. **Resolução Nº 466, de 12 de dezembro 2012**. 2012. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- BRASIL. **DATASUS**. 2019. Disponível em: <<http://datasus.saude.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- BRASIL. 2021 **GASTOS COM SAÚDE 2020**. Disponível em <<http://portaldatransparencia.gov.br>>
- CÂMARA, G.; M. S. CARVALHO; O. G. CRUZ e V. CORREA (2000b) **Análise de Dados de Área**. In: Fuks, S. D.; M. S. Carvalho; G. Câmara; A. M. V. Monteiro (eds.). Análise Espacial de Dados Geográficos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Processamento de Imagens, São José dos Campos, São Paulo.
- CLANCY L., GOODMAN P., SINCLAIR H., DOCKERY D. W. **Efeito da poluição do ar no controle de taxas de mortalidade em Dublin**. Ireland: an intervention study. Lancet, 360(9341):1210- 4, 2002.
- CONFALONIERI, U. E. C. 2003. **Variabilidade Climática, Vulnerabilidade Social e Saúde** Revista Brasileira de Geografia Física v.6, n.5 (2013) 1069-1081 1080 Gomes A.C.S.; Santos T. S. dos;
- COUTINHO M. D. L.; SILVA A. R. Brasil. **TERRA LIVRE**, SÃO PAULO, V.19, N.20, JAN./JUL., P.193- 204.
- CARVALHO, M. S. (1997) **Aplicação de Métodos de Análise Espacial na Caracterização de Áreas de Risco à Saúde**. Tese de Doutorado em Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ. 2002.

CARVALHO, Marília Sá; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. **Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas**. Cadernos de Saúde Pública, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 361-378, abr. 2005. FapUNIFESP (SciELO).

D'ALGE, J. C. L. **Cartografia para geoprocessamento**. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 32. (INPE-8079- PRE/3894). Disponível em: . Acesso em: 22 mar. 2019.

DAUMAS, R. P.; MENDONÇA, G. A. S. & LEON, A. P. **Poluição do ar e mortalidade em idosos no município do Rio de Janeiro: análise de série temporal**. Cadernos de Saúde Pública Rio de Janeiro; 20:311-319, 2004.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 209p

DUARTE, Denise. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano. Contribuições a uma abordagem interdisciplinar**. 2015. 167p. Tese – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

DUNN, Gavin P.; OLD, Lloyd J.; SCHREIBER, Robert D.. **Imunobiologia do cancer, imuno edição e imono observação**. Immunity, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 137-148, ago. 2004. Elsevier BV.

FARIAS, Heitor Soares de; OLIVEIRA, Jorge Luiz Fernandes de. **BACIAS AÉREAS: uma proposta metodológica para o estudo da qualidade do ar em áreas influenciadas pelo relevo**. Revista Brasileira de Climatologia, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 1-7, 9 dez. 2013. Universidade Federal do Parana.

FARIAS, Paulo R. S. *et al.* **Distribuição Espacial da Lagarta-do-Cartucho, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae), na cultura do milho**. Neotropical Entomology, [S.L.], v. 30, n. 4, p. 681-689, dez. 2001. Springer Science and Business Media LLC.

FONSECA, Fernanda Rodrigues. **Análise espacial das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil**. Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 4, n. 19, p.448-453, ago. 2011.

FURLAN, Claudia Maria. **Efeitos da poluição aérea de Cubatão sobre o conteúdo de nitrogênio, fibras, ligninas e substâncias fenólicas foliares e atividade herbivórica em Tibouchina Cogn**. 1998. 101 f. Tese (Mestrado em Ecologia), Usp, São Paulo, 1998.

FORATTINI, Oswaldo Paulo *et al.* **Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no sistema da Serra do Mar, Brasil: 1 - observações no ambiente extradomiciliar**. Revista de Saúde Pública, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 297-325, set. 1978. FapUNIFESP (SciELO).

GANHO, Nuno. **Condições teóricas de dispersão atmosférica de poluentes na área de coimbra-souselas: a perspectiva topoclimática da implantação de uma co-incineradora de resíduos tóxicos emouselas.** Territorium, Coimbra, v. 1, n. 6, p. 1-10, jun. 1999.

