



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO
LATINO-AMERICANA (UNILA)
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
ECONOMIA, SOCIEDADE E POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS
PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO (PPGPPD)**

**QUALIDADE DO AR VERSUS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS
EM FOZ DO IGUAÇU/PR (2017-2018)**

LUANA DOS SANTOS PEREIRA

DISSERTAÇÃO

Foz do Iguaçu
2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO
LATINO-AMERICANA (UNILA)
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
ECONOMIA, SOCIEDADE E POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS
PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO (PPGPPD)**

**QUALIDADE DO AR VERSUS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS
EM FOZ DO IGUAÇU/PR (2017-2018)**

LUANA DOS SANTOS PEREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Políticas Públicas e Desenvolvimento.

Orientadora: Profa. Dra. Marcia A. P. da S. Scheer

Foz do Iguaçu
2019

LUANA DOS SANTOS PEREIRA

**QUALIDADE DO AR VERSUS INTERAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM
FOZ DO IGUAÇU/PR (2017-2018)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Políticas Públicas e Desenvolvimento.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Marcia A. P. da S. Scheer
UNILA

Prof. Dr. Gilson Batista de Oliveira
UNILA

Prof. Dr. José Mauro Palhares
UNIFAP

Foz do Iguaçu, 22 de novembro de 2019.

Catálogo elaborado pela Divisão de Apoio ao Usuário da Biblioteca Latino-Americana
Catálogo de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA

P436

Pereira, Luana Dos Santos.

Qualidade do ar versus interações por doenças respiratórias em Foz do Iguaçu/PR (2017-2018) / Luana Dos Santos Pereira. - Foz do Iguaçu-PR, 2019.

113 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Instituto Latino-Americano de Economia, Sociedade e Política. Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento. Foz do Iguaçu-PR, 2019.

Orientador: Marcia A. P. da S. Scheer.

1. Ar - Controle de qualidade. 2. Política pública. 3. Climatologia urbana - Foz do Iguaçu. 4. Doenças respiratórias. I. Scheer, Marcia A. P. da S. II. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. III. Título.

CDU 502.3::613.15

Dedico este trabalho aos meus avós (em memória), aos meus pais, à Olinda e aos meninos, ao Dani e ao Caetano!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, é preciso dizer que é um prazer e uma honra ter feito parte dessa Universidade que resiste todos os dias e desse Mestrado que tanto aprendi, em especial, ter vivido isso em anos tão duros para a educação do país. Que venham dias melhores!

Agradeço à minha orientadora Prof. Dra. Marcia por toda a dedicação dispensada em conselhos, sugestões e correções. Agradeço por me acolher desde o início!

Aos professores do Programa de Mestrado e, com carinho, à Profa. Dra. Silvia Zimmermman e ao Prof. Dr. Exzolvildres Neto pelas orientações ao longo curso. Ao Prof. Dr. Gilson, que incansavelmente ajudou tantos alunos não só academicamente, mas com seus olhos e ouvidos atentos. Agradeço também pela sua participação tanto na minha banca de qualificação, quanto na de defesa da dissertação.

Ao Prof Dr. Palhares pela sua participação na banca de defesa, bem como pelos momentos de palestras e conversas que pudemos ter ao longo do curso.

Aos entrevistados do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) pela sua gentileza em nos receber e prestar as informações.

Aos colegas de curso da turma de 2018 pela agradável convivência e pelos bons debates. Um agradecimento especial às amigas de estágio Erika Leon e Stefani Ramalho que muito ouviram e apoiaram!

Tive a oportunidade de estagiar como bolsista de mestrado na extinta divisão de Desenvolvimento Territorial, no projeto Observatório do Território, no Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), de outubro de 2018 a junho de 2019. Lá convivi com ótimos profissionais, agradecendo, assim, suas ajudas e ao PTI pela bolsa concedida.

À Geografia que me abriu mente e portas, apresentou-me à minha irmã de vida, que me deu dois lindos afilhados, e me levou a trabalhar em lugares de muito aprendizado, onde conheci pessoas incríveis.

Aos amigos de uma vida inteira e, em especial, às minhas eternas madrinhas-irmãs.

Aos familiares que sempre estão presentes de alguma forma, mesmo com a distância.

Aos meus pais, meus melhores amigos, que sempre me apoiaram e estiveram juntos em todos os momentos. Agradeço imensamente todo amor e dedicação.

Aos meus avós já desencarnados que, com certeza, ainda olham por mim.

E ao Dani agradeço pela vontade em participar dos meus projetos, por estar sempre contribuindo e atento para ajudar, cuidando de tudo ao meu redor. Contudo, sem dúvida, a maior gratidão é pela renovação de votos em cada "bom dia, meu amor; boa tarde; ou boa noite" que fazemos todos os dias. Te amo!

*" Você não sente, não vê
Mas eu não posso deixar de dizer, meu amigo
Que uma nova mudança, em breve, vai acontecer
E o que algum tempo era novo, jovem, hoje é antigo
E precisamos todos rejuvenescer..."*

*...No presente, a mente, o corpo é diferente
E o passado é uma roupa que não nos serve mais..."*

(Velha roupa colorida, Belchior por Elis Regina)

RESUMO

O Plano Estadual de Controle da Poluição do Ar e de Proteção da Atmosfera (PROEPAR) foi estabelecido em 2017 com o intento de ampliar a rede de monitoramento da qualidade do ar e disponibilizar os dados em tempo real para a sociedade. O Plano proporcionou a instalação de uma estação de monitoramento da qualidade do ar em Foz do Iguaçu (PR), sob a responsabilidade do Instituto Ambiental do Paraná (IAP). O presente trabalho analisou a implementação do PROEPAR no município e verificou a relação entre a qualidade do ar e as doenças respiratórias que atingem sua população. O recorte temporal foi de julho de 2017, data da instalação da estação, até dezembro de 2018, mês anterior ao trabalho de campo realizado para coleta dos dados. Com os dados da estação foi construído um banco de dados, o qual passou por alguns cálculos estatísticos, entrevistas e pesquisas bibliográficas. Assim, verificou-se as características de elementos atmosféricos e de qualidade do ar do município; foi feita a correlação entre essas variáveis; apurou-se a correlação entre os elementos atmosféricos e a qualidade do ar com os casos de internações por doenças respiratórias no município; e, por fim, foi feita uma análise da implementação do PROEPAR como política pública de gestão da qualidade do ar. Com os resultados foi possível concluir que, quando os poluentes aumentam, as internações também aumentam, o que corrobora com a hipótese da presente dissertação de que o monitoramento da qualidade do ar iniciado por meio do PROEPAR é capaz de inferir a relação entre os casos de internações por doenças respiratórias e a qualidade do ar da população em Foz do Iguaçu (PR). Nesse sentido, o PROEPAR cumpre seu papel como política pública, pois possui os dois elementos fundamentais: intencionalidade pública e resposta a um problema público. Contudo, o Plano é recente e requer acompanhamento, avaliação e mais estudos.

Palavras-chave: implementação de políticas públicas; geografia da saúde; clima urbano; monitoramento da qualidade do ar; doenças respiratórias.

ABSTRACT

The Ambient Air Pollution Policy of Paraná State (PROEPAR) was established in 2017 with the intention of expanding the air quality monitoring network and making the data available in real time to society. The policy provided the installation of an air quality monitoring station in Foz do Iguaçu (PR), under the responsibility of the Paraná Environmental Institute (IAP). This paper analyzed the implementation of PROEPAR in the municipality and verified the relationship between air quality and respiratory diseases affecting its population. The time frame was from July 2017, date of installation of the station, until December 2018, the month prior the field data collection. A database was built with the data of the station, which went through some statistical calculations, interviews and bibliographical research. Thus, the characteristics of atmospheric elements and air quality of the municipality were verified; a correlation was made between these variables; the correlation between atmospheric elements and air quality was found with cases of hospitalizations for respiratory diseases in the municipality; finally, an analysis was made of the implementation of PROEPAR as a public air quality management policy. With the results it was possible to conclude that when the pollutants increase, the hospitalizations also increase, which corroborates with the hypothesis of the present dissertation that the monitoring of air quality initiated by PROEPAR is able to infer the relationship between the cases of hospitalizations for respiratory diseases and the air quality of the population in Foz do Iguaçu (PR). In this sense, PROEPAR fulfills its role as a public policy, as it has two fundamental elements: public intentionality and response to a public problem. However, the policy is recent and requires follow-up, evaluation and further study.

Key words: implementation of public policies; health geography; urban climate; air quality monitoring; respiratory diseases.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma dos benefícios das políticas públicas voltadas para a temática.....	19
Figura 2 - Localização de Foz do Iguaçu.....	21
Figura 3 - Representação dos intervalos de altitude na trílice fronteira.....	22
Figura 4 - Climatologia de Foz do Iguaçu.....	23
Figura 5 - Localização da estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu.....	24
Figura 6 - Fluxograma do referencial teórico.....	28
Figura 7 - O tempo e o clima no contexto das ciências ambientais.....	37
Figura 8 - Fluxograma das etapas do trabalho.....	51
Figura 9 - Exemplo ilustrativo de correlação positiva e negativa.....	56
Figura 10 - Sentido e força da correlação, em termos do coeficiente r.....	57
Figura 11 - Entrevista com o IAP e o Lactec.....	60
Figura 12 - Trabalho de campo no IAP em Curitiba (PR).....	84
Figura 13 - Trabalho de campo no Lactec em Curitiba (PR).....	85
Figura 14 - Trabalho de campo na estação de monitoramento da qualidade do ar do IAP em Foz do Iguaçu (PR).....	93
Figura 15 - Boletim da qualidade do ar de Foz do Iguaçu do dia 04/09/2019.....	95
Figura 16 - Portal de monitoramento da qualidade do ar.....	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperatura - 07/2017 a 12/2018.....	63
Gráfico 2 - Umidade do ar - 07/2017 a 12/2018.....	63
Gráfico 3 - Diagrama de dispersão: temperatura x umidade do ar.....	64
Gráfico 4 - Pressão atmosférica - 07/2017 a 12/2018.....	65
Gráfico 5 - CO - 07/2017 a 12/2018.....	66
Gráfico 6 - NO ₂ - 07/2017 a 12/2018.....	67
Gráfico 7 - PTS - 07/2017 a 12/2018.....	68
Gráfico 8 - MP ₁₀ - 07/2017 a 12/2018.....	69
Gráfico 9 - Concentração média de CO por hora ao longo do dia (24h).....	72
Gráfico 10 - Concentração média de NO ₂ por hora ao longo do dia (24h).....	73
Gráfico 11 - Concentração média de PTS por hora ao longo do dia (24h).....	73
Gráfico 12 - Concentração média de MP ₁₀ por hora ao longo do dia (24h).....	74

Gráfico 13 - Evolução da frota de veículos de Foz do Iguaçu (PR) 2014-2018.....	75
Gráfico 14 - Fluxo de veículos nas pontes da Amizade e da Fraternidade em 2018.....	76
Gráfico 15 - Números e causas das internações hospitalares em Foz do Iguaçu no ano de 2018.....	77
Gráfico 16 - Média de permanência (em dias) nas internações hospitalares em Foz do Iguaçu no ano de 2018.....	78
Gráfico 17 - Valor médio gasto (R\$) com internações hospitalares em Foz do Iguaçu no ano de 2018.....	79
Gráfico 18 - Número de óbitos por doenças respiratórias em Foz do Iguaçu (1996-2016).....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Acidentes relacionados à poluição do ar no mundo (século XX).....	17
Tabela 2 - Porcentagem de dados por mês.....	54
Tabela 3 - Banco de dados (médias mensais) - 07/2017 a 12/2018.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos dados usados nos trabalhos consultados.	48
Quadro 2 - Correlação: elementos atmosféricos versus poluentes.....	70
Quadro 3 - Temperatura versus internações por doenças respiratórias.....	81
Quadro 4 - Umidade versus internações por doenças respiratórias.	81
Quadro 5 - Pressão atmosférica versus internações por doenças respiratórias.	82
Quadro 6 - Poluentes versus internações por doenças respiratórias.	82
Quadro 7 - Síntese dos resultados das correlações das variáveis com as internações....	83
Quadro 8 - Classificação do IQAr (IAP).....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
AERMOD	<i>AMS/EPA Regulatory Model</i>
AIH	Autorização de Internação Hospitalar
ASTER	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i>
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CELEPAR	Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná
CID-10	Classificação Internacional de Doenças
CO	Monóxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DAR	Departamento da Qualidade do Ar
DETRAN	Departamento de Trânsito do Paraná
DIMAP	Diretoria de Monitoramento Ambiental e Controle da Poluição
DTA	Departamento de Tecnologia Ambiental
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FIEP	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
GTZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit</i>
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INEA	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQAR	Índice de Qualidade do Ar
IRA	Infecções Respiratórias Agudas
LACTEC	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP10	Material particulado de diâmetro inferior a 10 micrômetros (μm)
N2	Nitrogênio gasoso
NO	Monóxido de nitrogênio
NO2	Dióxido de nitrogênio
O2	Oxigênio molecular

O3	Ozônio
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCPV	Plano de Controle de Poluição Veicular
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos
PROEPAR	Plano Estadual de Controle da Poluição do Ar e de Proteção da Atmosfera
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PTS	Partículas Totais em Suspensão
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
S.C.U.	Sistema Clima Urbano
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SEPL	Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral
SO2	Dióxido de enxofre
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
UDC	União Dinâmica de Faculdades Cataratas
USP	Universidade de São Paulo
VSR	Vírus sincicial respiratório

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 ÁREA DE ESTUDO	20
1.2 JUSTIFICATIVA	25
1.3 PROBLEMA	25
1.4 HIPÓTESE	26
1.5 OBJETIVOS	26
1.5.1 Objetivo Geral	26
1.5.2 Objetivos Específicos	26
1.6 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	26
2 REVISÃO DE LITERATURA	28
2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS E A FASE DE IMPLEMENTAÇÃO	29
2.1.1 Políticas públicas de qualidade do ar	34
2.2 CLIMA URBANO	36
2.3 GEOGRAFIA DA SAÚDE	39
2.3.1 Poluição do ar e saúde	42
3 METODOLOGIA	50
3.1 MATERIAIS DAS ETAPAS 1, 2 E 3	52
3.2 MÉTODOS	53
3.2.1 Etapa 1	53
3.2.1.1 <i>Teste de Correlação de Pearson</i>	56
3.2.2 Etapa 2	58
3.2.3 Etapa 3	59
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
4.1 ETAPA 1	62
4.2 ETAPA 2	77
4.3 ETAPA 3	84
4.3.1 Sobre o PROEPAR	85
4.3.2 Sobre a estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR)	91
4.3.3 Sobre a transparência dos dados da estação	93
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICES	112
APÊNDICE A - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS	113

1 INTRODUÇÃO

Em 1908, Theodore Roosevelt, presidente dos Estados Unidos da América, numa conferência sobre conservação dos recursos naturais, afirmou que o país havia enriquecido e atingido o progresso às custas destes recursos, no entanto, havia chegado o momento de refletir sobre o que aconteceria quando as florestas tivessem desaparecido; o carvão, o ferro e o petróleo tivessem se esgotado; o solo estivesse mais empobrecido; e os rios estivessem poluídos (LEMOS, 2014). Passaram-se mais de cento e dez anos após esse discurso e o debate continua o mesmo: desmatamento, erosão dos solos, poluição das águas, o esgotamento de recursos naturais, etc.

A formação de uma consciência crítica em torno dos problemas ambientais se deu somente a partir da segunda metade do século XX, particularmente, nos países desenvolvidos¹, os primeiros a sofrer severas consequências da poluição industrial e, conseqüentemente, os primeiros a estabelecer uma legislação de controle da poluição do ar. Nessa época, ocorreram graves acidentes, conforme ilustrado na tabela 1, que envolveram, especialmente, a poluição do ar e tiveram prejuízos consideráveis à saúde, acendendo as discussões globais sobre a implantação de mecanismos para controle da poluição atmosférica.

Tabela 1 – Acidentes relacionados à poluição do ar no mundo (século XX).

Lugar	Ano	Mortes	Pessoas afetadas	Fonte poluidora
Meuse Valley, Bélgica	1930	60	6000	fábricas de aço e zinco
Donora, Estados Unidos	1948	15	5900	fábricas de aço e zinco
Londres, Inglaterra	1952	4000	20000	queima de carvão, indústrias e veículos
Londres, Inglaterra	1956	1000	-	queima de carvão, indústrias e veículos

Fonte: LEMOS, 2014 (adaptado pela autora).

Lemos (2014) afirma que fatos como estes aconteceram desde o início da Revolução Industrial, pois a preocupação que se tinha era a busca pela otimização dos processos de produção, não levando em conta, na maioria das vezes, os efeitos nocivos

¹ Entende-se por países desenvolvidos, o conceito inicial trazido por Rostow (1971), o qual se baseia na ideia de sucessão evolutiva de estágios, onde as sociedades evoluiriam de formas inferiores para superiores. Layrargeus (1997) afirma que esta hipótese parte de um modelo de sociedade rudimentar culminando no modelo da civilização ocidental industrializada de consumo, considerada única e universal. A modernização é entendida como sinônimo de evolução, estabelecendo uma escala de modernização dos países menos avançados até os países industrializados. Este conceito se evidencia nas dicotomias: desenvolvidos e subdesenvolvidos; Norte e Sul; e centro e periferia.

sobre o ambiente. Ou seja, os processos de produção eram vistos de forma isolada e sem considerar que os sistemas são interdependentes e se influenciam mutuamente. Portanto, qualquer perturbação em um sistema, pode afetar outro.

Steinmetz, Gabriel e Da Silva (2013) reafirmam a ideia de que o ambiente é um todo integrado e unitário formado por diferentes elementos em constante interconexão. Em seu trabalho, concluem ainda que a poluição atmosférica não respeita os limites geopolíticos dos estados, províncias e nações.

Dentro dos problemas provenientes da poluição do ar estão também os impactos na saúde humana, comprovadamente relacionados por meio de estudos epidemiológicos, os quais constatam efeitos de morbidade e mortalidade causadas por problemas respiratórios e cardiovasculares devido à exposição aos poluentes atmosféricos.

De acordo com Duarte e Botelho (2000), Andrade *et al.* (2015) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), é conhecido que as populações mais vulneráveis são as crianças, os idosos e as pessoas que já apresentam doenças respiratórias. Crianças com menor idade são mais acometidas, possivelmente, pela imaturidade do sistema imune, que ainda não produziu anticorpos para os principais patógenos das vias aéreas. Outras causas como a desnutrição, o tabagismo passivo, o tipo de habitação, a densidade de moradores por domicílio, as más condições sanitárias e as singularidades de cada indivíduo também influenciam no processo inflamatório.

Assim, várias pesquisas acadêmicas discutem a correlação da poluição do ar com a saúde da população. Gutberlet (1996) traz à tona a discussão sobre o surgimento de anomalias genéticas em recém-nascidos vivos e mortos em Cubatão, na década de 1980, quando discutiu-se pela primeira vez no país, na esfera pública, os prejuízos causados pela poluição à saúde humana.

Outra perspectiva de estudo são os trabalhos que relacionam os elementos atmosféricos e a saúde da população. Telles (2011) analisou a relação entre os três principais elementos - temperatura, precipitação e umidade, com as infecções respiratórias agudas (IRA) notificadas em crianças na faixa etária de até cinco anos de idade, na cidade de Salvador (BA), no período de 2004 a 2008. A partir dos resultados das análises estatísticas, concluiu-se que no período chuvoso, em que ocorrem as menores temperaturas e a umidade relativa do ar é mais elevada, aumentam o número de internações por IRA na cidade.

Há também os trabalhos que contemplam as três linhas de pesquisa:

poluição do ar, elementos climáticos e saúde humana. Bakonyi *et. al.* (2004) investigou os efeitos causados pela poluição atmosférica na morbidade por doenças respiratórias em crianças, entre 1999 e 2000, na cidade de Curitiba (PR), considerando dados de temperatura e umidade. Fumaça, dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃) e material particulado (MP10) foram analisados e todos apresentaram efeitos sobre as doenças respiratórias de crianças. Os resultados da pesquisa mostram que a poluição atmosférica promove efeitos adversos para a saúde das crianças, mesmo quando os níveis dos poluentes estão aquém do que determina a legislação brasileira.

Os trabalhos citados revelam a interação entre a poluição do ar, elementos atmosféricos e a saúde da população. O conhecimento sobre essas relações oferece subsídios para uma maior determinação dos períodos críticos dos problemas respiratórios na população, de modo que se possam construir estratégias por parte das políticas públicas, para que diminuam as conseqüências dessas infecções, que, em sua maioria, atingem a população mais vulnerável. Além dos prejuízos à saúde, a poluição atmosférica traz dispêndios aos gastos do Estado, pois há um aumento do uso de medicamentos e do número de atendimentos e internações hospitalares por doenças respiratórias (MMA, 2019). Então, o estudo dessa interação e a aplicação de políticas públicas sobre o tema podem acarretar em benefícios para a sociedade e o Estado (figura1).

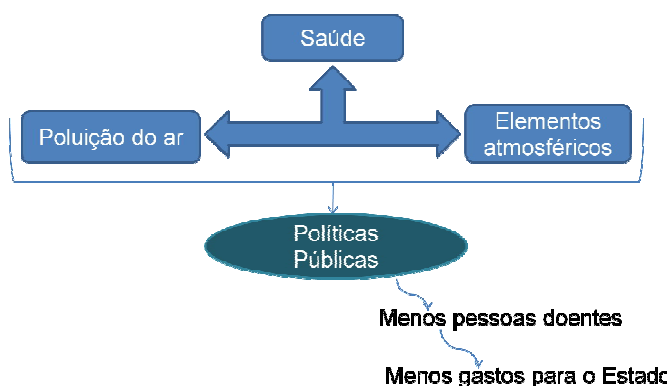


Figura 1- Fluxograma dos benefícios das políticas públicas voltadas para a temática.

Fonte: Elaborado pela autora.

Deste modo, do ponto de vista da gestão pública, o tema é transversal. A maior parte da responsabilidade das decisões sobre mitigação dos riscos ambientais pertence à área ambiental, enquanto as soluções para a redução das emissões recaem sobre a área de transportes e industrial, e as conseqüências da poluição são sentidas na

área da saúde. O conhecimento dos vários setores envolvidos na temática e o diálogo colaborativo é o caminho mais promissor para a sociedade. (Ministério da Saúde, 2016).

Nesse sentido, com o intuito de ampliar as políticas públicas de gestão e controle ambiental, o governo do Estado do Paraná anunciou em 2017 o Plano Estadual de Controle da Poluição do Ar e de Proteção da Atmosfera (PROEPAR) (SEMA, 2017). Segundo a notícia publicada no portal eletrônico ODIÁRIO (2018), observada no dia 8 de março de 2016, por meio desse Plano, os municípios de Foz do Iguaçu, Ponta Grossa, Cascavel, Maringá e Londrina receberam, cada um, uma estação de monitoramento da qualidade do ar. Essas estações complementaram a rede de monitoramento da qualidade do ar do Paraná, sob responsabilidade do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e fizeram parte de um convênio firmado entre o Paraná e o Banco Mundial para modernização dos sistemas de gestão ambiental do estado.

Além de monitorar o ar das cidades, o Plano tinha a intenção de tornar público os dados medidos nas estações. Então, todos os dias, elementos atmosféricos e poluentes poderiam ser visualizados no portal eletrônico do IAP em tempo real. A partir disso, no mesmo boletim diário, era gerado o Índice de Qualidade do Ar (IQAr), cuja classificação vai de boa a péssima ou crítica, dependendo do resultado do índice (ODIÁRIO, 2018). E, apesar de ter tido um período sem funcionamento (aproximadamente um ano entre 2018 e 2019), o sistema voltou a disponibilizar as informações, honrando o seu esforço e o seu compromisso com a transparência dos dados.

Destarte, o presente trabalho analisou a relação entre a qualidade do ar e a saúde da população do município de Foz do Iguaçu, no Paraná. Essa análise partiu, principalmente, dos dados da estação de monitoramento da qualidade do ar do IAP e de internações hospitalares por doenças respiratórias registrados no banco de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). O período dos dados compreende desde julho de 2017, quando a estação foi instalada e, portanto, é a data do início da formação do banco de dados, a dezembro de 2018, último mês antes do trabalho de campo realizado para a coleta dos dados.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o município de Foz do Iguaçu, que está localizado na região oeste do Paraná, no sul do Brasil. A cidade está situada na região da tríplice fronteira entre o Brasil, o Paraguai e a Argentina. No lado brasileiro, o limite é com Santa

Terezinha de Itaipu, do lado paraguaio é com Ciudad del Este, Hernandarias e Presidente Franco, já do lado argentino é com Puerto Iguazú. Na figura 2 é possível visualizar os limites, as divisas e as fronteiras de Foz do Iguaçu, cujas coordenadas são: 25° 32' 36,6"S e 54°34' 41,56"O.

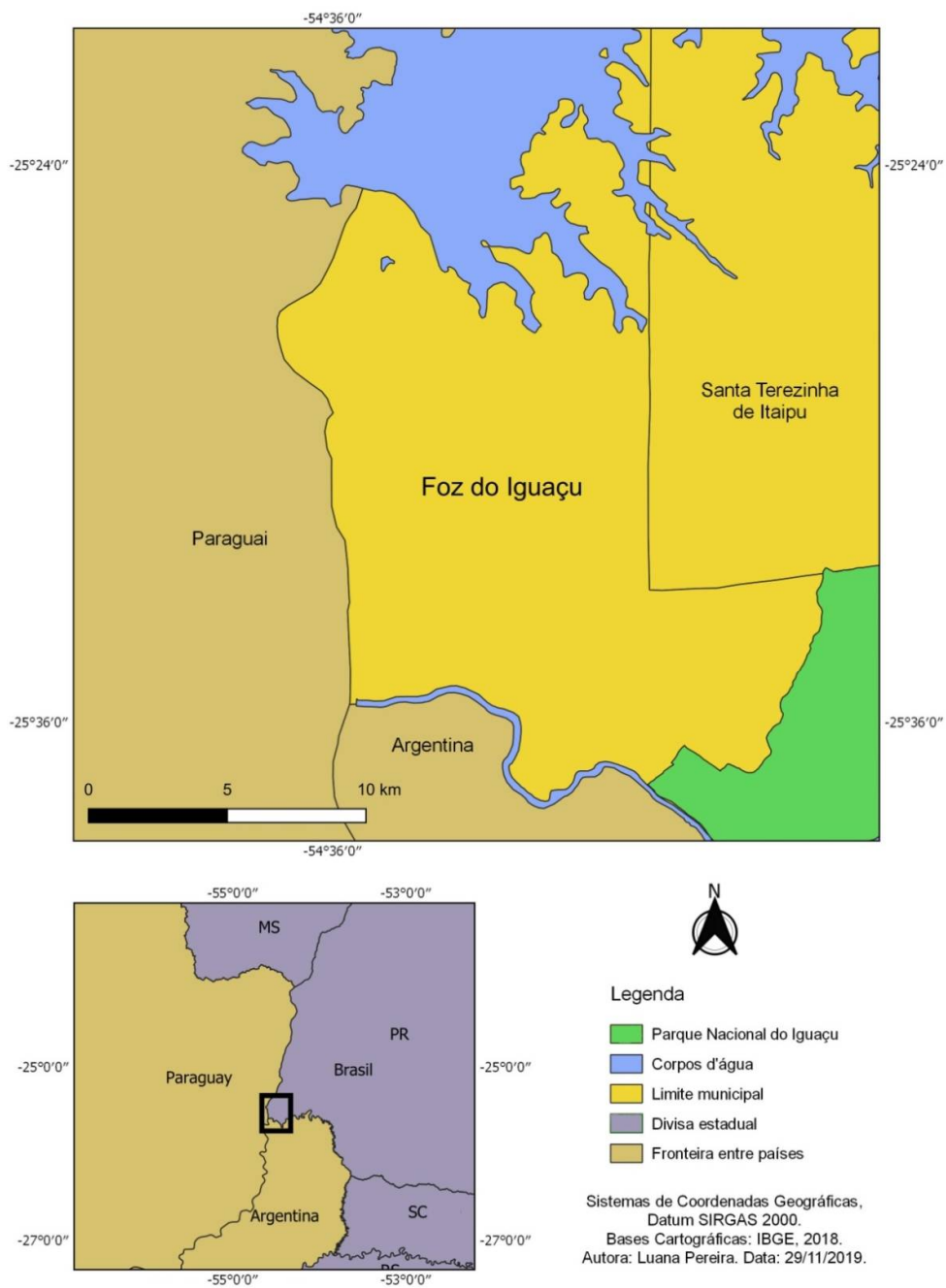


Figura 2 - Localização de Foz do Iguaçu.
Fonte: PEREIRA, 2019.

Segundo Santos *et al.* (2006), o município se situa na formação geomorfológica chamada Planalto de Foz do Iguaçu, que é caracterizado por um terreno pouco acidentado, com baixas declividades, estando a aproximadamente 200 m de altitude em relação ao nível do mar. Para ilustrar essa paisagem de planaltos e com declives suaves, Pereira *et al.* (2018) elaborou um mapa a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), gerado pelo sensor *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER), que está apresentado na figura 3.

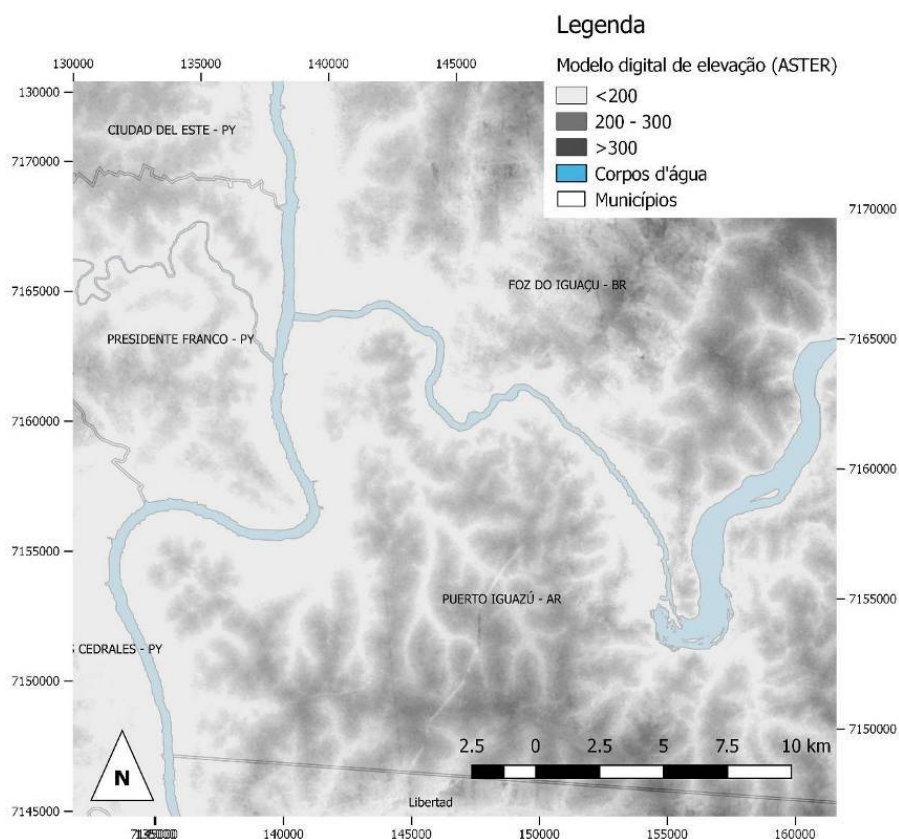


Figura 3 - Representação dos intervalos de altitude na tríplice fronteira.
Fonte: PEREIRA *et al.*, 2018.

O mapa apresenta os intervalos de altitude do terreno na tríplice fronteira a partir de uma escala de cinza em três níveis: < 200m, entre 200m e 300m e > 300m. Com isso, nota-se que a região está situada, principalmente, abaixo dos 300 m de altitude.

O clima é o Subtropical Úmido, apresentando uma pluviosidade média acima de 150 mm mensais e com uma média térmica de 20,8°C. Os verões são quentes e chuvosos. Os invernos são frios, podendo haver geada (MAACK, 2012).

A figura 4 apresenta o regime de chuvas de Foz do Iguaçu com os dados de acumulados mensais de precipitação por meses do ano. O gráfico foi gerado e emitido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Percebe-se que não existe uma sazonalidade de precipitação tão forte quanto nas baixadas litorâneas do Sudeste brasileiro, com verões chuvosos e invernos secos, onde predomina o clima Tropical. Entretanto, nota-se que os meses de outubro a março são mais chuvosos do que os meses de abril a setembro. Por fim, é útil dividir o ano em estação seca ou menos chuvosa e estação chuvosa.

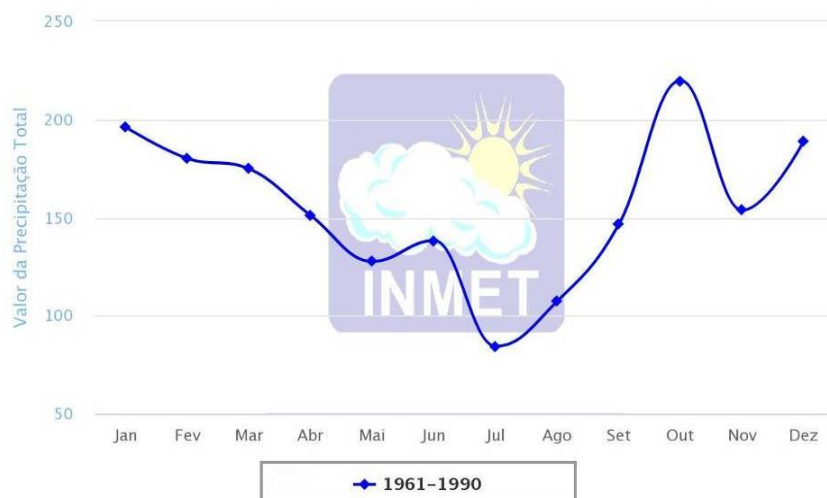


Figura 4 - Climatologia de Foz do Iguaçu.

Fonte: INMET, 2019.

É nesse cenário que a estação de monitoramento da qualidade do ar está instalada em Foz do Iguaçu. O município foi escolhido para receber a estação com base nos estudos presentes no Programa de Controle da Poluição Veicular (PCPV), atualizado em 2012, por possuir potencial turístico, o que leva muitas pessoas a frequentarem a cidade (DTA-2, 2019).

A estação está localizada no encontro de três vias importantes (figura 5) e com grande movimentação de pessoas e veículos, a saber:

- A avenida Paraná, que liga a região norte, onde está a usina hidrelétrica de Itaipu, até o centro da cidade;
- A avenida das Cataratas, que liga a região sul, onde está o Parque Nacional do Iguaçu, até o centro;
- E a avenida Jorge Schimmelpfeng, localizada no centro, concentrando diversos serviços, restaurantes e bares, que servem a moradores e turistas.



Figura 5 - Localização da estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu.

Fonte: elaborado pela autora.

A escolha do local da instalação da estação dentro do município se deu porque o estudo de dispersão de poluentes realizado pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) determinou os principais quadrantes com potencial de poluição. Além disso, outros fatores foram levados em consideração: o terreno era de propriedade do IAP, portanto, sem necessidade de pagamento de aluguel; a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), que também está situada no terreno, realiza o pagamento da energia elétrica, bem como faz a segurança do local; e, com isso, há a possibilidade de instalação de infraestrutura para o envio dos dados coletados por meio de internet. Assim, a escolha do local de instalação da estação é uma mescla ou um balanço entre o possível e o ideal (DTA-2, 2019).

Por meio do sítio de internet do IAP é possível ter acesso diariamente aos dados das estações de monitoramento. Esses dados são atualizados de hora em hora e em tempo real, são armazenados em uma banco de dados, e compreendem: temperatura, umidade, SO₂ (dióxido de enxofre), NO₂ (dióxido de nitrogênio), O₃ (ozônio), CO (monóxido de carbono), MP₁₀ (partículas inaláveis), PTS (partículas totais em suspensão) (IAP, 2019b).

1.2 JUSTIFICATIVA

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) define no Art. 225^o que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida², impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. A qualidade do ar está intimamente ligada ao senso comum do que representa a sadia qualidade de vida exposta no artigo.

O governo do estado do Paraná lançou em 2017 o PROEPAR, a fim de ampliar as políticas públicas de gestão e controle ambiental. Alguns municípios já tinham estações de monitoramento da qualidade do ar instaladas, como Curitiba e Araucária, e outros, como Foz do Iguaçu, foram contemplados com as estações por meio desse Plano.

A ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar traz informações para subsidiar a formulação de políticas públicas de gestão e controle ambiental, bem como de saúde. Além disso, possibilita a população acompanhar como o ar do seu município está classificado. E, por fim, dá viabilidade à construção de um banco de dados, permitindo ações de fiscalização, controle e prevenção. Destaca-se que as ações de prevenção são destinadas ao licenciamento ambiental, o qual poderá ter elementos para a liberação ou não de um empreendimento e garantir uma melhor qualidade de vida para as pessoas.

A implementação de uma política pública de monitoramento da qualidade do ar entrou na agenda do governo estadual em função de uma demanda construída historicamente pela sociedade de conhecer os efeitos adversos das indústrias e do setor de transporte no meio ambiente e na saúde. Destaca-se a transparência da informação, ou seja, a disponibilização dos dados para consulta pelos interessados, como uma das principais características positivas do PROEPAR.

1.3 PROBLEMA

O presente trabalho teve como questão central: o monitoramento da qualidade do ar promovido pelo PROEPAR é um instrumento adequado para o acompanhamento da relação entre a qualidade do ar e as interações por doenças respiratórias da população de Foz do Iguaçu (PR)?

² Entende-se por qualidade de vida a noção presente no texto da Constituição Federal (BRASIL, 1988) que envolve as condições de ambiente, nutrição, habitação, educação, saúde e renda familiar.

1.4 HIPÓTESE

O monitoramento da qualidade do ar iniciado por meio do PROEPAR em 2017 ainda é incipiente, porém com a sua curta base de dados é possível inferir a relação entre os casos de internações por doenças respiratórias e a qualidade do ar em Foz do Iguaçu (PR).

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é identificar a relação entre a qualidade do ar e as internações por doenças respiratórias da população, a partir do monitoramento da qualidade do ar no âmbito do PROEPAR, no município de Foz do Iguaçu, no Paraná.

O recorte temporal dos dados compreende o período de julho de 2017 a dezembro de 2018, ou seja, um total de dezoito meses, passando por todas as estações do ano.

1.5.2 Objetivos Específicos

Para atender o objetivo geral, foram traçados três objetivos específicos, que são:

- Verificar as características dos elementos atmosféricos e de qualidade do ar do município de Foz do Iguaçu e a correlação existente entre essas variáveis;
- Apurar a correlação entre as variáveis supracitadas com os casos de internações por doenças respiratórias no município; e
- Analisar a implementação do PROEPAR como política pública de gestão da qualidade do ar em Foz do Iguaçu.

1.6 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em cinco partes, sendo a primeira delas, a introdução, a qual apresentou ideias gerais da pesquisa, bem como a área de estudo, a justificativa, o problema, a hipótese e os objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo discorre sobre o referencial teórico que serviu de alicerce para o trabalho, trazendo bibliografias sobre: Políticas Públicas e a Fase de Implementação, Clima Urbano e Geografia da Saúde.

No terceiro consta a metodologia que foi dividida em duas partes: os

materiais e os métodos. Os materiais são descritos em uma única seção e atendem a todos os três objetivos específicos, também chamados de etapas 1, 2 e 3. Os materiais das etapas 1 e 2 são os mesmos e advêm do IAP, do INMET e do DATASUS, enquanto que o da etapa 3 provém das entrevistas e da revisão bibliográfica. Já a seção que apresenta os métodos, é dividida em três itens, que correspondem a cada uma das três etapas, pois foram selecionados procedimentos diferentes para alcançar os objetivos.

O quarto capítulo apresenta os resultados e as discussões e segue a mesma organização em etapas feito, anteriormente, na metodologia, na seção dos métodos. Assim, na primeira etapa foi feita uma correlação estatística para verificar a relação entre os elementos atmosféricos de temperatura, umidade e pressão atmosférica com os dados de qualidade do ar de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), material particulado ou partículas inaláveis (MP10) e partículas totais em suspensão (PTS). Na segunda etapa também foi feita uma correlação estatística para apurar a relação entre as variáveis atmosféricas e de qualidade do ar com os dados de internações por doenças respiratórias. A terceira etapa explica como o último objetivo específico faz uso de análise qualitativa por meio das informações provenientes das entrevistas, além das pesquisas bibliográficas e documentais.

Por fim, é na quinta parte onde foram apresentadas as considerações finais do trabalho e, em seguida, as referências bibliográficas utilizadas em sua elaboração. Há também um apêndice com o questionário das entrevistas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como aporte teórico foram utilizados três eixos temáticos: Políticas Públicas, Clima Urbano e Geografia da Saúde. Entende-se que o estudo da interação entre esses três temas é capaz de trazer benefícios à sociedade em forma de ações e, no caso, por meio das políticas públicas (figura 6).

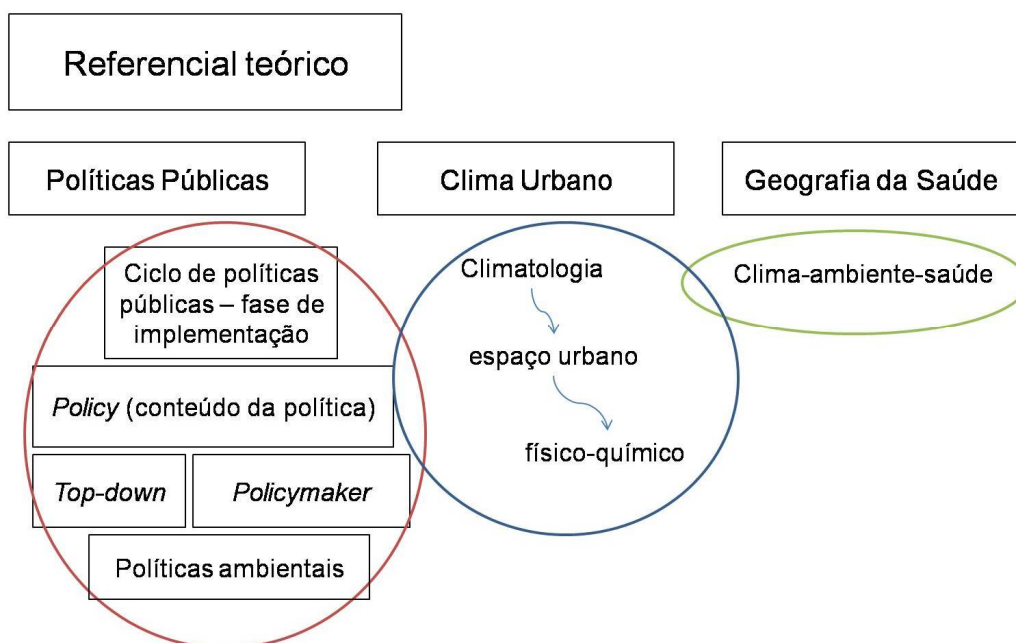


Figura 6 - Fluxograma do referencial teórico.
Fonte: Elaboração da autora.

No âmbito da revisão da literatura sobre Políticas Públicas foi discutido, entre outros assuntos, o seu ciclo e, em especial, a fase de implementação, pois se trata da etapa em que o PROEPAR está, dando subsídios para o posterior entendimento dos acontecimentos em torno dessa política pública. Adicionalmente, alguns termos foram estudados, destacam-se: *policy* - o conteúdo da política; *policymaker* - quem faz a política; e a política do tipo *Top-down* (de cima para baixo).

Para direcionar o estudo das políticas públicas, foi feita uma seção secundária dentro deste eixo a fim de apresentar as políticas públicas de qualidade do ar realizadas no Brasil e no Paraná.

O Estado implementou o PROEPAR e um de seus instrumentos é o monitoramento da qualidade do ar, ora estudado. Contudo, para o entendimento dos parâmetros medidos no monitoramento para posterior utilização como subsídios de outras políticas públicas, faz-se necessário estudá-los. O Clima Urbano aborda a Climatologia no

espaço urbano, observando variáveis físico-químicas, como temperatura, pressão atmosférica e umidade do ar, as quais influenciam no cotidiano das pessoas. Também consegue explicar as interações entre os poluentes e os elementos atmosféricos, sustentando os resultados e as discussões do trabalho.

O estudo das políticas públicas e o conhecimento sobre o clima urbano, quando analisados sob à luz da Geografia da Saúde traz à tona o entendimento da interação clima-ambiente-saúde, abordada na presente dissertação, possibilitando a sua aplicação em ações. Por fim, são apresentados oito trabalhos brasileiros que tratam dessa interação, a fim de investigar e refletir sobre a metodologia utilizada e embasar o uso dos métodos escolhidos para essa pesquisa.

2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS E A FASE DE IMPLEMENTAÇÃO

Souza (2006) e Secchi (2013) afirmam que não existe uma única, nem melhor, definição sobre o que seja política pública. Nesse sentido, Souza (2006) nos traz a reflexão de que se for admitido que a política pública é um campo holístico, pode-se entender que, embora seja formalmente um ramo da ciência política, a ela não se resume, podendo também ser objeto analítico de outras áreas do conhecimento, daí seu caráter interdisciplinar, comportando vários olhares e, por isso, abarca definições de horizontes diferentes.

Muller e Surel (2002) destacam que a primeira dificuldade com a qual se defronta a análise das políticas públicas é o caráter polissêmico do termo “política”. Segundo eles, os falantes da língua inglesa têm mais facilidade para o entendimento do termo, pois dispõem de palavras diferentes para designar a noção de política. Este termo cobre, ao mesmo tempo, a esfera da política (*polity*), a atividade política (*politics*) e a ação pública (*policies*).

A primeira faz a distinção entre o mundo da política e a sociedade civil, podendo a fronteira entre os dois, sempre fluida, variar segundo os lugares e as épocas; a segunda designa a atividade política em geral (a competição pela obtenção dos cargos políticos, o debate partidário, as diversas formas de mobilização...); a terceira acepção, enfim, designa o processo pelo qual são elaborados e implementados programas de ação pública, isto é, dispositivos político-administrativos coordenados em princípio em torno de objetivos explícitos (MULLER; SUREL, 2002, p.10).