GIODA, Adriana; TONIETTO, Gisele Birman; LEON, Antonio Ponce de. **Exposição ao uso da lenha para cocção no Brasil e sua relação com os agravos à saúde da população.** Ciência & Saúde Coletiva, [S.L.], v. 24, n. 8, p. 3079-3088, ago. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232018248.23492017>.

GOMES, Ana Carla dos Santos *et al.* **Clima e Doenças: análise dos elementos meteorológicos e infecções respiratórias agudas nas capitais do nordeste brasileiro (climate and diseases).** Revista Brasileira de Geografia Física, [S.L.], v. 6, n. 5, p. 1069, 18 dez. 2013. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v6i5.233096>

GOUVEIA, N. & FLETCHER, T. **Análise temporal da poluição do ar e mortalidade, estudo de causa efeito, idade e socioeconômicos.** J Epidemiol Community Health; 54:750-5, 2000a.

IRATI, 2019. **Portal da Cidade de Irati.** Disponível em <http://www.irati.pr.gov.br>

LANA, Raquel Martins *et al.* **Introdução a mudanças de infraestrutura de transporte no acompanhamento da dengue no estado do Acre, Brasil.** Plos Neglected Tropical Diseases, [S.L.], v. 11, n. 11, p. 10-17, 17 nov. 2017. Public Library of Science (PLoS).

LAURENTI, Ruy. **Análise de dados de saúde 1893 – 1993. Cem anos de Classificação Internacional de Doenças.** Scielo: Saúde Pública, São Paulo, v. 25, n. 1, p.0-8, 01 nov. 1991.

MAGALHÃES, Gledson Bezerra. **O uso do geoprocessamento e da estatística nos estudos ecológicos em epidemiologia: o caso da dengue em 2008 na região metropolitana de Fortaleza.** 2008.

MARTINS, Julia Trevisan; RIBEIRO, Renata Perfeito; BOBROF, Maria Cristina Cescatto. **Pesquisa epidemiológica da saúde do trabalhador: Uma reflexão teórica.** 2014.

MAZUMDAR, S. & SUSSMAN, N. **Relação entre poluição do Ar e Saúde em Pittsburg.** Archives of Environmental Health; 38: 17-24, 1983

Murara, P.; Coelho-Zanotti, M. S. S. ; Amorim, M. C. C. T. . 2010. **Análise da Influência Meteorológica nas Internações por Doenças Cardiovasculares.** Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, p. 55-65

NASCIMENTO, Antônio Paula *et al.* **Associação entre concentração pequenas de partículas na atmosfera e doenças agudas do sistema respiratório em crianças.** Revista de Saúde Pública, Espírito Santo, v. 51, n. 10, p. 10-17, 2017. FapUNIFESP (SciELO).

OLIVEIRA, Inês Moresco Danni. **Poluição do ar como causa de morbidade e mortalidade da população urbana**. 2008.

Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/download/14249/9575>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

OMS, **Poluição do Ar e Saúde Infantil**, 2019 Disponível em <https://www.who.int/ceh/publications/Advance-copy-Oct24_18150_Air-Pollution-and-Child-Health-merged-compressed.pdf?ua=1> Acesso em: 16 abr. 2020

PIGNATTI, **Marta G.. Saúde e ambiente: as doenças emergentes no brasil**. Ambiente & Sociedade, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 133-147, jun. 2004. FapUNIFESP (SciELO).

POTTKER GS. **Distribuição Espacial de Espécies da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de Irati, Paraná** [dissertação]. Irati: Universidade Estadual do Centro Oeste; 2012.

SALDIVA, P. H.; POPE, C. A.; SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D. W.; LICHTENFELS, A. J. & SALGE, J. **Poluição do ar e mortalidade em idosos. Estudo temporal na cidade de São Paulo, Brasil**. Arch Environ Health; 50:159-63, 1995.

SILVA, Xavier da J. (Ed.). **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: Bertraud Brasil, 2001. 228p

SCHIMMEL, H. & MURAWSKI, T. J. **Relação entre poluição e mortalidade**. Journal of Occupation Medicine, 18: 316-333, 1976.

TUFTE, Emily. **Métodos de visualização de informações**. 1983. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/c042/2a29881fc1fdc7021f5e8f9f042e5dee2c57.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

WASSALL, Alice. **Poluição do ar: a vilã da pós modernidade**. Ciência e Cultura, [s.l.], v. 71, n. 1, p.22-24, jan. 2019. FapUNIFESP (SciELO).