Nesse sentido, para os autores, estudar a ação pública é situar-se, principalmente, no quadro da terceira acepção, a das políticas, o que não quer dizer, evidentemente, que as outras dimensões deverão ser ignoradas. Por isso mesmo, a

análise das políticas públicas não procede de um recorte da esfera política, privilegiando certas atividades e deixando outras de lado. É próprio da análise das políticas lançar um olhar diferente sobre a ação pública em seu conjunto, colocando-se do ponto de vista daquilo que se tornou centro de gravidade da esfera política, a saber, a implementação das políticas públicas (MULLER; SUREL, 2002).

A definição mais conhecida de política pública é a de Lasswell (1936)³ *apud* Souza (2006), na qual decisões e análises sobre política pública implicam responder às seguintes questões: quem ganha o quê, por quê e que diferença faz. Nesse sentido, pode-se entender que Lasswell focalizava a tomada de decisão no interior do governo.

No presente trabalho está sendo tratada uma política pública originariamente formulada pelos agentes do governo e, assim, faz-se importante trazer para o texto o que Dye (1972)⁴ *apud* Howlet *et al.* (2013, p. 6) afirma sobre políticas públicas: "tudo o que um governo decide fazer ou deixar de fazer". Em outras palavras, para Dye (1972) as decisões são governamentais, feitas e deliberadas pelo *policymaker* que, no caso, é o governo. Lembrando que não fazer nada em relação a um problema também é uma forma de política pública (BACHRACH; BARATZ, 2011).

Souza (2006) também dialoga nesse sentido e resume política pública como o campo do conhecimento que busca, ao mesmo tempo, "colocar o governo em ação" e/ou analisar essa ação (variável independente) e, quando necessário, propor mudanças no rumo ou curso dessas ações (variável dependente).

Nesse contexto de entender políticas públicas como ações do governo, Lima e D'Ascenzi (2018) afirmam que toda política pública se legitima a partir do enfrentamento de um dado problema social: algo que é considerado indesejável e que desperta uma ação em contrapartida. Em consonância com esses autores, Secchi (2013) define que uma política pública é uma diretriz elaborada para enfrentar um problema público. E ressalta que, uma política pública possui dois elementos fundamentais: intencionalidade pública e resposta a um problema público.

Parada (2006) dialoga nessa direção, afirma que as políticas públicas correspondem a soluções específicas de como trabalhar assuntos públicos. Mincato (2012) vai ao encontro de Parada (2006), reiterando que no campo de estudo das políticas públicas, uma das principais preocupações da ciência política tem sido a de revelar os mecanismos mediante os quais os "problemas sociais" transformam-se em

³ LASWELL, H.D. **Politics**: who gets what, when, how. Cleveland, Meridian Books, 1936.

⁴DYE, Thomas. **Understanding public policy**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.

“problemas políticos” que demandam processos decisórios e a proposição de políticas públicas por parte das autoridades governamentais. Para ele, cabe aos Poderes Públicos, por meio de suas políticas públicas, a criação de condições favoráveis para o desenvolvimento e o bem-estar da sociedade como um todo.

Micanto (2012) examina que uma política pública implica, metodologicamente, investigar as diferentes fases de sua formação, envolvendo o contexto de surgimento da questão social, a sua transformação num problema político, a formulação da política propriamente dita, a sua implementação e os resultados sociais alcançados.

Sobre as fases das políticas públicas, Lasswell (1971)⁵ *apud* Howlet *et al.* (2013) apresentou e as dividiu em sete estágios: informação; promoção; prescrição; invocação; aplicação; término; e avaliação. Essa formulação serviu de base para muitos outros modelos que foram surgindo e sendo aperfeiçoados.

Howlet *et al.* (2013) apresentam o modelo do ciclo de políticas públicas, o qual sugere 5 estágios: montagem da agenda; formulação da política; tomada de decisão política; implementação da política; e avaliação da política.

A montagem da agenda se refere ao processo pelo qual os problemas chegam à atenção dos governos; a formulação da política diz respeito ao modo como as propostas de políticas são formuladas no âmbito governamental; a tomada de decisão é o processo pelo qual os governos adotam um curso de ação ou não ação; a implementação da política se relaciona ao modo pelo qual os governos dão curso efetivo a uma política; e a avaliação de política se refere aos processos pelos quais tanto os atores estatais como os societários monitoram os resultados das políticas, podendo resultar daí em uma reconceituação dos problemas e das soluções político-administrativas (HOWLET *et al.*, 2013, p. 14-15).

Segundo esse modelo, após a tomada de decisão para a entrada de um tema na agenda do governo, a formulação das opções para a resolução do problema, o estabelecimento dos objetivos políticos, ainda cabe colocar tudo isso em prática, para, em seguida, entrar na fase avaliativa. Essa fase de traduzir as decisões políticas em ação compreende a fase de implementação, objeto do presente estudo.

Assim, se a definição de "políticas públicas" gera controvérsias em relação à maneira mais apropriada de ser delineada, o mesmo talvez não seja atribuído à definição de "implementação de políticas", uma vez que a maioria dos autores converge em suas elucidações.

No livro de Faria (2012) é trazido como marco fundador dos estudos

⁵ Lasswell, H. D. **A Pre-View of Policy Sciences**. Nova York: American Elsevier, 1971.

sobre implementação de políticas o que Pressman e Wildavsky (1973)⁶ estabelecem como um processo de interação entre a gama de objetivos e as ações definidas para atingi-los.

De uma forma didática para melhor compreensão, Secchi (2013) explica que a fase de implementação é aquela em que a administração pública reveste-se de sua função precípua: executar as políticas públicas. É nessa etapa que são produzidos os resultados que posteriormente serão avaliados. Ele avalia que a importância de estudar a fase de implementação está na possibilidade de verificar erros anteriores à tomada de decisão, a fim de detectar problemas mal formulados, objetivos mal traçados ou mesmo otimismo exagerados.

Van Meter e Van Horn (1975)⁷ *apud* Faria (2012) apresentam que a implementação de políticas públicas são as ações de indivíduos (ou grupos) públicos e privados que são direcionadas para a consecução de objetivos definidos anteriormente no processo decisório acerca das políticas.

Nesse mesmo sentido, Howlet *et al.* (2013) afirmam que para que uma política pública funcione, há que se alocar fundos, designar pessoas e desenvolver regras de como proceder, sendo, nesse momento, possível admitir também que atores não-governamentais participem das atividades de implementação.

No que tange à discussão sobre o papel dos atores no processo de implementação, Lotta (2012) afirma que essa temática é fundamental para a compreensão de como as ações são colocadas em prática e quais são os fatores que influenciam na mudança de rumos e nos resultados das políticas públicas.

Para essa investigação, Lima e D'Ascenzi (2018) descrevem a implementação como a fase na qual as políticas públicas são executadas e trazem duas perspectivas de análise para a observação desse processo: *top-down* e *bottom-up*. A primeira perspectiva, *top-down* (de cima para baixo), estabelece como ponto de partida a estrutura normativa formal. O pressuposto desse enfoque é de a implementação ser um processo técnico-administrativo. Disso decorre a relevância de processos de treinamento, além disso, ganham importância os mecanismos de monitoramento das ações e os de controle de desempenho.

A segunda perspectiva trazida por Lima e D'Ascenzi (2018) é do tipo

⁶ PRESSMAN, J. L.; WILDAVSKY, A. **Implementation**. Berkeley: University of California Press, 1973.

⁷ VAN METER, D. D. S.; VAN HORN, C. E. **The policy implementation process**: a conceptual framework. *Administration & Society*, v. 6, n. 4, fev. 1975.

bottom-up (de baixo para cima), um processo de implementação de políticas descentralizado e com destaque aos implementadores que estão na ponta do problema, ou melhor, na linha de frente. O pressuposto é de que mesmo o melhor dos planejamentos tenderia a ser incapaz de prever a dinâmica do problema social, as limitações das organizações executoras das políticas, os conflitos que vão surgindo no decorrer do processo de execução e as outras situações imponderáveis, conformadas a partir do momento em que as atividades são colocadas em prática. O surgimento de imprevisto é inevitável e o seu enfrentamento se dá por aqueles atores que estão mais próximos das situações. Isso significa que, concretamente, as políticas se tornam eminentemente locais (LIMA; D'ASCENZI, 2018).

Observa-se que essas abordagens não são mutuamente exclusivas, uma vez que ambas fornecem informações úteis sobre o processo de implementação. Em alguns casos, uma abordagem pode ser mais importante que a outra, e, em outros casos, ambas são igualmente relevantes. Surgiram também outros modelos, como os de design, de comportamento, e de negociação, abarcando processos mais complexos e dinâmicos (LIMA; D'ASCENZI, 2018).

Vale ressaltar que, não é o foco do presente trabalho citar todos os modelos existentes e explicá-los, nem mesmo apoiar-se em um específico para analisar a implementação da política pública em questão. Nesse momento, são seguidos os passos de Secchi (2013) na dissertação, quando afirma que uma análise de implementação de políticas públicas se trata de uma pesquisa sobre a implementação com o foco centrado no processo *per se*, seus elementos, seus contornos, suas relações e seu desenvolvimento temporal, trazendo um viés mais descritivo que prescritivo.

O autor afirma que política pública é um conceito abstrato que se materializa por meio de instrumentos variados. Ele exemplifica que a política pública é como a alma, e esta precisa de um corpo para tomar vida. Basicamente estas questões implicam as três dimensões das políticas públicas: *policy* (conteúdo da política); *polity* (marco institucional e instituições); e *politics* (processos políticos) (SOUZA, 2006).

Segundo Secchi (2013), o *policymaker* necessita de instrumentos de política pública, ou seja, meios disponíveis para transformar intenções em ações. Nesse sentido, a política pública em questão nessa dissertação e o instrumento que a transforma em ação são o PROEPAR e o monitoramento da qualidade do ar, respectivamente.

Assim, para o melhor entendimento do PROEPAR foi feita uma revisão da literatura sobre políticas públicas e a fase de implementação neste item (2.1) e a seguir,

no subitem 2.1.1, destaca-se algumas das principais políticas públicas ambientais referentes à qualidade do ar no Brasil e no Paraná.

2.1.1 Políticas públicas de qualidade do ar

Os custos ambientais das atividades econômicas aparecem quando a capacidade de assimilação do ambiente é ultrapassada. Estes custos eram, por muito tempo, externalizados, isto é, transferidos para vários segmentos da sociedade sob a forma de prejuízos econômicos, à saúde humana, aos ecossistemas, bem como danos materiais.

Essa conjuntura exigiu uma ação governamental para tentar controlar o problema, resultando no estabelecimento de padrões crescentemente mais rigorosos de qualidade ambiental e de emissão de poluentes industriais, iniciando a internalização dos custos ambientais, pagos em grau cada vez maior pelas atividades econômicas que os produziam (LEMOS, 2014).

De acordo com Cavalcanti (2010), no Brasil, as discussões se iniciaram por volta da década de 70, após a Conferência de Estocolmo, a qual se deu em 1972. A conferência se constituiu em um marco para a política ambiental de abrangência mundial. Retomaram-se discursos sobre o crescimento populacional, industrialização acelerada, problemas na produção de alimentos, miséria, fome, pobreza, entre outros assuntos (CAMARGO, 2003). O Brasil teve participação atuante nesse evento, juntamente com a Índia, e conseguiu trazer a tona questões importantes sobre o crescimento econômico dos países considerados desenvolvidos e os subdesenvolvidos.

Os elevados índices de industrialização e urbanização verificados no país, na década de 70, trouxeram como consequência problemas graves de poluição do ar em grandes cidades como São Paulo e Cubatão, evidenciando, assim, a necessidade de se adotar legislação sobre o tema. Esse cenário levou o governo brasileiro a implementar medidas de controle da qualidade do ar, orientadas para as emissões procedentes das indústrias (fontes fixas) e dos veículos automotores (fontes móveis) (CAVALCANTI, 2010).

Na década de 80, o país começou a construir o seu arcabouço legal, quando, em 1981, foram estabelecidos objetivos e instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei 6.938/81 (BRASIL, 1981). Esta lei criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente, integrado por um órgão colegiado: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O CONAMA foi protagonista na proposição de critérios de qualidade do ar e de limites de emissão para atender as demandas de poluição do ar que

surgiam, bem como na criação de programas relativos à temática como o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos (PROCONVE) e o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) (CAVALCANTI, 2010).

O PRONAR foi instituído pela Resolução CONAMA Nº 05, de 15/06/1989, a qual estabelece a criação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar. Por meio do monitoramento, é possível ter acesso aos níveis de poluentes presentes na atmosfera a fim de verificar se estão dentro ou fora dos limites permitidos pelo padrão determinado para cada parâmetro e traçar estratégias para a sua mitigação (ISS, 2019).

Para subsidiar o PRONAR, determinou-se a criação de um Inventário Nacional de Fontes e Emissões para o cadastramento das emissões referentes às fontes de poluição do ar, que também deveria ser feito em cada Estado. Adicionalmente, foram criados os padrões nacionais de qualidade do ar pela Resolução CONAMA Nº 03, de 28 de junho de 1990, que também delegou a responsabilidade aos estados para o monitoramento do ar nos seus respectivos territórios. Destaca-se que, recentemente, ocorreu a revisão desta resolução, resultando na Resolução CONAMA Nº 491, de 18 de novembro de 2018 (ISS, 2019).

Dessa forma, do ponto de vista da gestão pública, a qualidade do ar é tema de todas as esferas. Nacionalmente, o tema é tratado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) e, na esfera estadual, pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Assim, o IAP é responsável pelo inventário das fontes e emissões, pela criação de padrões e pelo monitoramento da qualidade do ar no Paraná.

O último inventário de poluentes do estado foi publicado em 2013, mas não está atualizado devido a problemas com a disponibilização dos dados. Quanto aos padrões, o Estado segue a Resolução CONAMA 491/2018 e a Resolução SEMA 016/2014. A rede de monitoramento foi ampliada por meio do PROEPAR e agora conta com 14 estações (DTA-2, 2019).

Portanto, no âmbito das políticas públicas, foram propostas diversas abordagens para lidar com a questão desde o enfoque de comando e controle, como o estabelecimento de limites de emissão, sob pena de multa caso ocorra o seu descumprimento. Também foram criados instrumentos de prevenção, como o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), chegando, por fim, na atual visão integradora da política ambiental com propostas de instrumentos econômicos para controle da poluição e planejamento estratégico (MAGRINI, 2001).

Na esfera acadêmica o tema também é bastante discutido. Alguns

trabalhos que abarcam a poluição do ar vêm sendo desenvolvidos, como o de Cavalcanti (2010), em Duque de Caxias, no estado do Rio de Janeiro, e o de Cheng (2015), em Cubatão, no estado de São Paulo. A primeira teve como estudo de caso dois conjuntos de atividades industriais no Rio de Janeiro e propôs um modelo de gestão da qualidade do ar com abordagem corretiva e preventiva para o estado. Já a segunda propôs uma nova abordagem logística para o transporte de grãos na região em vias de auxiliar no controle sobre os índices de poluição do ar em Cubatão. Estudos de caso como esses relembram a importância de discutir os problemas advindos da poluição do ar, bem como apontam algumas reflexões para a criação de novos modelos de gestão, podendo, inclusive, dar origem a novas políticas públicas.

O desenvolvimento e implementação de políticas públicas, normalmente, estão amparados por sistemas de informações, os quais servem como instrumento para dar suporte aos planejadores. Dentre os componentes estão, por exemplo, as medições locais ou monitoramento e o banco de dados. Ambos os dispositivos técnicos constam na política pública ora analisada neste trabalho: o PROEPAR. Esse Plano conta com uma estação de monitoramento da qualidade do ar que mede diversas variáveis, as quais podem ser visualizadas em um banco de dados.

Assim, o monitoramento é o primeiro passo para qualquer iniciativa de gestão da qualidade do ar. Por meio desse instrumento, é possível ter conhecimento do objeto de estudo e planejar políticas públicas de zoneamento para a instalação das atividades produtivas, ações de reflorestamento, revezamento de automóveis, definição de horários para circulação de veículos pesados, a construção de novas rotas para o contorno do centro urbano, entre outras ações.

A avaliação e o entendimento das variáveis de monitoramento da qualidade do ar devem ser realizadas em consonância com os aspectos do microclima onde está inserida a estação. No caso de Foz do Iguaçu, faz-se necessário estudar sobre o Clima Urbano e o seu funcionamento segundo as variáveis físico-químicas pertinentes. Essa temática está abordada no item 2.2.

2.2 CLIMA URBANO

O estudo do tempo e do clima ocupa posição central no campo da ciência ambiental, uma vez que os processos atmosféricos influenciam nas outras partes do ambiente, bem como o contrário também acontece, pois são fenômenos

interdependentes. A figura 7 mostra como ocorre a influência mútua entre as condições atmosféricas e o ambiente (AYOADE, 1996).

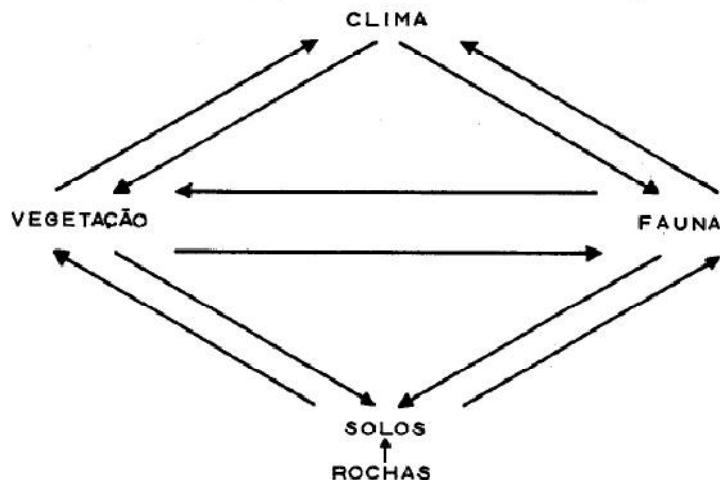


Figura 7 - O tempo e o clima no contexto das ciências ambientais.
Fonte: AYOADE, 1996, p.1.

Onde se lê fauna, o autor afirma que também inclui o homem, pois as principais bases da vida para a humanidade são dependentes do clima, como a água, o ar, o alimento e o abrigo. Da mesma forma que o homem influencia o clima, como por exemplo, com diversas atividades poluidoras.

Assim, o conhecimento sobre o tempo e o clima ascendeu como parte de um só ramo de estudo da atmosfera até por volta do século XVIII. Posteriormente, surgiram a Meteorologia e, em seguida, a Climatologia. A Meteorologia passou a ter competência no campo dos fenômenos isolados da atmosfera e do tempo atmosférico sob a ótica das leis da física. Já a Climatologia surgiu como uma subdivisão da Meteorologia e da Geografia, e estuda a espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos no âmbito do espaço geográfico a partir da interação da sociedade com a natureza (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O tempo atmosférico é o estado momentâneo, passageiro, efêmero, de curta duração da atmosfera em um dado instante e lugar. Já o conceito de clima pode ser compreendido por um conjunto de tendências observadas por um período mais extenso, com série de dados mais longa (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Para aclarar, Ayoade (1996, p. 2) afirma que "o clima é a síntese do tempo num determinado lugar durante um período de 30 a 35 anos." Desta forma, o clima apresenta uma generalização, enquanto o tempo trata de eventos atmosféricos.

A climatologia aplicada, a qual é definida por Ayoade (1996) como o estudo de aplicação do conhecimento climatológico nos problemas que afetam a humanidade, quando empregada ao espaço urbano, pode ser considerada como Climatologia Urbana. Mendonça (2013) aponta que nas últimas décadas os climatólogos e os urbanistas se aproximaram a partir da preocupação com o ambiente urbano, integrando o planejamento urbano e a climatologia.

Monteiro em sua tese de livre docência defendida na Universidade de São Paulo (USP), em 1975, propôs a teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U). O autor afirma que o S.C.U. é um sistema aberto que admite uma visão sistêmica, contando com 3 canais de percepção: conforto térmico (termodinâmico), qualidade do ar (físico-químico) e impacto meteórico (hidrometeórico) (MONTEIRO, 2013). O presente trabalho se localiza no segundo campo de estudo, que constitui a análise da dinâmica do ar na sua interação com a cidade, estando destacada: a poluição do ar.

A poluição do ar tem como fontes principais as atividades humanas, os veículos e as indústrias, podendo trazer efeitos diretos, como: problemas sanitários, doenças respiratórias, oftalmológicas, entre outras consequências. Trata-se de uma adversidade que carece de vigilância e controle dos agentes de poluição (MONTEIRO, 2013).

Para indicação da intensidade da poluição do ar, Ayoade (1996) apresenta duas variáveis determinantes. A primeira é expressa pelo índice de poluentes emitidos e a segunda pelo índice de dispersão e diluição dos poluentes na atmosfera. Assim, o perigo para saúde humana é determinado pelo equilíbrio entre as fontes fornecedoras dos poluentes e os fatores favoráveis à sua diluição e dispersão na atmosfera.

O autor afirma que a taxa de diluição e dispersão dos poluentes na atmosfera também depende de outros fatores, tais como: climáticos, temperatura e velocidade na qual os poluentes são emitidos e da topografia da área na qual a cidade está localizada. Dentre esses fatores, os que mais influenciam na taxa de dispersão e diluição dos poluentes na atmosfera são a direção e a velocidade do vento e o perfil térmico vertical, que determina a estabilidade ou instabilidade do ar. Ele estabelece ainda que o controle meteorológico da poluição do ar mais importante é a sua estabilidade, que é determinada pela natureza do gradiente térmico vertical, sendo mais estáveis em situação de inversão térmica (AYOADE, 1996).

Assim, uma das características das inversões de temperatura é que elas dificultam a mistura vertical do ar, uma vez que o ar frio, mais pesado, encontra-se abaixo do ar quente, mais leve. Esse fenômeno ocorre nas chamadas inversão de superfície por radiação, comuns no inverno, quando os ventos não existem ou são muito fracos e não há nebulosidade. (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007)

Mendonça (2013) alerta que ainda não é atribuída a devida importância à abordagem das condições atmosféricas e ao estudo do clima urbano no planejamento das cidades. O autor elencou as cidades brasileiras que possuem trabalhos desenvolvidos nos campos do clima urbano. O campo físico-químico foi o que contou com menos bibliografia levantada, com estudos em alguns municípios dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Maranhão. O município de Foz do Iguaçu não estava contemplado. Ao final, ele apresenta uma provocação sobre a real capacidade de estudos de clima urbano de conter a deterioração da atmosfera urbana em grandes centros urbanos.

Assim, o estudo do Clima Urbano é bastante importante para o planejamento das cidades, não devendo ser visto de forma isolada, mas aplicado no âmbito, por exemplo, da interação entre clima-ambiente-saúde, podendo resultar em políticas públicas que beneficiem a sociedade e a organização das cidades. Nesse sentido, a Geografia da Saúde traz subsídios para aprofundar o conhecimento sobre essa interação, sendo a interseção entre as Políticas Públicas e o Clima Urbano.

2.3 GEOGRAFIA DA SAÚDE

Data de aproximadamente 480 anos a.C. a obra “Dos ares, das águas e dos lugares” escrita por Hipócrates. Nessa obra foi ressaltada pela primeira vez de forma contundente a importância do ambiente na saúde das pessoas e, por causa dela o autor é considerado o pai da Geografia Médica (FERREIRA, 1991; MENDONÇA, 2000; VIEITES; FREITAS, 2007; JUNQUEIRA, 2009; SANTOS, 2010). Barros (2006)⁸ *apud* Anjos (2011) ressalta que até o início do século XX os trabalhos de Geografia Médica eram feitos por médicos, tendo a medicina no centro e a Geografia como ciência auxiliar.

Entre os geógrafos, Sorre é conhecido como o pai da Geografia Médica e, portanto, pode ser destacado como o principal autor de contribuição para a relação

⁸ BARROS, J. R. **Tipos de tempo e incidência das doenças respiratórias**: um estudo geográfico aplicado no Distrito Federal. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2006.

interdisciplinar entre a Geografia, a Epidemiologia e a Medicina (FERREIRA, 1991; MENDONÇA, 2000; VIEITES; FREITAS, 2007; JUNQUEIRA, 2009; SANTOS, 2010).

A teoria dos complexos patogênicos de Sorre⁹ é tida como o marco dos estudos da Geografia sobre as interações entre o homem e o meio. Segundo ele, nenhum fenômeno é isolado. E dentro do seu "nicho" próprio, o mesmo é parte de um complexo. Cada complexo se relaciona com outro, formando uma rede de complexos (MOREIRA, 2003). Ferreira (1991) explica que o conceito compreende além do homem e do agente causal da doença, seus vetores e todos os seres que condicionam ou comprometem a sua existência, fundando, segundo ele, o capítulo mais vasto da Geografia Médica, o das doenças infecciosas.

Exemplos práticos do que o conceito busca explicar são a relação da altitude (pressão atmosférica) com os sintomas do mal-das-montanhas, ou, da baixa radiação/luminosidade com os sintomas de depressão e até mesmo o raquitismo (SORRE, 1984¹⁰ *apud* MENDONÇA, 2000).

No Brasil, de acordo com Sant'Anna Neto (2001), entre os médicos e sanitaristas brasileiros, nenhum outro interpretou tão profundamente as relações entre o clima, o homem e a cultura quanto Afrânio Peixoto, em especial, na sua obra "Clima e Saúde" (1938)¹¹, considerando-o inclusive o precursor da Geografia Médica no país. Com obras datadas desde o início do século XX, o autor fez análises das condições climáticas associadas às enfermidades e à saúde pública, demonstrando que mais do que as influências do clima, são as condições de higiene e salubridade, portanto, aspectos sócio-econômicos (SANT'ANNA NETO, 2001).

Na década de 1950, os estudos em Geografia Médica foram desenvolvidos a partir de interesses geopolíticos nos processos de interiorização do território brasileiro, que se direcionavam para o estudo das doenças tropicais (PEREHOUSKEI; BENADUCE 2007).

Segundo Andrade *et al.* (2010), na década de 1970, o médico brasileiro Lacaz realizou uma obra notável no campo da Geografia Médica do país. Entretanto, apesar dos esforços para aproximar os conhecimentos de médicos e geógrafos na mesma produção, para Junqueira (2009) e Anjos (2011), os estudos da interação doença

⁹ Estas idéias foram desenvolvidas de modo sistemático na obra de referência de Sorre publicada em três volumes: SORRE, M. **Les fondements de la Géographie Humaine. Primeiro torno: Les fondements biologiques (Essai d'une écologie de l'homme)**. 3^o ed., revista e ampliada. Paris, Armand Colin, 1951.

¹⁰ SORRE, M. **A adaptação ao meio climático e biossocial – geografia psicológica**. In: MEGALE, J. F. (Org.). *Max Sorre*. São Paulo: Ática, 1984. (Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46).

¹¹ PEIXOTO, A. **Clima e Saúde**. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1938. (Série Brasileira, vol. 129).144 p.

e meio foram analisados de forma isolada. Ferreira (2003) explica que, uma possível argumentação para a ausência de análise crítica pode ser a influência do governo brasileiro da época, o qual era militar.

Contudo, apesar de estudar individualmente fatores físicos e humanos, Lacaz propôs que os estudos do clima, do relevo, da hidrografia, do espaço urbano e da cultura fossem inseridos nos trabalhos de Geografia Médica e é consonante entre os autores que ele estabeleceu uma importante relação entre a Epidemiologia e a Geografia (ANJOS, 2011). Segundo Lacaz (1972, p.1)¹² *apud* Natalino (2011, p. 22):

Geografia médica é a disciplina que estuda a geografia das doenças, isto é, a patologia à luz dos conhecimentos geográficos. A Geografia Médica resulta da interligação dos conhecimentos geográficos e médicos, mostrando a importância do meio geográfico no aparecimento e distribuição de determinadas doenças, visando também fornecer bases seguras para os programas de saúde pública.

Na década de 1980, em decorrência do aumento de casos de doenças ligadas ao fluxo de pessoas entre os espaços urbanos, os estudos começaram a ser voltados para a melhoria das condições de saúde da sociedade. A partir de 1982, com abordagem mais crítica e com foco na coletividade, instituiu-se definitivamente a mudança do termo Geografia Médica para Geografia da Saúde (PEREHOUSKEI; BENADUCE 2007).

Anjos (2011) esclarece que a Geografia da Saúde é o amadurecimento das discussões e estudos envolvidos no âmbito da Geografia Médica, com visão mais ampla e direcionada para ações de prevenção.

Nos anos seguintes, o cenário que se teve foi de alguns encontros acadêmicos ocorrendo na área de Geografia da Saúde com a participação tanto de geógrafos, quanto de médicos (ANJOS, 2011).

Com o aumento das preocupações com a área ambiental e os efeitos que os prejuízos causados a ela poderiam acarretar na vida das pessoas, muitas pesquisas se direcionaram para verificar essa relação. Assim, surgiram estudos como o pioneiro de Sobral (1988)¹³ *apud* Anjos (2011), que investigou os efeitos da poluição do ar na manifestação de doenças respiratórias em crianças da grande São Paulo. Natalino (2011) revela que o trabalho de Sobral (1988) associou os tipos de tempo atmosférico, poluição e doenças respiratórias agudas, concluindo que as incidências dessas patologias eram

¹² LACAZ, C. S.; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA, W. (Org.) **Introdução à Geografia Médica do Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher: Edusp, 1972.

¹³ SOBRAL, Helena R. W. **Poluição do ar e doenças respiratórias em crianças da grande São Paulo**. Tese (Doutorado) Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1988.

maiores no inverno que no verão, bem como maiores em áreas mais poluídas da cidade de São Paulo.

Outras inúmeras pesquisas seguiram com o objetivo de verificar a relação entre as variáveis climáticas, de poluição e de saúde. Serra (1974) e Pitton e Castilho (2005) em anos bastante distantes de publicação fazem uma análise da relação do clima com as infecções respiratórias. Ambos afirmam que as infecções respiratórias são mais frequentes durante o inverno, quando a temperatura está mais baixa. Destacam, inclusive, que crianças e idosos são os mais suscetíveis em adquirir doenças respiratórias. Contudo, ressaltam que o organismo da pessoa individualmente, bem como as condições a que está exposto, podem variar e ter as suas particularidades.

Assim, estudos indicam uma permanente interação entre a sociedade e o clima ao longo da história da humanidade. Também já é consagrada a influência do clima na saúde humana. E, dentre as variáveis climáticas, destaca-se, principalmente, as condições térmicas, de dispersão (de ventos e de poluição) e de umidade do ar como as que exercem grande influência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias humanas (MENDONÇA, 2000).

No âmbito desta dissertação está sendo investigado o município de Foz do Iguaçu, no Paraná, sob a ótica dos elementos atmosféricos (temperatura, pressão atmosférica e umidade), dos poluentes emitidos e das internações por doenças respiratórias.

2.3.1 Poluição do ar e saúde

O conceito de poluição do ar está relacionado à deterioração da qualidade original da atmosfera, envolvendo atividades humanas e/ou atividades naturais. A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei 6938/81, no Art. 3º, define poluição como:

a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, Art. 3º).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019) e a CONAMA 491/2018, Art 2º, poluente atmosférico é qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à

fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade. Dentre as principais fontes estão as fixas (indústrias) e as móveis (veículos).

De acordo com a mesma legislação, o padrão de qualidade do ar é definido como um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica (CONAMA, 2018).

Conforme o exposto, a poluição do ar é prejudicial à saúde e ao bem-estar das pessoas. Nesse sentido, alguns autores vêm realizando pesquisas que investigam a relação entre a poluição do ar e a saúde humana.

Estudos como os de Bakonyi *et al.* (2004) e Arbex *et al.* (2012) verificaram que a exposição aos poluentes do ar é um fator de risco para os seres humanos desde a gestação, estando no grupo de risco as crianças, os idosos e pessoas com doenças crônicas pré-existentes. Além disso, concluíram que à poluição do ar pode ser creditado o aumento na procura por atendimentos em serviços de emergência e no número de internações e de óbitos. Os resultados sugerem que a poluição atmosférica promove efeitos adversos para a saúde, mesmo quando os níveis dos poluentes estão aquém do que determina a legislação.

Arbex *et al.* (2012, p. 644-645) afirma que a explicação mais consistente e mais aceita sobre o efeito dos poluentes aéreos no sistema respiratório é a de que ocorre uma resposta inflamatória:

altas concentrações de oxidantes e pró-oxidantes contidos nos poluentes ambientais, como MP de diversos tamanhos e composição, e nos gases, como O₃ e óxidos de nitrogênio, em contato com o epitélio respiratório, provocam a formação de radicais livres de oxigênio e de nitrogênio que, por sua vez, induzem o estresse oxidativo nas vias aéreas. Em outras palavras, um aumento da presença de radicais livres que não foram neutralizados pelas defesas antioxidantes inicia uma resposta inflamatória com a liberação de células e mediadores inflamatórios (citocinas, quimiocinas e moléculas de adesão) que atingem a circulação sistêmica, levando a uma inflamação subclínica com repercussão não somente no sistema respiratório, mas também causando efeitos sistêmicos.

Alguns dos efeitos que a exposição aos poluentes de forma aguda (horas e dias) e crônica (anos) acarretam ao sistema respiratório são: mortalidade; infecções respiratórias agudas; internações hospitalares por pneumonia; irritação nos olhos, narinas

e garganta; tosse e expectoração; asma; câncer de pulmão; entre outros sintomas e doenças (ARBEX *et al.*, 2012).

Há também as consequências na gestão da saúde do Estado por intermédio do atendimento pelo Sistema Único de Saúde (SUS): aumento de doses de medicamentos; aumento do número de consultas médicas; aumento de atendimentos de emergência e de internações; e maior taxa de absenteísmo no trabalho e na escola (ARBEX *et al.*, 2012).

Assim, os estudos que investigam a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana são a base para a gestão que visa promover o desenvolvimento de políticas públicas.

Entretanto, ao se estruturar uma abordagem para lidar com essa relação, o pesquisador tem de responder a várias questões metodológicas, as quais vão delimitar o seu objeto de estudo. Castro *et al.* (2003, p. 135) coloca em evidência as principais questões referentes ao tema:

A primeira questão que se coloca é a dos indicadores epidemiológicos em saúde ambiental. Esses indicadores podem ser vistos como medidas que sumarizam alguns aspectos da relação entre saúde e meio ambiente. (...)

Um segundo aspecto refere-se à avaliação da exposição à poluição do ar, talvez o aspecto mais difícil nos estudos nesta área. Questões acerca dos diferentes microambientes (externos e internos) são relevantes e devem, sempre que possível, ser levados em conta de maneira a minimizar as fontes de erro em relação à correta exposição à qual os indivíduos estão expostos.

Após tomadas essas primeiras decisões sobre o objeto da pesquisa, são definidas as hipóteses dos trabalhos, as quais podem variar de um modelo explicativo da variável dependente (indicador de saúde) por uma variável independente (indicador de qualidade do ar) ou da comparação de dois grupos amostrais submetidos a exposições diferenciadas. Assim, a definição das hipóteses irá determinar qual metodologia será utilizada na pesquisa.

Do mesmo modo, é muito importante verificar quais dados estão disponíveis para contemplar a metodologia e garantir a realização do estudo. A ausência de dados é um fator limitador dos objetivos a serem traçados e a pesquisa nessa área lida constantemente com esse tipo de déficit de informação.

Na presente dissertação, são analisados oito estudos brasileiros que buscaram relacionar variáveis climáticas ou de poluição do ar com indicadores epidemiológicos de saúde ambiental, sendo eles: Andrade *et al.* (2015), Telles (2011), Paiva (2014), Bakonyi *et al.* (2004), Jasinski *et al.* (2011), Réquia Júnior e Abreu (2011), Réquia e Roig (2016) e Nicolussi *et al.* (2014).

Desses oito trabalhos, dois trataram unicamente da relação entre variáveis climáticas e indicadores de saúde, ou seja, não levam em consideração variáveis de poluição do ar, sendo eles Andrade *et al.* (2015) e Telles (2011). Eles se concentram na relação clima e internações hospitalares por doenças respiratórias, isto é, como as condições climáticas interferem em enfermidades no sistema respiratório.

É importante destacar esses trabalhos por dois motivos. O primeiro é que ao se pensar em políticas públicas relacionadas a doenças respiratórias, deve-se considerar os principais fatores que potencializam a enfermidade, dentre eles as condições atmosféricas. O segundo é que, ao se proferir conclusões a respeito da relação entre indicador de saúde e uma variável de poluição do ar, deve-se sempre isolar o problema de outras variáveis que possam ter relações com esses indicadores, como, por exemplo, variáveis atmosféricas. Em outras palavras, o importante é ter uma relação estatística confiável que não resulte em conclusões inverídicas por não ter levado em consideração uma variável ou ter feito relações que não existem entre outras variáveis.

Andrade *et al.* (2015) buscou uma relação entre os indicadores de saúde e a ocorrência de períodos chuvoso (outubro a abril) e seco (maio a setembro) em Goiânia (GO). Os períodos foram definidos a partir de dados meteorológicos como temperaturas médias, precipitação e umidade relativa do ar obedecendo as tipologias climáticas da região. Como indicador de saúde, considerou-se todas as hospitalizações em crianças menores de cinco anos, residentes em Goiânia e com diagnóstico de doença respiratória. O teste *Mann - Whitney* foi utilizado para a avaliação da hipótese de que existe diferença entre o número hospitalizações e os dois períodos (seco e chuvoso) com significância estatística.

Enquanto Andrade *et al.* (2015) tratou o clima como uma variável binária (seco ou chuvoso), Telles (2011) realizou análise estatística bivariada e multivariada entre os elementos atmosféricos (pluviosidade, umidade relativa do ar e temperatura) e as internações por infecções respiratórias agudas (IRA), notificadas em crianças na faixa etária de até cinco anos de idade, na cidade de Salvador (BA), utilizando o modelo de regressão linear para a série de 2004 a 2008.

O estudo de Andrade *et al.* (2015) se restringiu a apresentar as diferenças entre o número de internações entre os períodos chuvoso e seco e o trabalho de Telles (2011) permitiu ao gestor ter um modelo do comportamento do indicador de saúde de acordo com as variações do clima.

Esse tipo de abordagem de Telles (2011), também pode ser observada em Paiva (2014), onde buscou-se uma relação entre variáveis explicativas e um indicador de saúde. Entretanto, no caso de Paiva (2014), além de elementos atmosféricos, foram incorporadas variáveis de poluição do ar, como material particulado e concentração de monóxido de carbono (CO).

Paiva (2014) utilizou dados diários sobre Autorização de Internação Hospitalar (AIH) disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e níveis diários de poluentes encontrados na atmosfera coletados pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), bem como outras variáveis de controle como a temperatura do ar. Nesse caso, foi estimada uma função de regressão de Poisson para relacionar o indicador de saúde com os elementos atmosféricos e de poluição do ar.

Bakonyi *et al.* (2004) trabalhou de forma semelhante a Paiva (2014) para a cidade de Curitiba (PR), uma vez que utilizou variáveis de poluição do ar e atmosféricas para relacionar com indicadores de saúde. Porém, a abordagem utilizada foi um pouco mais complexa. Para verificar a relação existente entre doenças respiratórias e poluição atmosférica, utilizou-se o modelo aditivo generalizado baseado na mesma regressão de Poisson, tendo como variável dependente o número diário de atendimentos por doenças respiratórias e, como variáveis independentes, as concentrações médias diárias dos poluentes atmosféricos (MP10, fumaça, NO₂ e O₃). A análise foi ajustada para sazonalidade de longa duração (número de dias transcorridos), sazonalidade de curta duração (dias da semana), temperatura mínima e umidade média. O uso de modelos de regressão mais sofisticados permitiu que fossem controlados com maior eficácia os fatores eventuais que poderiam interferir na análise dos dados, como, por exemplo, fatores climáticos ou uma ida diferenciada a hospitais no fim de semana.

Jasinski *et al.* (2011), para estimar os efeitos da variação diária na concentração dos poluentes sobre as internações por doenças respiratórias em Cubatão, também utilizou modelos lineares generalizados de regressão de Poisson. A particularidade desse estudo foi a divisão das análises por grupos etários, a saber, 0 a 5 anos, 6 a 10 anos, 0 a 10 anos e de 11 a 19 anos. Assim como o trabalho de Bakonyi (2004), foram considerados os efeitos da sazonalidade, temperatura mínima, umidade relativa e dia da semana.

Réquia Júnior e Abreu (2011) propõem uma correlação do particulado atmosférico com o indicador de saúde no Distrito Federal (DF) a partir de outro tipo de

abordagem metodológica. Em primeiro lugar, além de analisar interações por doenças respiratórias, também foi analisado o número de óbitos de crianças (0 a 9 anos) e idosos (a partir de 60 anos) por motivo de doenças respiratórias. O método estatístico escolhido foi uma correlação de *Pearson*, adotando-se uma configuração com um *time delay*. O objetivo da aplicação do teste de *Pearson* configurado com um *time delay* é conhecer o tempo de resposta que um organismo humano leva para sofrer as consequências de respirar um ar poluído.

O trabalho de Réquia e Roig (2016) também teve como área de estudo o Distrito Federal (DF), mas merece destaque por trazer a dimensão espacial para a análise de poluição do ar. O trabalho foi pensado a partir de um dado alternativo no caso de áreas que não possuem uma rede de monitoramento, ou quando a rede ainda é ineficiente. Os dados utilizados se referem a um cálculo de inventário espacial que tomou como base o número de veículos circulantes nas principais vias do DF. Ou seja, nesse trabalho as variáveis de poluição do ar são secundárias e decorrem de um estudo de inventário de fontes. O indicador de saúde é o número de pessoas atendidas e internadas nos hospitais do DF (com informações diárias) por motivo de doenças do sistema respiratório e circulatório. E quanto à avaliação da relação entre saúde e poluição, foi utilizado o teste de correlação de *Pearson* e uma análise de regressão espacial *Ordinary Least Squares* (OLS).

O último trabalho analisado é de Nicolussi *et al.* (2014), o qual partiu de uma abordagem particular no seu estudo dos impactos da poluição do ar. Enquanto os outros sete buscaram dados das secretarias de saúde ou dados públicos do SUS, os autores aplicaram um questionário baseado no *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* aos pais de alunos de escolas públicas de Ribeirão Preto (SP). Duas escolas estaduais foram selecionadas de acordo com: a sua localização geográfica, sendo uma na região central (escola A) e outra em um bairro residencial da zona oeste do município (escola B); a intensidade do fluxo diário de veículos; e pelos alunos residirem próximo às escolas. Para comparação entre os dados das escolas A e B, utilizou-se o teste do Qui-quadrado.

Em resumo, todos os trabalhos em questão trataram da interação entre características atmosféricas, poluição do ar e saúde. Alguns não usaram os dados climáticos e outros, os de poluição, mas todos fizeram uma relação com pelo menos um desses dois dados e a saúde da população. A escolha dos tipos de dados a serem

usados foi feita pelo objetivo que a pesquisa se propunha ou mesmo pela ausência de disponibilidade dos dados, problema frequente nessa área de trabalho.

O quadro 1 faz uma síntese dos dados que foram utilizados em cada pesquisa. São listados os oito trabalhos e são relacionados os dados de entrada para o cumprimento da metodologia: população estudada; período em anos; tipo de dado de saúde utilizado para verificar o número de pacientes com problemas respiratórios em hospitais; os poluentes medidos; e os dados atmosféricos aferidos.

Quadro 1 - Síntese dos dados usados nos trabalhos consultados.

Trabalhos	População	Período	Saúde	Poluentes	Dados atmosféricos	Metodologia
Andrade et al. (2015)	< de 5 anos	2008-2010	hospitalizações	não usou esses dados	temperatura, umidade e precipitação	Teste Mann - Whitney
Telles (2011)	< de 5 anos	2004-2008	internações	não usou esses dados	temperatura, umidade e precipitação	Regressão linear - análise bivariada e multivariada.
Paiva (2014)	não especificado	2005-2007	AIH (morbidade)	PTS, CO, PM10 e O3	temperatura	Regressão de Poisson
Bakonyi et al. (2004)	0-14 anos	1999-2000	atendimentos	PM10, fumaça, NO2 e O3	temperatura e umidade	Regressão de Poisson
Jasinski et al. (2011)	0-19 anos	1997-2004	internações	PM10, NO2, SO2 e O3	temperatura e umidade	Regressão de Poisson
Réquia Júnior e Abreu (2011)	0-9 e > de 60 anos	2007-2009	internações e óbitos	PTS	não usou esses dados	Correlação de Pearson
Réquia e Roig (2016)	não especificado	2008-2013	atendimentos e internações	Nox, NMHC, PTS, CO2, CO e CH4*	não usou esses dados	Correlação de Pearson e regressão espacial OLS – <i>Ordinary Least Squares</i>
Nicolussi et al. (2014)	7 anos	2009-2010	sintomas de rinite**	PM10, NO2 e O3	umidade	Teste do Qui-quadrado

Fonte: elaboração própria a partir das bibliografias consultadas, 2019.

*Diferente dos demais trabalhos que utilizam dados de poluentes medidos em estações de monitoramento da qualidade do ar, neste os poluentes foram definidos por meio de inventário de fontes.

**Espirro, coriza e obstrução nasal. Também foi verificado sintomas de asma e oculares.

Percebe-se uma preferência por pesquisar os problemas respiratórios em crianças e idosos, uma vez que são, notadamente, os mais suscetíveis. Em relação aos anos pesquisados, foram selecionados trabalhos mais recentes ou mais citados entre os artigos consultados que trabalham a temática.

Sobre os dados de saúde, em sua maioria, os autores optam por informações sobre as internações dos pacientes com problemas respiratórios. São utilizados dados quantitativos, como o número de pacientes que foram diagnosticados

com doenças respiratórias, bem como o dia ou o mês da internação para posterior comparação com os dados dos poluentes e/ou atmosféricos do mesmo período.

Os dados dos poluentes variam muito, pois depende do que é medido na estação de monitoramento da qualidade do ar utilizada para o estudo. E isso também pode ser aplicado aos dados atmosféricos, no entanto, há uma probabilidade maior de serem aferidos os mesmos dados: temperatura, umidade e precipitação (chuva).

A respeito dos resultados das pesquisas expostas no quadro 1, os quais não são objeto do presente diagnóstico, no geral, os mesmos concluem que a poluição atmosférica promove efeitos adversos para a saúde da população, em especial, as pessoas mais vulneráveis.

3 METODOLOGIA

A questão central da dissertação é entender a relação entre a qualidade do ar e as internações por doenças respiratórias na população de Foz do Iguaçu (PR), no período de julho de 2017 a dezembro de 2018, bem como destacar as minúcias da implementação do PROEPAR.

O recorte temporal iniciou em julho de 2017, pois corresponde à data da instalação da estação de monitoramento da qualidade do ar no município e, portanto, foi quando o banco de dados começou a ser construído. Optou-se por finalizar o período em dezembro de 2018, pois foi realizado um trabalho de campo em fevereiro de 2019 para a coleta de todos os dados que antecederam essa data. Sendo assim, como os dados precisavam ser coletados pessoalmente na estação de monitoramento e o técnico responsável a visita a cada 90 dias, não haveria tempo hábil para recolhimento dos dados seguintes para compor um maior banco de dados.

Algumas perguntas nortearam a concepção do objetivo geral e dos três objetivos específicos, sendo algumas delas listadas a seguir:

- Como surgiu a ideia da criação do PROEPAR e como foi possível a sua implementação?;
- Quais são as características atmosféricas de Foz do Iguaçu?;
- Como está a qualidade do ar de Foz do Iguaçu?;
- As características e a qualidade do ar do município interferem no aumento de casos de doenças respiratórias?
- E em que período (seco ou chuvoso) há o maior número dessas internações?

Após a definição dos objetivos específicos, pôde-se pensar em como atendê-los e, é nesse momento que foi construída a metodologia, a qual foi estruturada com base na melhor forma de encontrar as respostas do trabalho.

Trata-se, então, de uma pesquisa qualitativa e quantitativa, com análise descritiva, exploratória e empírica. Foram feitas pesquisas bibliográficas e documentais, além de entrevistas e aquisição de dados secundários com a intenção de tratamento estatístico por meio de correlação. E, para melhor explicar como ela está sendo elaborada e é desenvolvida ao longo da dissertação, a figura 8 apresenta o fluxograma da estruturação da pesquisa com a sequência dos passos para a sua organização.

O esquema contém o problema, o objetivo geral, os objetivos específicos, a metodologia, os materiais e as fontes dos dados, os métodos e os resultados alcançados.

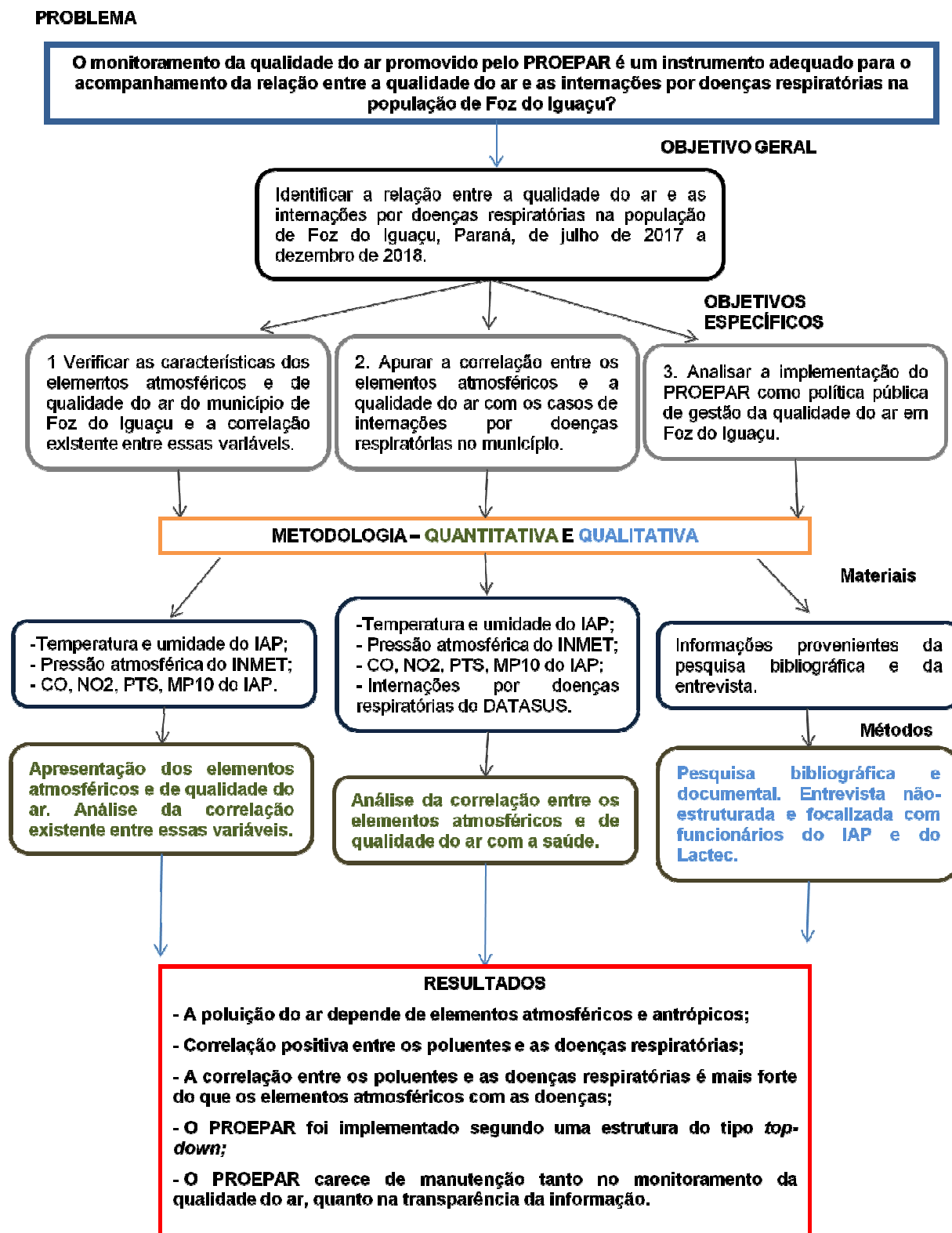


Figura 8 - Fluxograma das etapas do trabalho.

Fonte: Elaboração própria.

3.1 MATERIAIS DAS ETAPAS 1, 2 E 3

A estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR), sob responsabilidade do IAP, mede tanto parâmetros meteorológicos (temperatura, umidade e pressão atmosférica), quanto poluentes, tais como: NO₂ (dióxido de nitrogênio), O₃ (ozônio), CO (monóxido de carbono), MP10 (material particulado ou partículas inaláveis), PTS (partículas totais em suspensão), entre outros. De todas as informações disponíveis, foram utilizadas somente as supracitadas, com exceção da pressão atmosférica, a qual foi adquirida no INMET, pois estava com dados mais confiáveis em relação aos observados no IAP.

Os dados de pressão atmosférica do INMET provém de sua estação meteorológica localizada no aeroporto de Foz do Iguaçu (PR). Os dados de CO, NO₂, MP10, PTS, temperatura e umidade do IAP derivam de sua estação de monitoramento da qualidade do ar situada no centro da cidade. Ambos são valores observados minuto a minuto e disponibilizados automaticamente a cada hora.

As informações do INMET foram fornecidas no seu portal eletrônico e a pesquisa é restrita para os últimos 365 dias. Já os materiais do IAP, à época da pesquisa, estavam sendo enviados para a sua sede em Curitiba, sem a disponibilização imediata. O órgão mantinha a visualização dos mesmos já tratados, de forma *online* e em tempo real em seu portal eletrônico, mas houve uma interrupção contratual com o Lactec, responsável por esses serviços. Então, na época da coleta, para se ter acesso aos dados, somente era possível por meio de solicitação diretamente ao IAP¹⁴.

Infelizmente, como houve um problema na internet da estação, os dados não puderam ser enviados para a sede do órgão, bem como o acesso somente pode ser feito quando o técnico responsável comparece para manutenção na estação. Assim, foi realizado um trabalho de campo em fevereiro de 2019 para coletar os dados do IAP pessoalmente na estação de monitoramento.

Na coleta, o técnico alertou que os dados eram brutos, ou seja, sem triagem ou tratamento, podendo haver falhas, como, por exemplo, de interrupção de envio, manutenção do fabricante ou equipamento descalibrado. Dessa forma, após a coleta, foi necessário realizar tratamento para a construção do banco de dados, relatado no item seguinte.

¹⁴ Ressalta-se que, atualmente, o IAP conseguiu retomar a divulgação em tempo real em seu portal por meio de um sistema chamado IQAr Web, feito em conjunto com a Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná (CELEPAR), serviço de informática do Estado.

Na etapa 1, foram utilizados dados mensais, por meio de médias, e horários de todos os parâmetros.

Na etapa 2, foram utilizadas as mesmas médias mensais da etapa 1 e, adicionalmente, os dados de internações por doenças respiratórias do DATASUS, os quais são disponibilizados em números absolutos por mês.

Os dados do DATASUS são de internações em hospitais, seja do SUS ou não, por doenças respiratórias daqueles que residem no município. O nome da variável no banco de dados é "internações por local de residência", selecionando apenas o capítulo X (dez) referente a doenças respiratórias da Classificação Internacional de Doenças (CID-10)¹⁵.

Por fim, na etapa 3, além de materiais bibliográficos e documentais, optou-se também pela realização de entrevistas com funcionários do IAP e do Lactec, a fim de obter o aprofundamento de informações que não foram encontradas na pesquisa documental. Então, foram realizados dois trabalhos de campo nos dias 15 e 16 janeiro de 2019, em ambos os órgãos, em Curitiba (PR).

As duas entrevistas tiveram como base o questionário disposto no apêndice A e foram relatadas em resumo no apêndice B. Optou-se por não identificar os colaboradores dos institutos. Para referenciá-los foram usados pseudônimos para garantir seus anonimatos. Assim, foi usado DTA-2 para os servidores do IAP e QAr-1 para o Lactec.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Etapa 1

Para a construção do banco de dados utilizado nas etapas 1 e 2 foi necessário realizar a triagem e tratamento dos dados, conforme explicado na seção anterior. Por isso, primeiramente, foram rejeitadas as falhas sinalizadas pelo técnico do IAP. Com a retirada dos dados espúrios, alguns horários, dias ou meses de algumas variáveis ficaram incompletos ou mesmo sem dados. Assim, alguns ajustes foram necessários ao longo das análises.

Na etapa 1, foram considerados os dados de forma mensal e horária. Na primeira análise, foi apresentado um panorama da média mensal de cada parâmetro

¹⁵ O CID-10 visa padronizar a codificação de doenças e outros problemas relacionados à saúde a partir de capítulos (I ao XXI) e códigos que vão do A ao Z e do 0 ao 99. As doenças respiratórias estão listadas no capítulo X, item J, que vai de J00 a J99.

dentro do recorte temporal. Para as médias mensais, foi admitido que somente os meses que tivessem acima de 50% dos dados constituiria o banco.

Com isso, a tabela 2 mostra a porcentagem da presença dos dados de cada parâmetro por mês, de julho de 2017 a dezembro de 2018. Nela, é possível perceber que os meses não estão com os dados completos e alguns deles estão com menos de 50%.

Tabela 2 - Porcentagem de dados por mês.

Ano	Mês	Temperatura	Umidade	Pressão atmosférica	CO	MP10	PTS	NO2
2017	7	97%	97%	27%	94%	62%	95%	97%
2017	8	97%	97%	99%	97%	0%	50%	97%
2017	9	98%	98%	100%	97%	58%	58%	98%
2017	10	97%	97%	99%	97%	97%	97%	97%
2017	11	98%	98%	100%	96%	98%	52%	98%
2017	12	97%	97%	92%	91%	97%	60%	97%
2018	1	85%	85%	97%	81%	84%	26%	85%
2018	2	98%	98%	100%	89%	97%	0%	98%
2018	3	97%	97%	100%	96%	97%	52%	97%
2018	4	98%	98%	100%	98%	97%	97%	98%
2018	5	97%	97%	97%	97%	97%	96%	97%
2018	6	0%	0%	91%	0%	0%	0%	0%
2018	7	53%	53%	93%	45%	6%	7%	53%
2018	8	0%	0%	88%	0%	0%	0%	0%
2018	9	83%	83%	99%	0%	82%	83%	83%
2018	10	97%	97%	100%	0%	60%	60%	97%
2018	11	98%	98%	100%	0%	0%	0%	98%
2018	12	97%	97%	19%	0%	0%	0%	97%

Fonte: Elaborado pela autora.

Como pode ser observado na tabela 2, estão assinalados em cinza os meses que tem menos de 50% dos dados. Nos meses de junho e agosto de 2018 houve manutenção do fabricante dos equipamentos do IAP e, por isso, uma interrupção na medição de todos os dados. Isso se repetiu em outros meses com os equipamentos do CO, MP10 e do PTS. Já os dados de pressão atmosférica do INMET tiveram interrupções nos meses de julho de 2017 e dezembro de 2018.

Optou-se, então, pela exclusão dos dados marcados em cinza do banco de dados. Sendo assim, todas as variáveis tem 16 meses de dados, com exceção do MP10, que tem 12 meses, do CO, que tem 11 meses, e do PTS, que tem 10 meses. Após a triagem dos dados, obteve-se o universo das amostras disponíveis para trabalhar nos gráficos com médias mensais de cada parâmetro (tabela 3).

Tabela 3 - Banco de dados (médias mensais) - 07/2017 a 12/2018.

Ano	Mês	Temperatura	Umidade	Pressão atmosférica	CO	MP10	PTS	NO2
2017	7	18.5	0.7	-	0.8	36.8	53.4	16.1
2017	8	21.3	0.7	987.5	0.7	-	-	12.2
2017	9	25.0	0.6	987.4	0.8	37.8	53.5	13.3
2017	10	23.2	0.7	984.0	0.7	20.4	29.0	10.6
2017	11	24.2	0.7	983.0	0.7	22.4	34.4	10.1
2017	12	27.7	0.7	982.0	0.6	18.6	24.0	7.5
2018	1	26.9	0.8	983.2	0.6	16.5	-	7.2
2018	2	26.9	0.7	983.7	0.5	19.6	-	8.4
2018	3	26.1	0.8	983.6	0.7	19.4	23.9	8.1
2018	4	25.7	0.7	987.9	0.9	28.3	44.6	9.8
2018	5	21.3	0.7	989.1	0.8	26.2	39.8	10.1
2018	6	-	-	990.1	-	-	-	-
2018	7	19.1	0.8	989.7	-	-	-	10.0
2018	8	-	-	990.4	-	-	-	-
2018	9	22.6	0.7	985.6	-	31.0	47.6	11.0
2018	10	23.1	0.8	984.3	-	19.5	28.2	8.4
2018	11	26.7	0.7	983.5	-	-	-	7.7
2018	12	27.8	0.6	-	-	-	-	6.7

Fonte: Elaborado pela autora.

Na tabela 3 foi apresentado o banco de dados utilizado na primeira análise da etapa 1, quando são expostos os dados mensais de cada parâmetro. Os meses desconsiderados no banco aparecem nos gráficos como descontinuidades das linhas que representam as séries de dados.

Numa segunda análise da etapa 1, os dados de qualidade do ar e atmosféricos foram analisados em conjunto com o objetivo de verificar a correlação estatística existente entre essas variáveis. Para isso, foram utilizados todos os parâmetros até aqui estudados, mas, dessa vez, foram avaliados por hora e não mensal. Assim, excluiu-se apenas os horários sem dados, gerando um universo amostral de 3926 informações envolvendo todos os parâmetros.

Dessa forma, realizou-se uma análise da dependência da qualidade do ar em relação às variáveis atmosféricas. Para essa análise foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, que se trata de um instrumento informático específico para análises nas Ciências Sociais. Por meio do SPSS foi feito o uso do Teste de Correlação de *Pearson*, o qual tem por finalidade testar a existência ou não da relação entre as variáveis e se, esta, é positiva ou negativa (MEIRELLES, 2014). O resultado dessa correlação foi apresentado em forma de tabela.

Segundo Barbetta *et al.* (2010), outra forma de visualizarmos o comportamento da correlação entre duas variáveis é por meio do diagrama de dispersão, no qual os valores das variáveis são representados por pontos num sistema cartesiano

(figura 9). Assim, foi utilizada essa mesma amostra de 3926 dados para apresentar a relação entre a temperatura e a umidade sob outro ponto de vista.

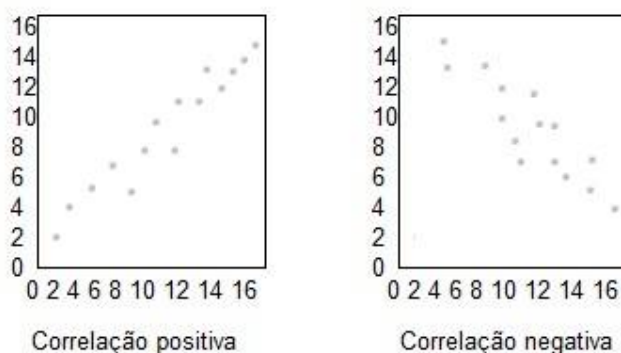


Figura 9 - Exemplo ilustrativo de correlação positiva e negativa.

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao plotar a amostra em um diagrama de dispersão, o seu resultado pode gerar uma correlação positiva ou negativa. Em uma correlação positiva, o gráfico apresenta uma concentração dos pontos em tendência crescente, ou seja, conforme a variável independente aumenta, a dependente também aumenta. Já numa correlação negativa, há uma concentração dos pontos em tendência decrescente, ou seja, conforme a variável independente aumenta, a variável dependente diminui.

Uma terceira análise envolveu a média para cada hora do dia dos dados dos poluentes, os quais foram divididos em estação seca (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro) e estação chuvosa (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) a fim de verificar o comportamento dos mesmos em relação à climatologia do município.

E, por fim, para adicionar elementos nas discussões dos resultados também foram aduzidas informações sobre a frota dos veículos do município, do Departamento de Trânsito do Paraná (DETRANPR, 2019), e o fluxo nas pontes da Amizade (BR-PY) e da Fraternidade (BR-AR), de Prado (2018a; 2018b) do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC).

3.2.1.1 Teste de Correlação de Pearson

O conceito de correlação consiste em uma associação numérica entre duas variáveis, não implicando, necessariamente, relação de causa-efeito (BARBETTA *et al.*, 2010). Isso ocorre porque podem existir outras variáveis, que não foram estudadas, mas influenciam as que estão sendo estudadas e que são conhecidas como variáveis de

confusão (GRAÇA MARTINS, 2014).

O resultado de uma correlação é em números, mas somente eles não esclarecem o relacionamento entre as variáveis. Trata-se, então, de um passo intermediário na análise de um problema, necessitando, assim, de um aporte teórico para explicação dos resultados (BARBETTA *et al.*, 2010).

Para o teste da correlação entre os dados atmosféricos e de qualidade do ar com os dados de saúde, foi adotado, no presente trabalho, o coeficiente de *Pearson* como ferramenta estatística. Ele verifica a existência da dependência entre as variáveis escolhidas, ou seja, como uma variável se comporta em relação a outra, se há aumento ou diminuição, conforme a atuação da primeira. Para o seu cálculo, Graça Martins (2014) usa a expressão matemática a seguir:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{onde } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ e } \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

O valor do coeficiente de correlação de *Pearson* pode estar dentro do intervalo entre -1 e +1. No que tange a sua interpretação, o seu resultado deve ser observado de duas formas: em relação ao sentido e à força (figura 10).

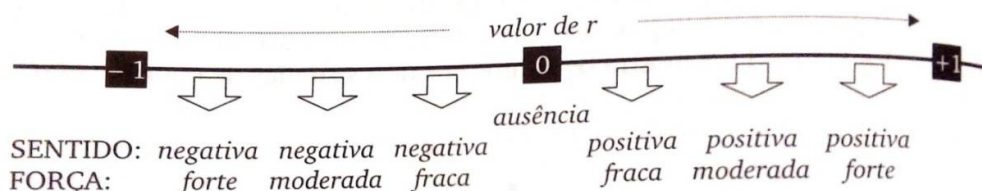


Figura 10 - Sentido e força da correlação, em termos do coeficiente r.

Fonte: BARBETTA *et al.*, 2010, p. 320.

Em relação ao sentido, a correlação pode ser positiva ou negativa. Se estiverem correlacionadas de forma positiva, as variáveis caminham no mesmo sentido, ou seja, quando uma aumenta, a outra também. Se estiverem correlacionadas de forma negativa, as variáveis caminham em sentidos opostos, ou seja, quando uma aumenta, a outra diminui, ou vice-versa (BARBETTA *et al.*, 2010).

Já em relação à força, quanto mais perto de 1 for o seu resultado, seja +1 ou -1, ela representa uma correlação linear perfeita e, portanto, forte. No entanto,

conforme se afasta, a força passa a retratar uma correlação mediana e, em seguida, fraca (SOUZA, 2018). Réquia Júnior e Abreu (2011) consideraram em seu estudo sobre a relação entre internações e mortes por doenças respiratórias e poluentes em crianças e idosos, uma correlação forte com um valor acima de 0,5.

Após verificar a relação existente entre as variáveis por meio do cálculo do coeficiente de correlação de *Pearson*, faz-se necessário apurar se existe significância no resultado desta correlação. A significância (*p-valor*) estatística é o grau em que as conclusões são verdadeiras, ou seja, em que o resultado é representativo da população estudada (REIS, 2019).

Quanto mais alto for o *p-valor*, menor é a sua significância, indicando que menos se pode acreditar que a relação observada entre as variáveis na amostra é um indicador confiável da sua relação na população (REIS, 2019).

Ressalta-se que a significância de uma relação entre variáveis depende do tamanho da amostra. Reis (2019) afirma que a probabilidade de um desvio aleatório da média da população aumenta com a diminuição do tamanho da amostra, bem como diminui com o aumento do tamanho da amostra. Entretanto, se a relação é grande, então, poderá ser considerada significativa mesmo em uma pequena amostra.

Mesmo o tamanho da amostra dessa pesquisa não sendo grande, mas unindo os resultados aqui encontrados, com explicações teóricas e experiências de outros estudos, pode-se inferir maior significância às correlações realizadas.

Tanto a correlação de *Pearson*, quanto a significância foram calculadas no *software* SPSS. Para essa dissertação, a planilha dos dados foi preparada conforme relatado na seção 3.1 e inserida no programa. Posteriormente, foi selecionada a opção de realizar a correlação de *Pearson* das variáveis escolhidas. E, por fim, foi gerado o resultado da correlação e da significância.

Assim, o teste da correlação de *Pearson* foi utilizado como método de análise da relação entre as variáveis nas etapas 1 e 2, cujos resultados e discussões são apresentados na sessão seguinte.

3.2.2 Etapa 2

A etapa 2 apurou a relação entre os elementos atmosféricos e a qualidade do ar com os casos de internações hospitalares por doenças respiratórias no município de Foz do Iguaçu (PR), no período selecionado. Foram utilizados os dados mensais do IAP e

do INMET, conforme o tratamento explicado na seção anterior sobre os métodos usados na primeira análise da etapa 1, cujo banco de dados foi ilustrado na tabela 3.

Para os dados de saúde, inicialmente, foi aberto um processo administrativo de nº 37234/2017 na Prefeitura para a sua aquisição de forma oficial, o qual foi dado parecer favorável. Entretanto, no decorrer do trabalho, foi constatado que os dados necessários para as análises dessa dissertação estão disponíveis no portal eletrônico do Sistema Único de Saúde (SUS), no banco de dados do Departamento de Informática do SUS (DATASUS, 2019), não sendo necessária a consulta a dados sigilosos que requerem uma formalização especial.

Com a definição das séries mensais dos dados do IAP, do INMET e do DATASUS, foi feita uma análise estatística de correlação de todas as variáveis com as internações hospitalares por doenças respiratórias utilizando o SPSS. Por meio do SPSS foi realizado o Teste de Correlação de *Pearson*, cujo conceito e interpretação foram detalhados em seção anterior.

3.2.3 Etapa 3

Na etapa 3, buscou-se, primeiramente, entender como surgiu o PROEPAR e como ele foi implementado para, posteriormente, estudar a operação da estação de monitoramento da qualidade do ar em Foz do Iguaçu (PR) no recorte temporal definido. Assim, foi determinado o referencial teórico sobre políticas públicas e a fase de implementação para o seu embasamento nesse primeiro momento.

Ao iniciar a pesquisa qualitativa, foi feita uma averiguação dos documentos e bibliografias existentes. E, considerando que muitas informações são provenientes de notícias de portais eletrônicos, uma vez que é um assunto pouco estudado e bastante atual, percebeu-se a necessidade de realizar uma entrevista com os *polcymakers*, ou seja, com as pessoas que estão à frente da política pública. Dessa forma, foi realizada uma entrevista não-estruturada e focalizada com funcionários da sede do IAP, bem como com uma funcionária do Lactec, nos dias 15 e 16 de janeiro de 2019, em Curitiba.

Optou-se por esse tipo de entrevista, pois, segundo Lakatos e Marconi (2003), a entrevistadora tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção, podendo-se explorar mais amplamente uma questão que considere mais adequada. Além disso, essa conversação aberta e disposta a novos direcionamentos tinha um roteiro de tópicos relativos ao problema em estudo, que poderia ser seguido com

liberdade para chegar a resultados diferenciados. Sabia-se que havia informações desconhecidas, portanto, as respostas poderiam render outras perguntas ausentes da programação. Algumas das perguntas feitas aos entrevistados estão apresentadas na figura 11 e a versão completa segue no Apêndice A.

Como o governo do Estado do Paraná se organiza para monitorar a qualidade do ar?
 Qual o papel da sede e da Regional do IAP no monitoramento da qualidade do ar?
 Qual é o papel do Lactec na estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz?
 Como surgiu o PROEPAR?
 Como foi a escolha dos municípios para receberem a estação? Por que Foz foi escolhida?
 Houve um estudo de melhor alocação da estação no que tange o monitoramento da qualidade do ar?
 Por que o local escolhido para a instalação da estação foi o terreno em que está situada?
 Como funciona a operação e manutenção da estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu?

Figura 11 - Entrevista com o IAP e o Lactec.

Fonte: Elaboração própria.

Os entrevistados foram selecionados na medida em que a pesquisa se iniciou e se deu o contato com o IAP, órgão responsável pelo monitoramento da qualidade do ar no Paraná. O atendimento foi encaminhado para a equipe do Departamento da Qualidade do Ar (DAR), a qual fica na sede, em Curitiba/PR. O DAR recomendou a abertura de um Ofício para a solicitação de forma oficial dos dados da estação de monitoramento do ar de Foz do Iguaçu (PR). Assim, o Ofício, cujo número do protocolo é 15.125.063-7, foi aberto na Regional de Foz do Iguaçu e enviado à Curitiba com a devida solicitação.

Entretanto, também foi recomendado pelo mesmo setor que, paralelamente ao Ofício, o envio dos dados fosse solicitado por *e-mail*, já que essa seria a forma de enviá-los quando o protocolo fosse atendido. Tratavam-se de arquivos digitais em formato *txt* e deveriam ser encaminhados pela internet ou resgatados presencialmente.

Portanto, um trabalho de campo foi realizado a fim de obter os dados da estação de monitoramento do ar e realizar entrevistas com os dois funcionários da equipe do DAR e com uma funcionária do Lactec, nos dias 15 e 16 de janeiro de 2019, em Curitiba.

Nas entrevistas foram coletadas informações a partir das perguntas feitas aos entrevistados. Os dados da estação de monitoramento foram obtidos parte na mesma ocasião das entrevistas em Curitiba e parte em um segundo trabalho de campo feito na

estação em Foz do Iguaçu, quando um dos funcionários da sede do IAP fez um convite para conhecê-la. Nessa oportunidade, no dia 6 de fevereiro de 2019, o restante dos dados foram adquiridos e todos foram utilizados no atendimento às etapas 1 e 2.

As informações conseguidas por meio das entrevistas foram utilizadas para descrever como se deu a implementação do PROEPAR em Foz do Iguaçu (PR) e como está a sua situação hoje, constando na seção 4 referente aos resultados e discussões.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3 ETAPA 1

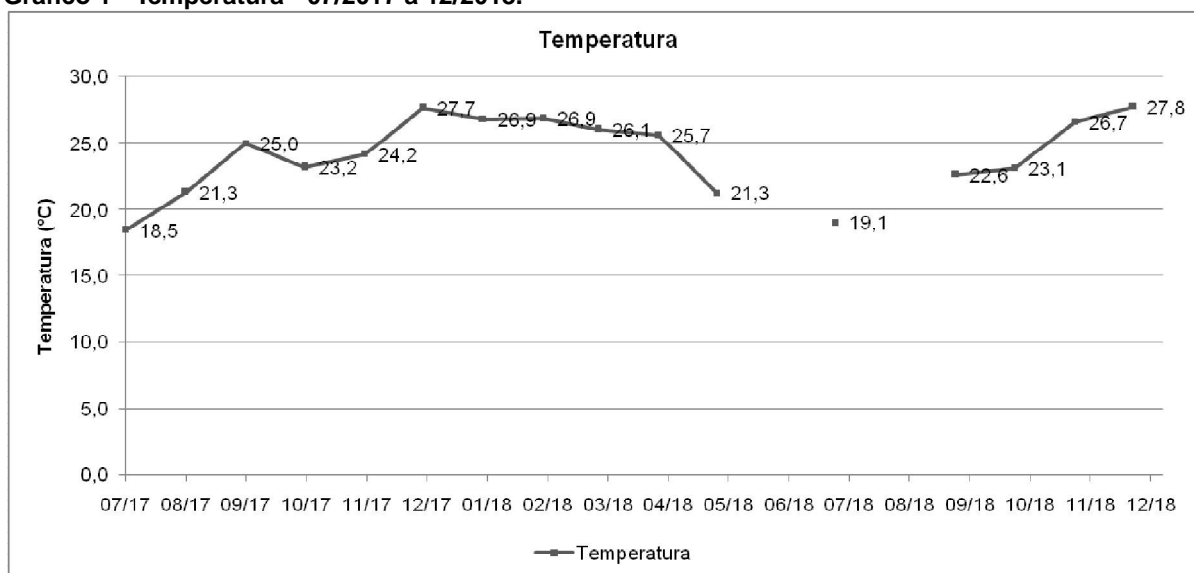
Os dados de temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica, CO, NO₂, MP10 e PTS foram aferidos na estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR). Conforme mencionado na seção de métodos (3.2) da etapa 1 (3.2.1), foi feito o tratamento dos dados, no qual foram desconsiderados os meses com menos de 50% dos dados e, por fim, foi feita uma média mensal de cada um dos parâmetros no período entre julho de 2017 a dezembro de 2018.

Como resultado, os gráficos que representam as médias mensais de cada informação geraram linhas descontinuadas, estando ausentes os valores nos meses com pouco ou nenhum dado. A seguir são apresentados os gráficos de cada um dos parâmetros estudados, iniciando pelos elementos atmosféricos e, em seguida, os poluentes.

O gráfico 1 apresenta as médias mensais de temperatura (°C) no recorte temporal estudado. A menor média computada foi 18,5°C em julho de 2017 e se deu durante o inverno na cidade. O inverno ocorre de junho a setembro, e nesses meses a temperatura média variou entre 18,5°C e 25°C em 2017¹⁶ e entre 19,1°C e 22,6°C em 2018¹⁷. Já o verão acontece de dezembro a março com temperatura média em torno de 27°C.

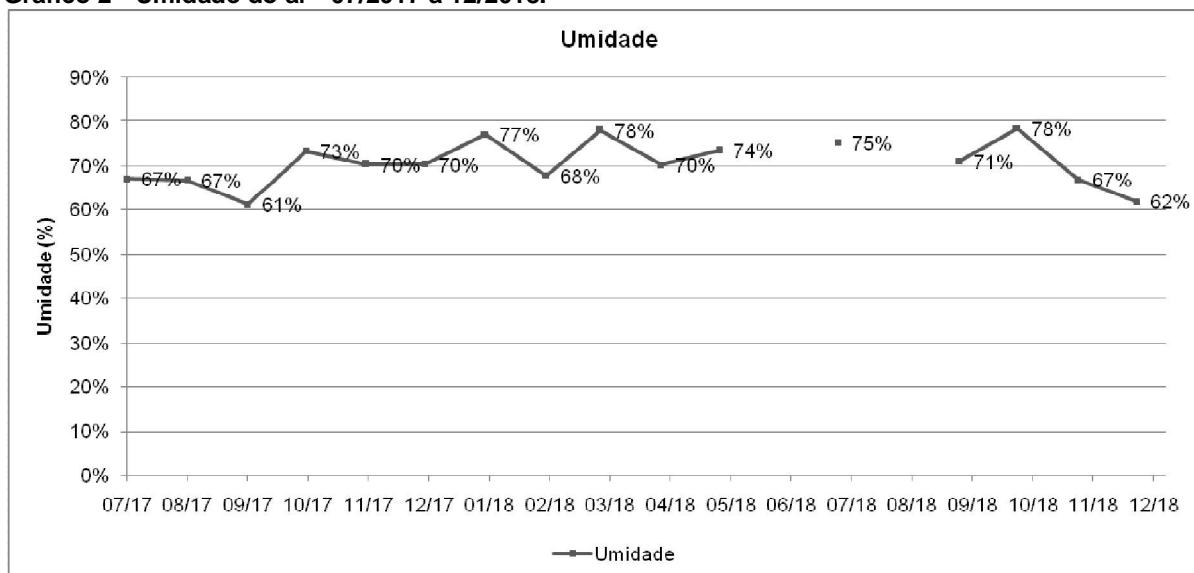
¹⁶ A estação de monitoramento de qualidade do ar foi instalada em julho de 2017 e, portanto, não há informações sobre junho deste ano, período que também corresponde ao inverno.

¹⁷ Não foi possível ter acesso aos dados dos meses de junho e agosto de 2018 de nenhum parâmetro analisado devido à manutenção do equipamento.

Gráfico 1 - Temperatura - 07/2017 a 12/2018.

Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

O gráfico 2 apresenta a média de umidade do ar por mês no intervalo pesquisado entre 2017 e 2018. A menor média se deu no inverno, em setembro, com 61%. No inverno a umidade variou entre 61% e 67% em 2017 e entre 71% e 75% em 2018. Já no verão a umidade média variou de 70% a 78%.

Gráfico 2 - Umidade do ar - 07/2017 a 12/2018.

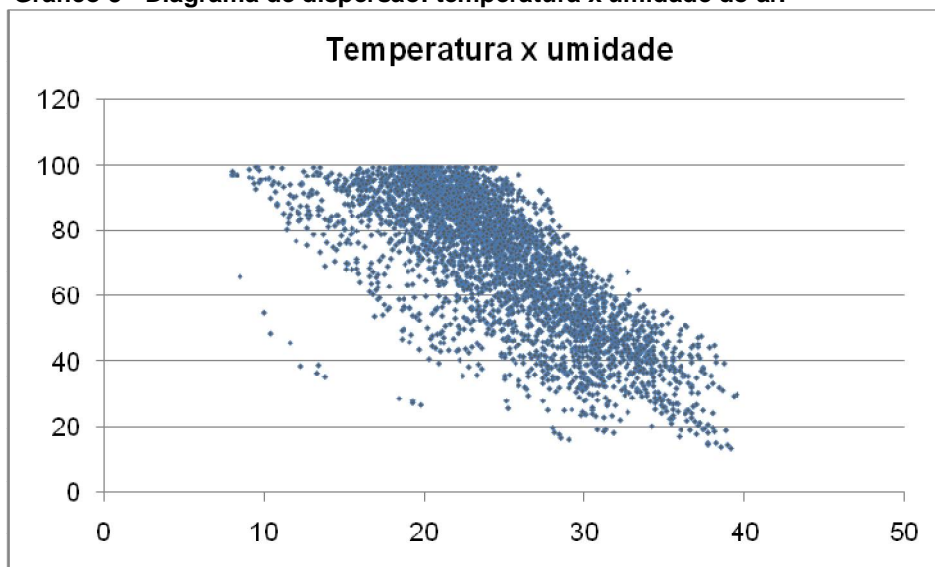
Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

Observando os gráficos 1 e 2, nota-se que as menores médias de temperatura e umidade do ar se deram no inverno, ou seja, quando as temperaturas

estavam mais baixas o ar estava mais seco. O mesmo ocorreu no verão, com temperaturas mais altas, o ar estava mais úmido.

No entanto, para verificar a tendência do comportamento de uma variável em relação à outra, quer dizer, se uma aumenta ou diminui de acordo com a variação da primeira, foi feito um diagrama de dispersão (gráfico 3). Para essa análise foram utilizados todos os dados horários existentes.

Gráfico 3 - Diagrama de dispersão: temperatura x umidade do ar.



Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

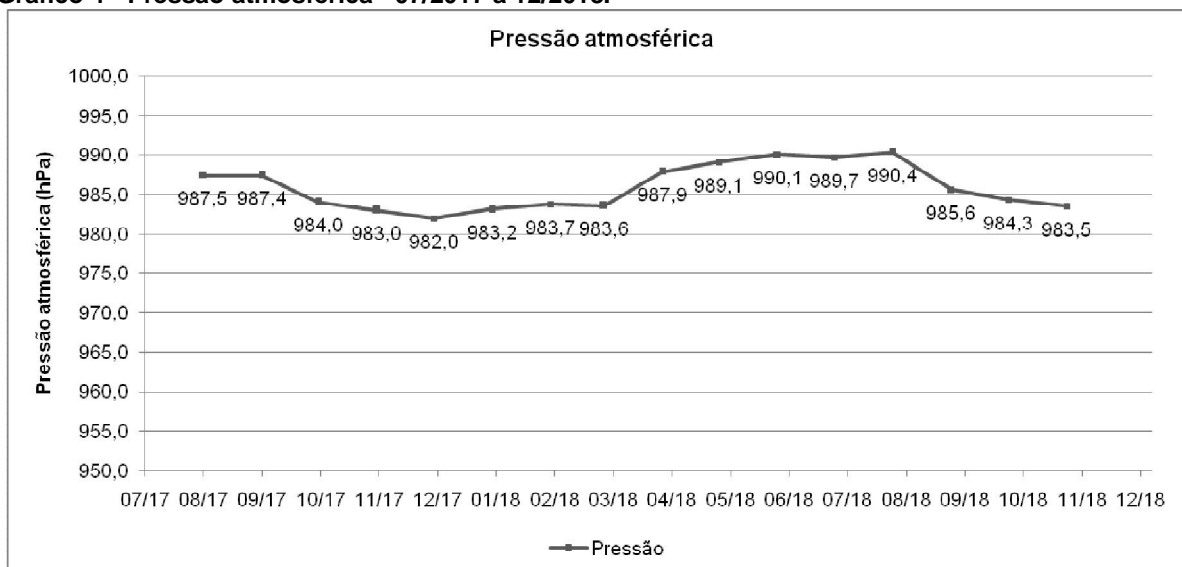
No gráfico 3, os pontos apresentados no diagrama de dispersão correspondem aos dados das duas variáveis. Nota-se que os pontos aglutinados formaram um alinhamento com tendência decrescente, a qual é condizente com uma correlação negativa, ou seja, conforme a variável independente aumenta, a variável dependente diminui.

Assim, é possível afirmar que para o período e dados estudados, existe uma correlação negativa entre a temperatura e a umidade. Isso quer dizer que quando a temperatura aumenta, a umidade diminui, ou vice-versa.

Portanto, o gráfico 3, que expõe o comportamento das variáveis analisado com um passo temporal horário, não corrobora os gráficos 1 e 2, que apresentam as médias das mesmas. Ressalta-se a preocupação em realizar análises desse tipo para confirmar ou discordar hipóteses. Concluiu-se, então, que Foz do Iguaçu, no período estudado, apresentou temperaturas mais altas no verão com umidades mais baixas e temperaturas mais baixas com umidades mais altas no inverno.

Outra variável abordada é a pressão atmosférica. Sabe-se que quanto menor é a altitude, maior é a pressão do ar exercida sobre a superfície terrestre (JUSTI DA SILVA, 2001). O município está a 200 m de altitude em relação ao nível do mar e, portanto, apresenta alta pressão atmosférica, variando entre 988hPa no período seco e 983hPa no período chuvoso, conforme visualizado no gráfico 4 com os valores da pressão média. Percebe-se que a variável pressão atmosférica serve como um bom indicador para diferenciar o período seco do período chuvoso nessa base de dados.

Gráfico 4 - Pressão atmosférica - 07/2017 a 12/2018.



Fonte: INMET, 2019 (elaborado pela autora).

O gráfico 5 mostra a média do CO para cada mês. O monóxido de carbono é produto da combustão incompleta, isto é, da queima em condições de pouco oxigênio de combustíveis fósseis (lenha, carvão, gasolina, óleo diesel, entre outros), sistemas de aquecimento, queima de biomassa e tabaco, etc (CETESB, 2019).

A emissão de CO compreende fontes naturais e antrópicas. As fontes naturais provém de atividade vulcânica, descargas elétricas e emissão de gás natural. Já as emissões antrópicas estão diretamente relacionada ao processo de combustão de queimadas, de fontes móveis (motores à combustíveis) e de fontes fixas (indústrias) (IAP, 2019c).

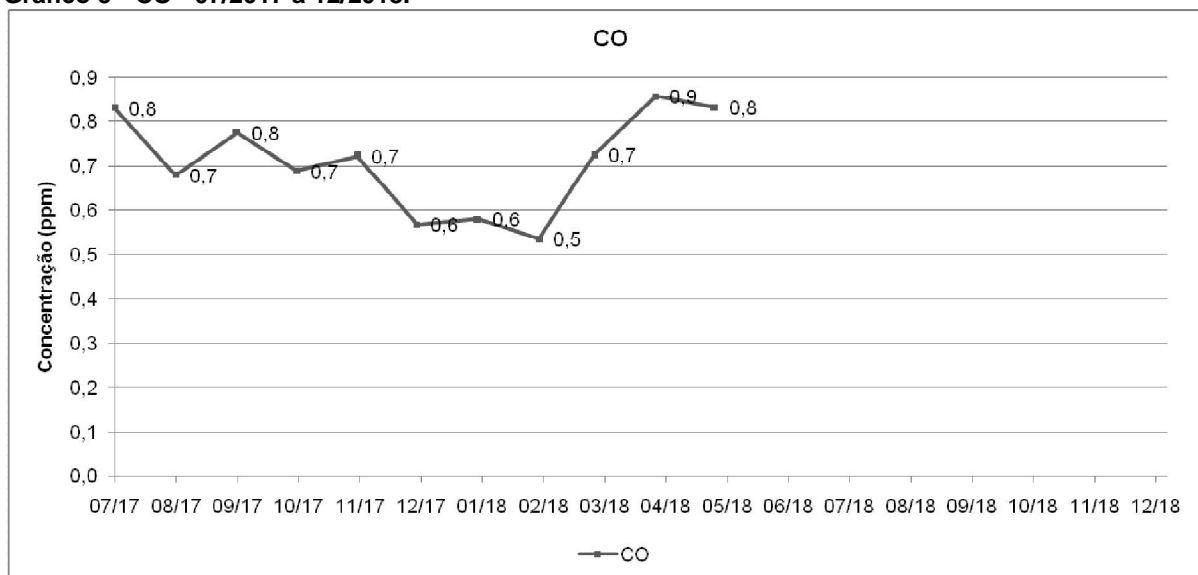
Portanto, é um gás muito encontrado nas cidades e, principalmente, em áreas de grande circulação de veículos. Sabe-se que a maior parte do monóxido de carbono presente na troposfera é de origem antrópica.

A exposição a esse gás gera prejuízos aos seres humanos, os seus

efeitos estão associados à diminuição da capacidade de transporte de oxigênio na combinação com hemoglobina do sangue, podendo trazer graves consequências como confusão mental, prejuízo dos reflexos, parada das funções cerebrais e, em casos extremos, leva a morte (IAP, 2019c).

Assim, a concentração de CO em Foz do Iguaçu foi em torno de 0,7ppm ao longo de julho de 2017 a maio de 2018. Infelizmente, o equipamento teve algumas intercorrências em sua coleta e, por isso, não se tem os dados até dezembro de 2018.

Gráfico 5 - CO - 07/2017 a 12/2018.

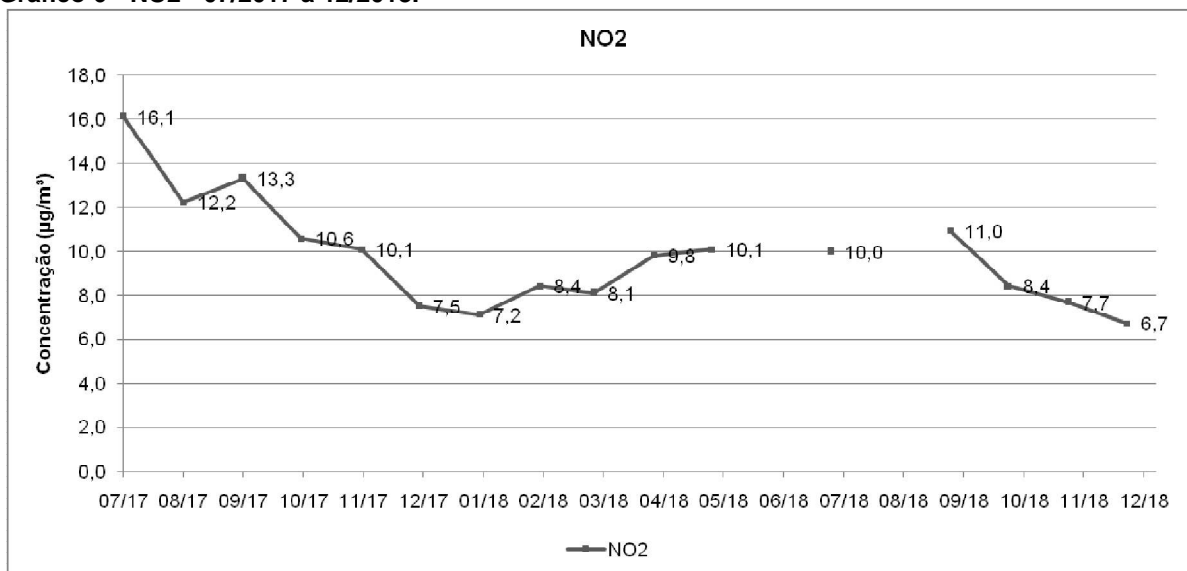


Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

O gráfico 6 apresenta a concentração média de NO₂ por mês ao longo do tempo. As principais fontes de NO₂ são veículos automotores, incêndios florestais, calor gerado pelos relâmpagos e atividade microbiana nos solos (IAP, 2019c).

Ele é formado, por exemplo, a partir da queima de combustíveis, onde o nitrogênio gasoso (N₂) e o oxigênio molecular (O₂) reagem formando o monóxido de nitrogênio (NO). O NO é oxidado na atmosfera pelo O₂ e forma o dióxido de nitrogênio (NO₂), que também pode reagir formando ozônio (IAP, 2019c).

O NO₂ é um gás altamente tóxico e conhecido pelo seu forte odor. Pode provocar prejuízos à saúde, desde irritação no nariz e coriza a enfisema pulmonar. Além disso, pode estar relacionado à formação do ozônio e da chuva ácida (IAP, 2019c).

Gráfico 6 - NO₂ - 07/2017 a 12/2018.

Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

Segundo as médias apresentadas no gráfico 6, o NO₂ teve a sua maior concentração em julho de 2017 com 16,1 µg/m³ e a menor, em dezembro de 2018 com 6,7 µg/m³. Percebeu-se que os maiores valores foram medidos no inverno, com temperaturas mais baixas e umidade mais alta. E os menores valores foram encontrados no verão, com temperaturas mais altas e umidade mais baixa.

O gradiente vertical de temperaturas é uma variável-chave para avaliação da estabilidade atmosférica e, conseqüentemente, da dispersão de poluentes. Entretanto, o gradiente vertical de temperaturas não é facilmente medido e, neste trabalho, foram analisadas apenas temperaturas pontuais do ar. Essas temperaturas podem fornecer indicativos do gradiente vertical, uma vez que, por estarem na parte baixa da atmosfera, estão relacionadas com o aquecimento da atmosfera do solo para cima, ou seja, da importância da incidência da radiação solar no gradiente vertical. Nesse sentido, altas temperaturas do ar estão associadas à uma parcela de ar próxima ao solo mais quente, ou seja, atmosferas mais instáveis, por conseguinte maior dispersão de poluentes na coluna de ar. Temperaturas, mais baixas, por outro lado, estão associadas a atmosferas mais estáveis, com menor dispersão de poluentes. Trata-se de uma análise simplificada, pois não estão considerados eventos de precipitação ou chegada de frentes frias, mas servem para direcionar o relacionamento das variáveis meteorológicas com os poluentes medidos na estação.

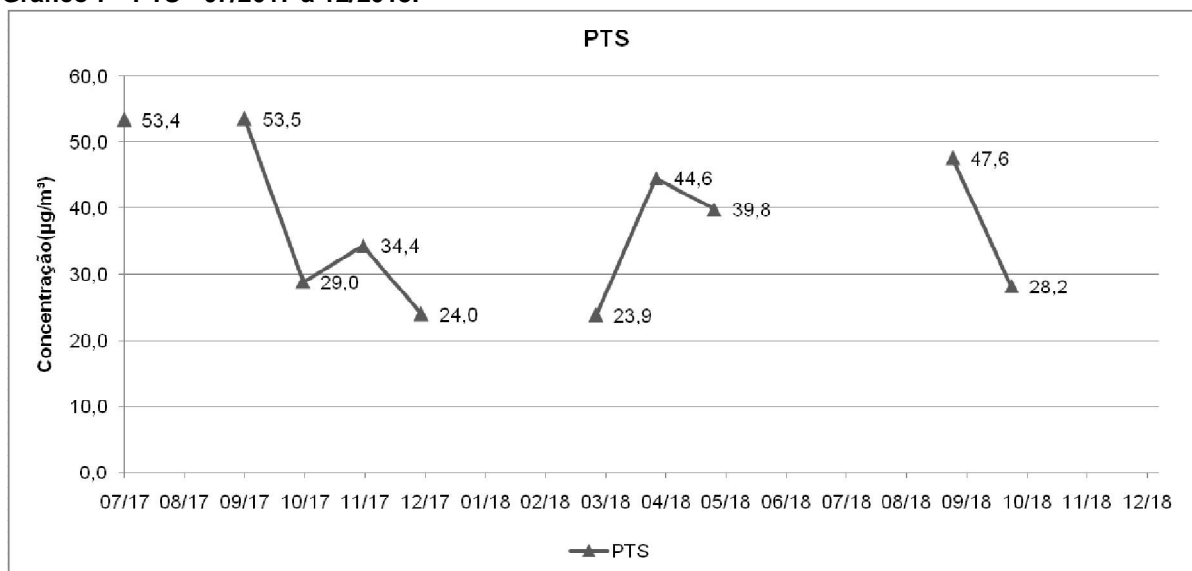
Os gráficos 7 e 8 expõem o material particulado, que é um conjunto de poluentes constituído por líquidos ou sólidos suspensos na atmosfera por causa de seu

pequeno tamanho (CETESB, 2019). O gráfico 7 exhibe os dados das partículas totais em suspensão (PTS) e o gráfico 8 mostra as partículas inaláveis (MP10).

O PTS representa os materiais em suspensão, cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a $50\mu\text{m}$. A poeira, o pó e a fuligem são alguns de seus exemplos. Como parte dessas partículas são inaláveis, podem ficar retidas no nariz e na garganta, provocando incômodo e irritação, além de facilitar que doenças como gripe se instalem no organismo (IAP, 2019c).

Conforme pode ser visualizado no gráfico 7, a medição do PTS teve diversas descontinuidades. Entretanto, com os meses apresentados, nota-se que a maior média foi registrada em setembro de 2017 com $53,51\mu\text{g}/\text{m}^3$. E, aparentemente, assim como o NO_2 , as maiores médias foram mensuradas nos meses com temperaturas mais baixas.

Gráfico 7 - PTS - 07/2017 a 12/2018.

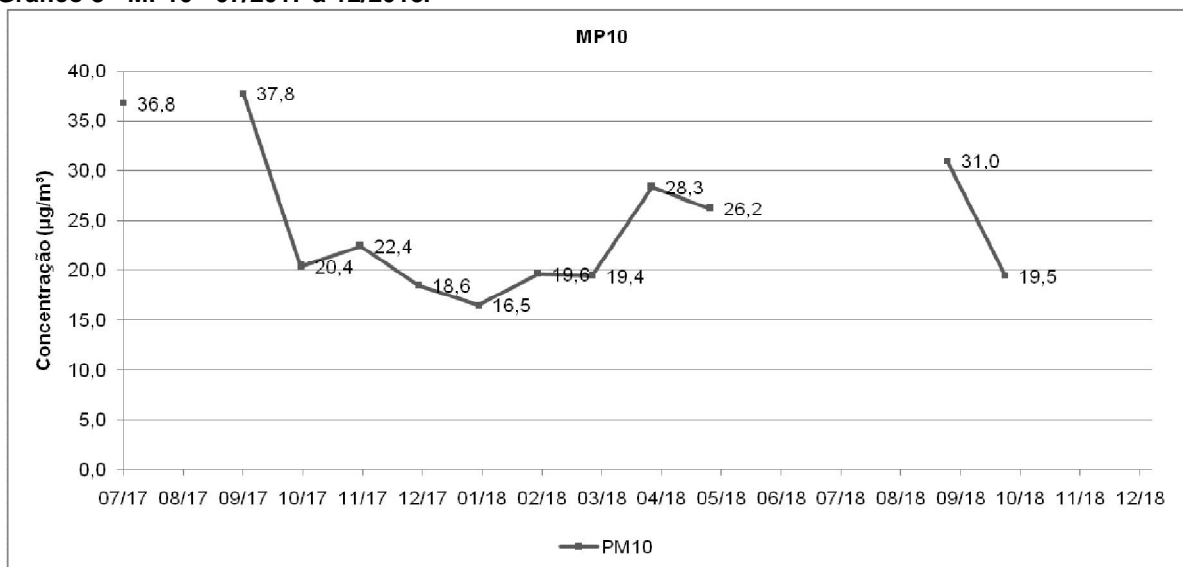


Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

O MP10 pode ser definido como material particulado com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a $10\mu\text{m}$. Dependendo da distribuição de tamanho na faixa de 0 a $10\mu\text{m}$, podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório ou penetrar mais profundamente, alcançando os alvéolos pulmonares, provocando efeitos crônicos como doenças respiratórias, cardíacas e câncer. (CETESB, 2019).

O gráfico 8 retrata o MP10, que também teve problemas de interrupções nos dados, no entanto, observa-se que no período com temperaturas mais baixas, o MP10 teve concentrações mais altas, chegando a $37,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ em setembro de 2017.

Gráfico 8 - MP10 - 07/2017 a 12/2018.



Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

A partir dos gráficos com os dados das médias de cada parâmetro, algumas observações foram feitas relacionando as concentrações de NO₂, PTS e MP10 com as temperaturas baixas. No entanto, para identificar a existência de correlação no comportamento entre essas variáveis, foi feita uma análise com base nos dados horários de todos os elementos, pois, assim, haveria um universo amostral muito maior a ser considerado, remetendo maior significância ao diagnóstico.

Em resumo, foi construída uma planilha com todos os dados horários de todas as variáveis e inseridos no *software* SPSS, no qual foi escolhida a opção para analisá-las por meio de correlação bivariada, utilizando o teste de correlação de *Pearson*. O resultado proveniente do software é o quadro 2 que exibe a correlação entre os elementos atmosféricos e os poluentes.

Relembrando os autores estudados na seção dos métodos (3.2) da etapa 1 (3.2.1) - Barbetta *et. al* (2010), Souza (2018) e Réquia Júnior e Abreu (2011), numa correlação, o sinal negativo quer dizer que a correlação é negativa, enquanto que o sinal positivo significa que a correlação é positiva. Quando há uma correlação negativa, uma variável aumenta, enquanto a outra diminui. E numa correlação positiva, as duas variáveis aumentam ou diminuem juntas. Além disso, os resultados menores que 0,3 representam correlações fracas, os valores entre 0,3 e 0,5 mostram uma correlação moderada e aqueles acima de 0,5 expressam uma correlação forte.

É importante destacar que o sentido positivo e a magnitude forte de uma correlação não indica necessariamente que uma variável depende de outra.

Reciprocamente, uma magnitude baixa de uma correlação não pode ser interpretada como uma independência entre as duas variáveis. Quando se está avaliando a física da atmosfera, é essencial levar em consideração a escala espaço-temporal do fenômeno estudado. É possível que determinada variável não possua correlação com outra em uma escala de uma hora, mas possua alta correlação com essa mesma variável, quando analisada com um passo temporal de um mês. Além disso, cabe ser destacado que alguns fenômenos possuem seus impactos atrasados, ou seja, uma variável no tempo t pode estar relacionada a outra no tempo $t + \Delta t$.

A presente análise foi realizada em um passo temporal horário sem deslocamento das variáveis no tempo. Deve-se levar em conta essas características da avaliação na construção dos resultados.

Quadro 2 - Correlação: elementos atmosféricos versus poluentes.



Fonte: DTA-2, 2019. (elaborado pela autora no SPSS)

A pressão atmosférica não teve correlação significativa com os demais parâmetros. No entanto, isso não significa que a pressão não seja uma variável importante na dinâmica atmosférica de dispersão dos poluentes. Pelo contrário, o campo de pressões está diretamente relacionado com a direção e magnitude dos ventos, que, por sua vez, desempenham um papel-chave na dispersão dos poluentes. Na escala temporal analisada (horária) e, sem deslocamento temporal das variáveis, não foi

encontrada correlação significativa com os demais parâmetros.

Por outro lado, a temperatura e a umidade apresentaram correlação negativa forte, pois o seu valor é -0,758. Isso vai ao encontro do diagrama de dispersão exposto no gráfico 3, o qual também apresentou uma correlação negativa. Ressalta-se que a significância dessa correlação é alta, uma vez que seu valor se aproximou de 0.

A temperatura e a pressão atmosférica apresentaram correlação negativa fraca. E a correlação entre a temperatura e o CO resultou em correlação negativa e com os demais poluentes foi positiva, no entanto, com todos eles foi fraca. Assim, com os dados horários não houve um comportamento condicionado entre temperatura e poluente, conforme observado com os dados mensais.

A umidade e a pressão atmosférica apresentaram correlação negativa fraca. A umidade e os poluentes também resultaram em correlação negativa fraca. Entretanto, com o CO foi positiva, enquanto que com os demais foi negativa.

O CO teve correlação negativa fraca com a temperatura e correlação positiva fraca com a umidade. Por outro lado, teve correlação positiva forte com todos os poluentes.

O MP10, o PTS e o NO₂ tiveram correlação positiva fraca com a temperatura e correlação negativa fraca com a umidade. E, assim como o CO, tiveram correlação positiva forte com todos os poluentes.

Concluiu-se que os elementos atmosféricos não apresentaram correlação forte com os poluentes. Adicionalmente, foi observado que os poluentes apresentaram correlação positiva forte uns com os outros e, assim, quando há o aumento de um, provavelmente, há o aumento do outro.

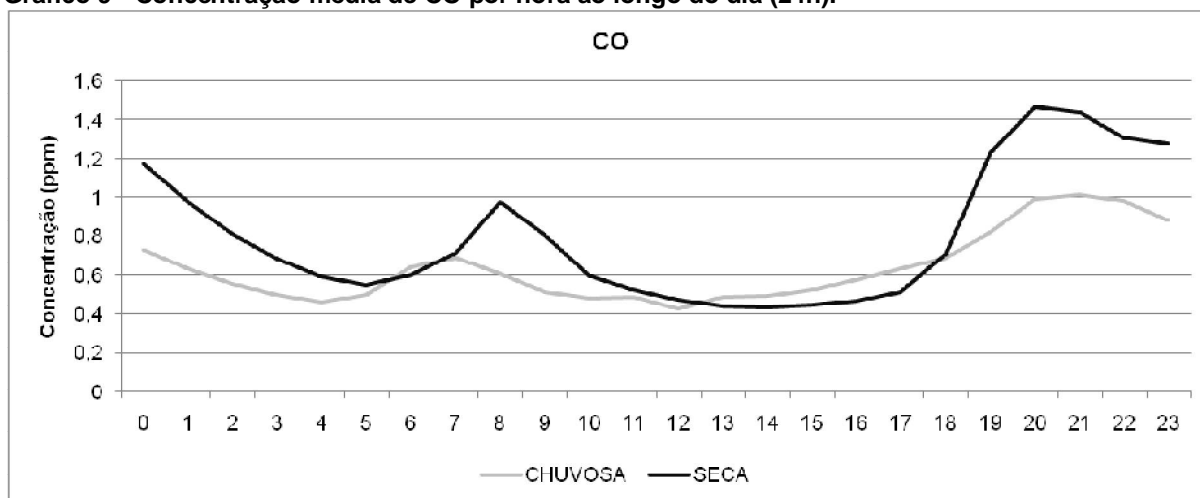
Foram utilizados todos os dados horários do banco de dados e foi feita uma média da concentração de determinado poluente para cada hora do dia. Posteriormente, dividiram-se essas médias em duas estações: a seca (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro) e a chuvosa (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março), obedecendo a climatologia de Foz do Iguaçu. Assim, foram elaborados os gráficos 9, 10, 11 e 12 (CO, NO₂, PTS e MP10, respectivamente) a fim de observar o comportamento dos poluentes ao longo do dia para cada estação. Como resultado, pode-se fazer uma relação da tendência da concentração desses poluentes com a dinâmica da cidade ao longo do dia e com os aspectos que compõem a atmosfera ao longo do ano.

Observou-se no gráfico 9 que a concentração de CO foi maior durante a estação seca do que a chuvosa, especialmente, nos chamados "horários de pico", que

pela manhã esteve entre 06:30h e 9:30h, e pela noite entre 17:30h e 21:30h. Associou-se o período da manhã, principalmente, à entrada nas escolas e no trabalho. Adicionalmente, destacou-se como fator de grande relevância e impacto no aumento do CO, o fluxo de veículos em direção às pontes da Amizade (Brasil-Paraguai) e da Fraternidade (Brasil-Argentina), tanto para trabalho, quanto para passeios e compras. Já o período da noite foi associado ao retorno das pessoas às residências e à grande movimentação de ida e volta das faculdades.

Na estação chuvosa, os picos de CO também se deram nos horários supracitados, mas percebeu-se concentrações bem menores, chegando no máximo a 1ppm a noite.

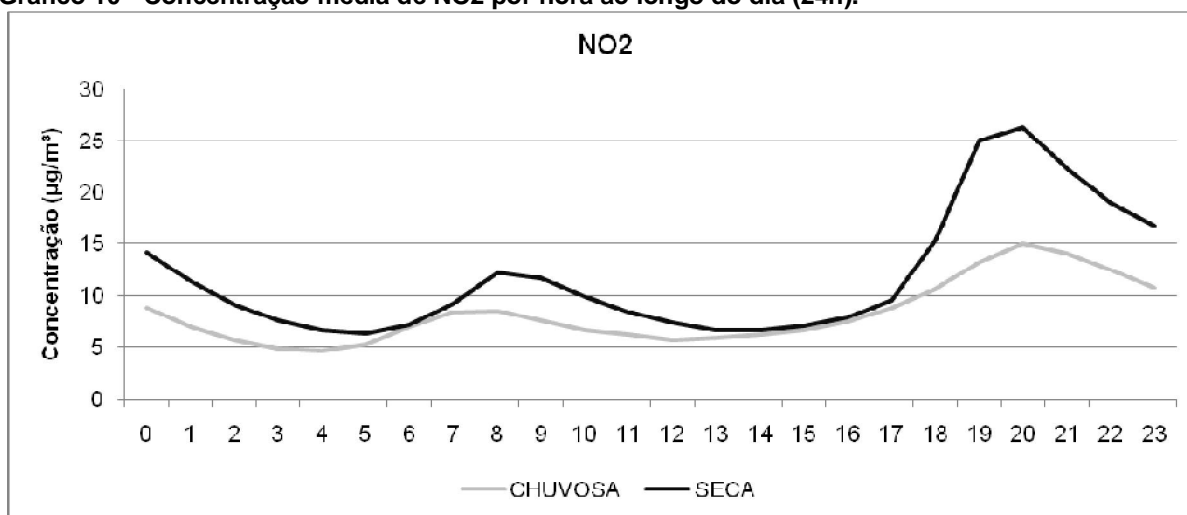
Gráfico 9 - Concentração média de CO por hora ao longo do dia (24h).



Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

O gráfico 10 apresentou a média de NO₂ por hora ao longo do dia. Conforme ocorreu com o CO, o NO₂ manteve o mesmo comportamento de maiores concentrações na estação seca e nos "horários de pico" da cidade e, em especial, à noite.

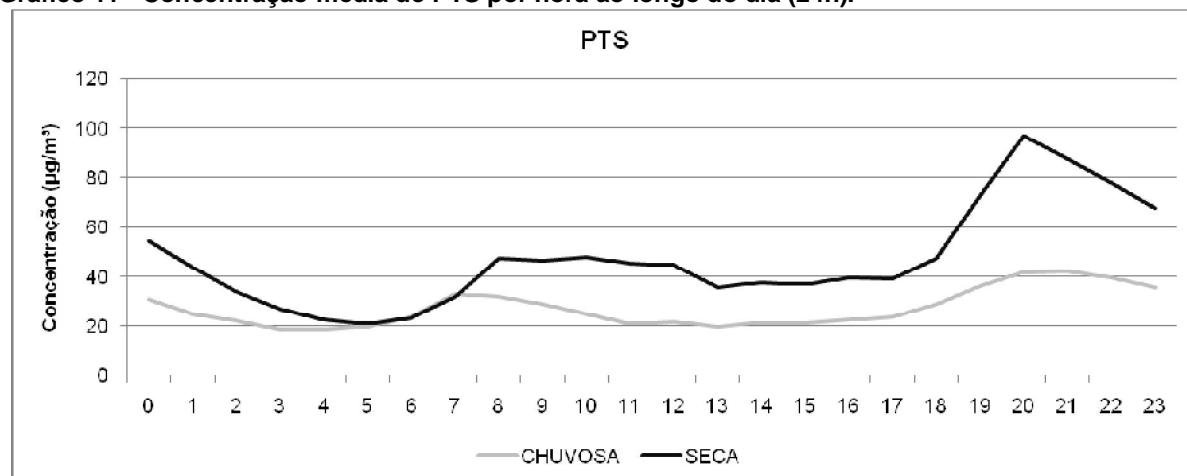
Gráfico 10 - Concentração média de NO₂ por hora ao longo do dia (24h).



Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

O PTS foi exposto no gráfico 11 e, da mesma forma, indicou as maiores concentrações na estação seca e nos horários de pico. No entanto, é possível observar que, pela manhã, a concentração mais alta de PTS se estendeu por mais horas do que os demais poluentes, chegando ao meio dia e, só depois diminuiu. E, elevou-se, novamente, em maior ocorrência, pela noite.

Gráfico 11 - Concentração média de PTS por hora ao longo do dia (24h).

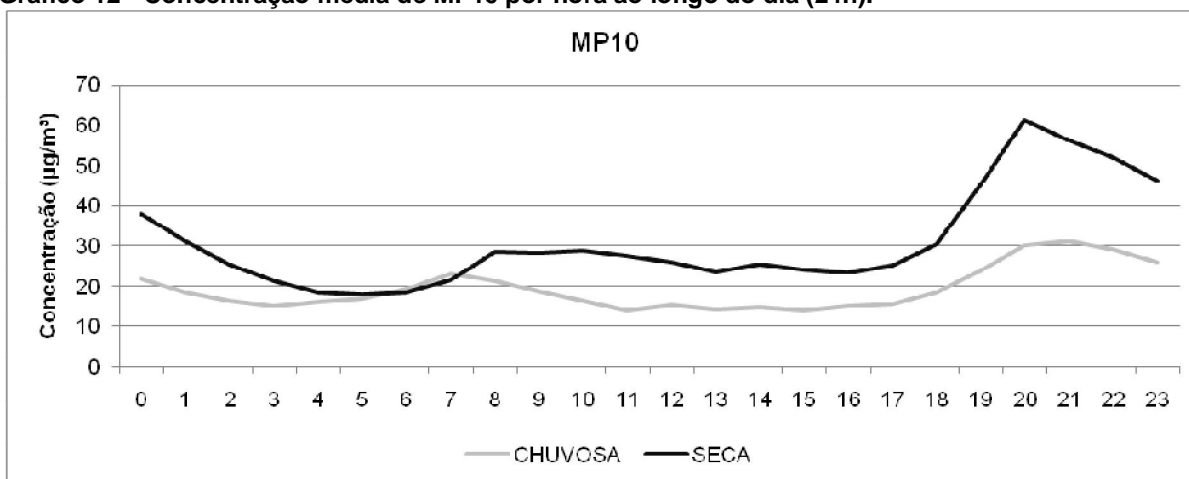


Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

O MP10 apresentou conduta semelhante aos outros poluentes, pois suas maiores concentrações foram na estação seca e nos horários de pico, sobretudo, à noite. Coincidiu-se mais com o PTS, pois prolongou seus maiores valores por toda manhã, no entanto, ao longo de toda a tarde, o MP10 pouco diminuiu sua concentração, aumentando

somente e, principalmente, à noite.

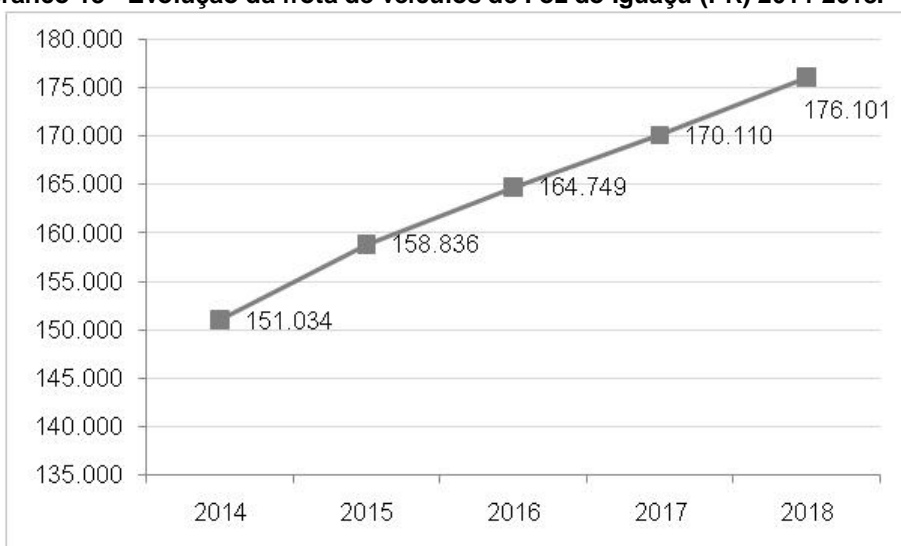
Gráfico 12 - Concentração média de MP10 por hora ao longo do dia (24h).



Fonte: DTA-2, 2019 (elaborado pela autora).

Concluiu-se a partir dos gráficos de 9 a 12 que os comportamentos do CO, do NO₂, do PTS e do MP10 são similares no que tangem o aumento das concentrações na estação seca e no horário de maior fluxo de veículos na cidade, especialmente, no período noturno. Dessa forma, evidencia-se a influência da intensidade do fluxo de veículos na concentração dos poluentes e, portanto, na qualidade do ar de Foz do Iguaçu.

Segundo o DETRANPR (2019), a frota do município chegou a 176.101 veículos em 2018, número que cresceu ao longo dos últimos anos, conforme mostra o gráfico 13. Segundo o órgão, mais de 60% desse número é de automóveis, 17% de motocicletas, 16% de caminhões e o restante engloba ônibus e demais veículos.

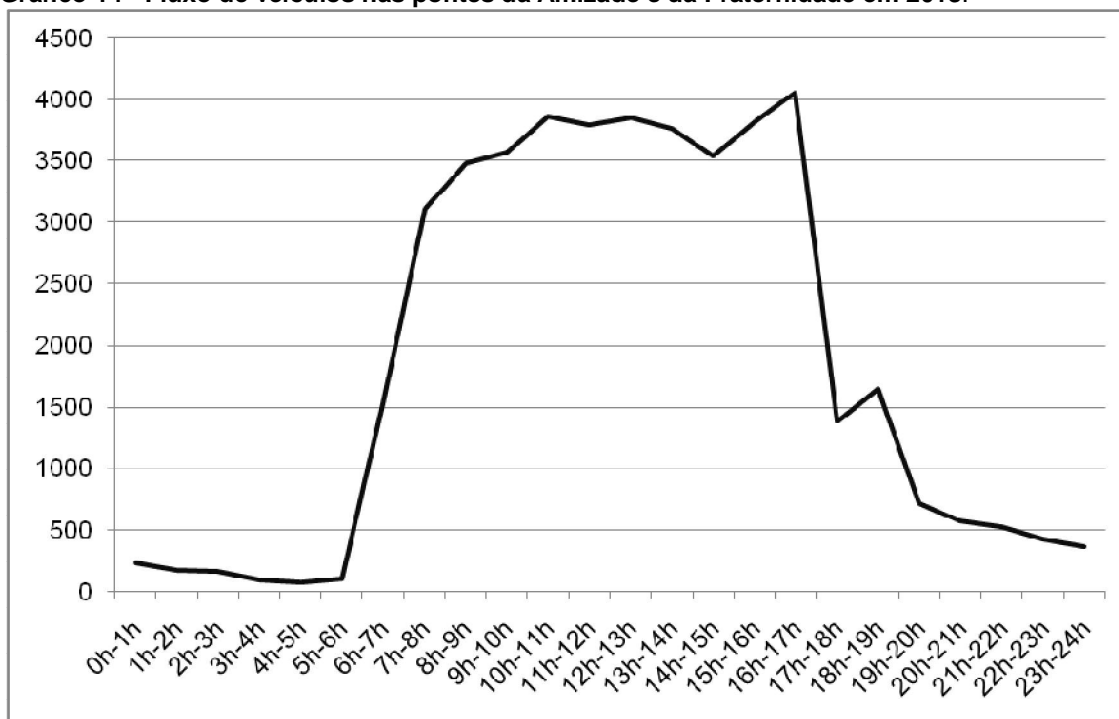
Gráfico 13 - Evolução da frota de veículos de Foz do Iguaçu (PR) 2014-2018.

Fonte: DETRANPR, 2019 (elaborado pela autora).

É importante frisar que esse é o número da frota contabilizada pelo DETRAN estadual para Foz do Iguaçu, no entanto, há de se destacar que transitam pelo município outros tantos veículos provenientes de todo o Brasil, bem como dos países vizinhos. Por isso, o gráfico 14 mostrou o fluxo médio de veículos nas pontes da Amizade e da Fraternidade por hora no ano de 2018.

Esse gráfico foi construído com base nos estudos de Prado (2018a; 2018b), nos quais foram registradas as médias de veículos que passaram por hora por cada ponte ao longo de alguns dias. Para o presente trabalho, foi feita uma soma dessas médias, as quais foram extrapoladas para 2018 inteiro, já que esse é um cenário visualizado de forma constante ao longo do ano.

Gráfico 14 - Fluxo de veículos nas pontes da Amizade e da Fraternidade em 2018.



Fonte: PRADO, 2018a e 2018b (elaborado pela autora).

Ao visualizar o gráfico 14, notou-se que o período de 6h às 20h é o de maior trânsito de veículos durante o dia. O horário das 16h às 17h teve a maior média com 4.054 transportes transitando nas pontes.

Sobre o fluxo total de veículos, Prado (2018a; 2018b) afirmou que na Ponte da Amizade foi de 153.615 e na Ponte da Fraternidade foi de 27.576 em quatro dias do mês de junho de 2018, somando 181.191 veículos, um número maior do que a própria frota da cidade.

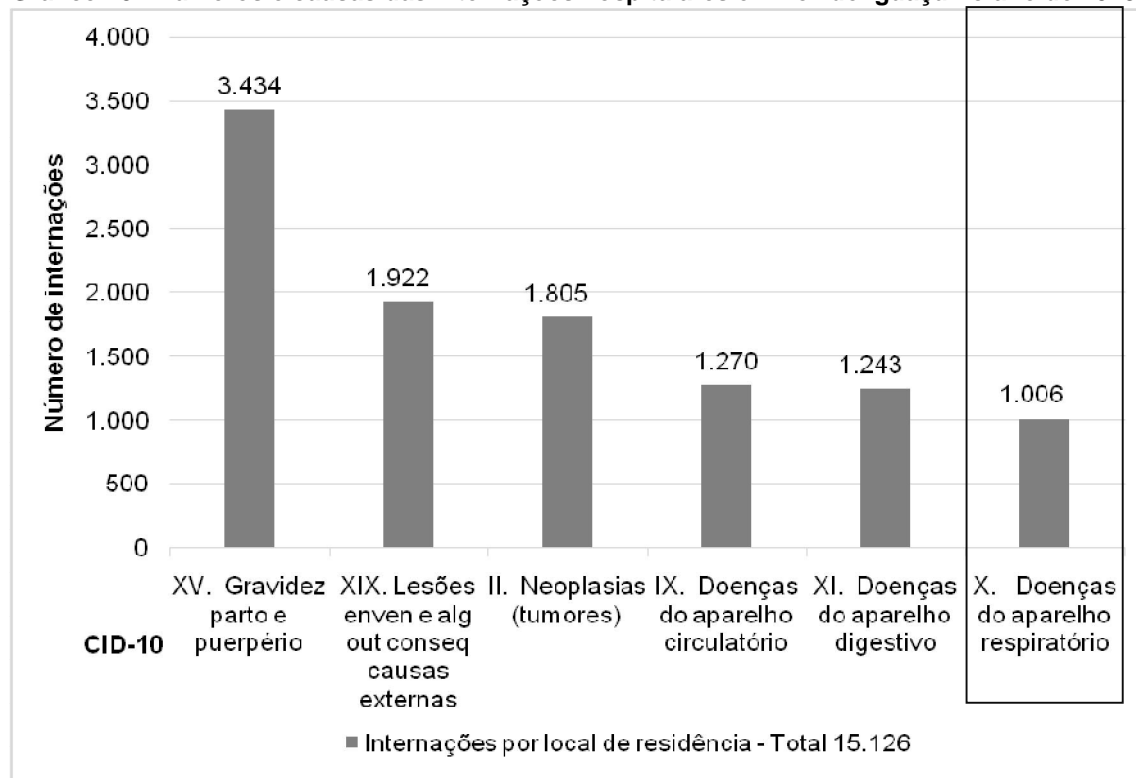
Assim, conforme observado ao longo dos resultados da etapa 1, o aumento ou a diminuição dos poluentes não é controlado, preponderantemente, pelos elementos atmosféricos. Dessa forma, a qualidade do ar está diretamente relacionada com o comportamento dos poluentes, os quais tendem a aumentar juntos e, em especial na estação seca e nos horários de pico de fluxo de veículos. Conclui-se, então, que a qualidade do ar está associada com ações antrópicas e, portanto, para tratar o tema, deve-se englobar políticas públicas interdisciplinares que envolvam atuações ambientais, transportes, saúde, etc.

4.2 ETAPA 2

Após entender como os elementos atmosféricos e os poluentes se relacionam entre si, na etapa 2 esses parâmetros foram associados às internações hospitalares por doenças respiratórias. Os dados das internações foram adquiridos no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) de julho de 2017 a dezembro de 2018.

As doenças respiratórias estão entre os maiores números de internações e média de permanência em hospitais, sendo de grande relevância na consideração de programação de gastos do município ou direcionamento de políticas públicas. De acordo com os dados do DATASUS, houve 15.126 internações hospitalares em Foz do Iguaçu no ano de 2018, seja por meio de atendimento pelo SUS ou por estabelecimentos privados (gráfico 15).

Gráfico 15 - Números e causas das internações hospitalares em Foz do Iguaçu no ano de 2018.



Fonte: DATASUS, 2018.

O número total de internações (15.126) diz respeito a pessoas residentes na cidade. Entretanto, não foi contabilizado nesse gráfico o número de internações de pessoas que não residem em Foz do Iguaçu, mas foram internadas no município, que seria de 16.174.

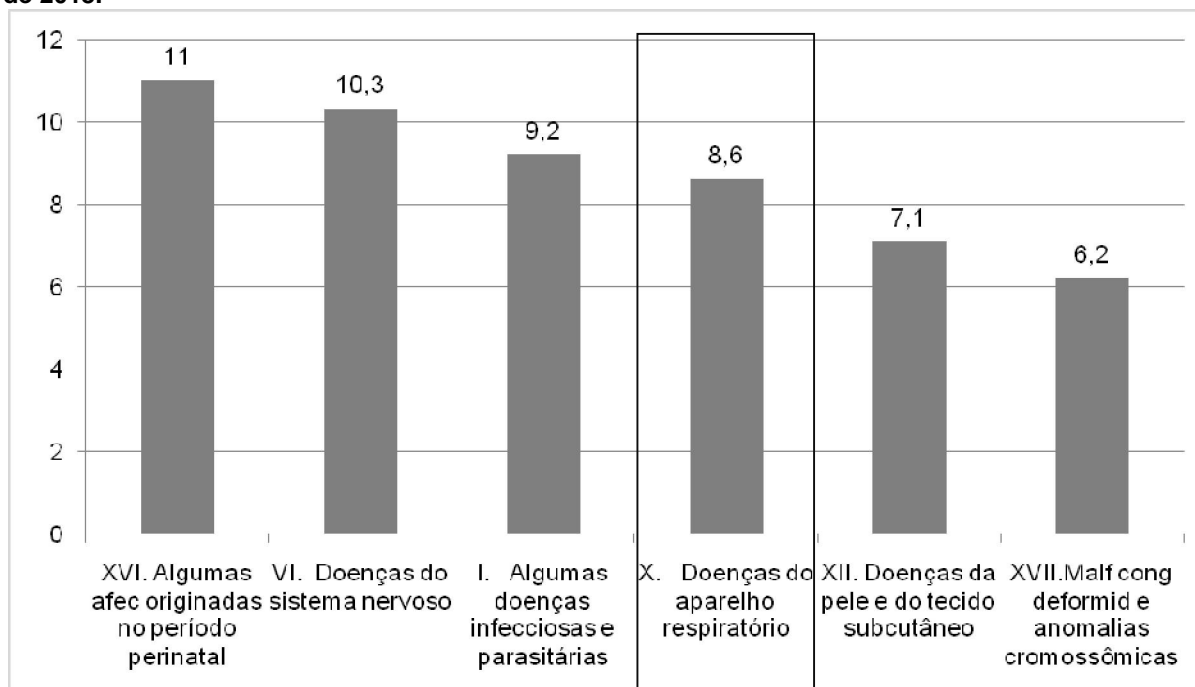
Sabe-se que Foz do Iguaçu não atende apenas os seus moradores, mas também trata de pessoas que moram na tríplice fronteira e em outras cidades da região Oeste do Paraná que não tem estrutura e atendimentos especializados, além de inúmeros turistas o ano inteiro.

Observa-se que o número por local de internação é superior àquele por local de residência. Deste modo, foi possível constatar que Foz do Iguaçu atendeu tanto a população residente, quanto a não residente. Essa diferença (1.048 pessoas) se torna importante uma vez que os gastos públicos para a saúde, normalmente, são planejados a partir do contingente da sua população, no entanto, não somente os seus moradores utilizam o equipamento de saúde, mas também aqueles que não moram na cidade.

Já as causas dessas internações foram variadas e as seis com maior destaque são: 22,7% por gravidez, parto e puerpério; 12,7% por causas externas; 11,9% por neoplasias; 8,4% por doenças do aparelho circulatório; 8,2% por doenças do aparelho digestivo; e 6,7% por doenças do aparelho respiratório.

Quando se trata da média de permanência dos pacientes na internação (gráfico 16), as causas das internações foram diferentes daquelas apresentadas no gráfico 15. Ou seja, houve maior quantidade de internações para determinadas doenças, no entanto, não foram elas que levaram os pacientes a ficarem mais tempo internados.

Gráfico 16 - Média de permanência (em dias) nas internações hospitalares em Foz do Iguaçu no ano de 2018.

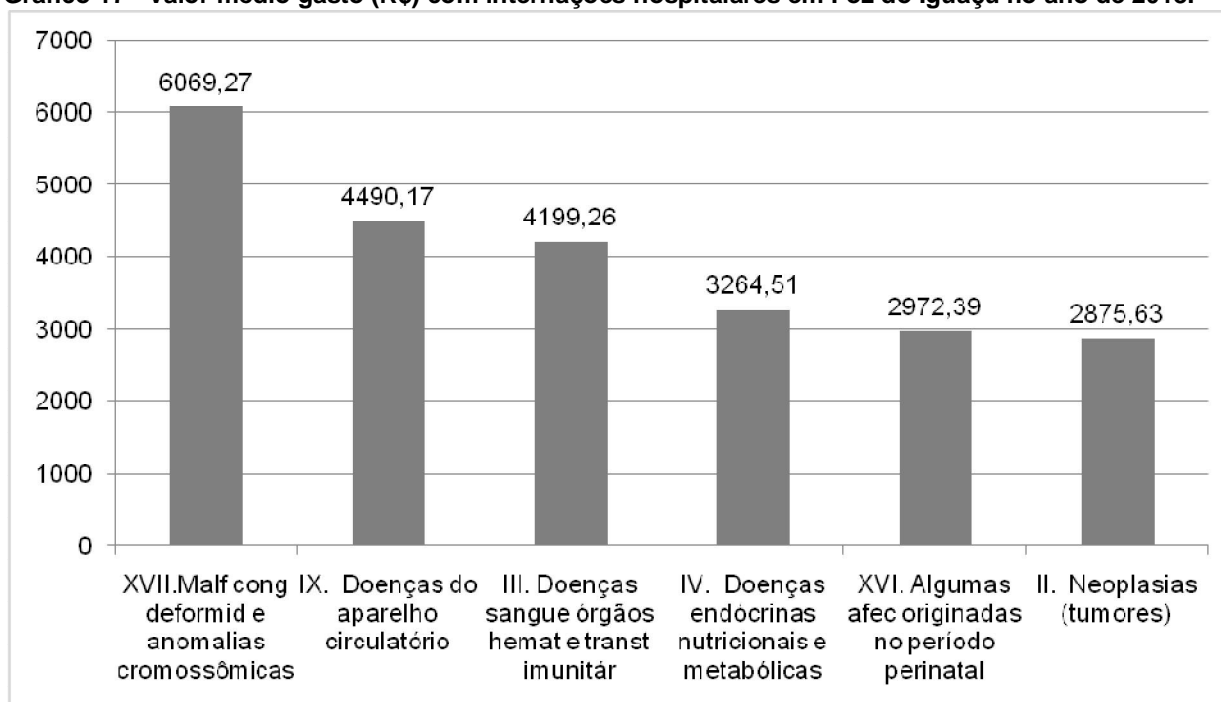


Fonte: DATASUS, 2018.

O gráfico 16 expôs o tempo médio de permanência das internações medido em dias para as seis principais causas, que foram: 11 dias para problemas originados do período perinatal; 10,3 dias para doenças do sistema nervoso; 9,2 dias para doenças infecciosas e parasitárias; 8,6 dias para doenças do aparelho respiratório; 7,1 dias para doenças de pele; 6,2 dias para anomalias cromossômicas.

Os gastos médios com essas internações (gráfico 17) variaram entre R\$6.069,27, para anomalias cromossômicas, e R\$2.875,63, para neoplasias.

Gráfico 17 - Valor médio gasto (R\$) com internações hospitalares em Foz do Iguaçu no ano de 2018.



Fonte: DATASUS, 2018.

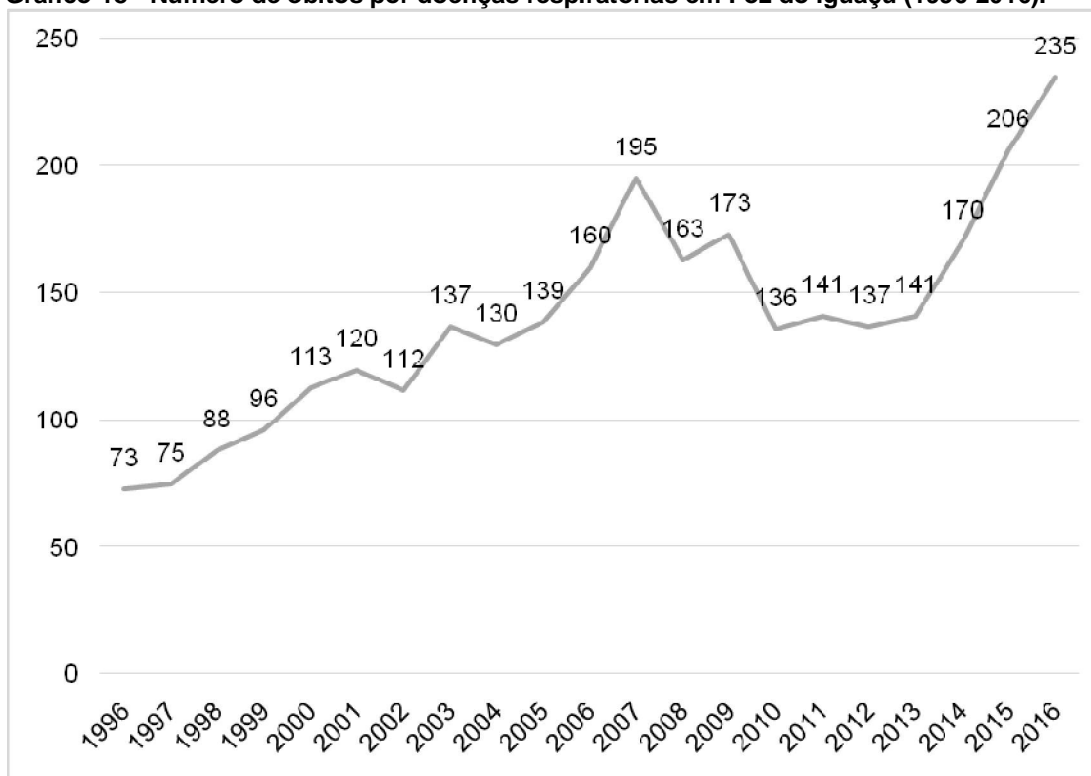
Uma conclusão possível ao analisar os dados sobre internação (gráfico 15), média de permanência (gráfico 16) e gastos médios (gráfico 17) é que algumas doenças constaram em pelo menos duas das três listas, que foram: aquelas originadas de partos ou do perinatal; doenças do aparelho circulatório; neoplasias (tumores); doenças por anomalia cromossômica; e doenças do aparelho respiratório.

Dentre elas, as doenças do aparelho respiratório são objeto de estudo da presente dissertação. Elas aparecem em sexto lugar em número de internações, em quarto lugar em média de permanência de dias e em décimo lugar em gasto médio com as internações, em 2018, em Foz do Iguaçu.

Já no que tange os óbitos por doenças respiratórias, no ano de 2016

foram 235, número que aumentou ao longo dos anos, como pode ser visto no gráfico 18. Com essa série histórica, é possível notar que houve um aumento crescente no número de óbitos até haver um declínio após 2007 e, em seguida, voltou a aumentar a partir de 2014. Entre os anos de 1996 e 2016, as doenças respiratórias que mais levaram ao óbito foram pneumonia, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas.

Gráfico 18 - Número de óbitos por doenças respiratórias em Foz do Iguaçu (1996-2016).



Fonte: DATASUS, 2018.

A partir desses valores, constatou-se que entender as causas que podem estar relacionadas a doenças respiratórias é um estudo essencial para traçar estratégias para a gestão da saúde no município. Estudos como os de Andrade *et al.* (2015), Telles (2011), Paiva (2014), Bakonyi *et al.* (2004), Jasinski *et al.* (2011), Réquia Júnior e Abreu (2011), Réquia e Roig (2016) e Nicolussi *et al.* (2014), discutidos no referencial teórico, comprovam a relação das doenças respiratórias com elementos atmosféricos e poluentes.

Compreende-se que outros fatores são relevantes para essas doenças e devem ser considerados, tais como: condições habitacionais inadequadas, aglomeração familiar, fumo passivo, desnutrição, entre outros aspectos. No entanto, em geral, a exposição a poluentes é uma das principais causas para se contrair essas doenças. A poluição atmosférica promove efeitos adversos para a saúde da população mais

vulnerável. Dentre as consequências estão: mortalidade; infecções respiratórias agudas; internações hospitalares por pneumonia; irritação nos olhos, narinas e garganta; tosse e expectoração; asma; câncer de pulmão; entre outros sintomas e doenças.

Assim, na presente etapa foi feito um estudo da investigação da existência de correlação entre os dados das médias mensais de elementos atmosféricos e de poluentes com as informações mensais de internações por doenças respiratórias por meio do software SPSS para Foz do Iguaçu entre julho de 2017 e dezembro de 2018. Cada uma das variáveis de qualidade do ar foi verificada individualmente com a de saúde.

Segundo o quadro 3, a temperatura e as internações por doenças respiratórias demonstraram uma correlação negativa, ou seja, conforme a temperatura diminui, aumentam os casos de internações, de força moderada (0,3 a 0,5). A significância dessa análise foi de 7,8%, o que demonstrou que para mais conclusões ainda são necessários mais dados.

Quadro 3 - Temperatura versus internações por doenças respiratórias.



Fonte: DTA-2, 2019; DATASUS, 2019. (elaborado pela autora)

O quadro 4 apresentou a associação da variável de saúde com a umidade, que resultou em uma correlação positiva fraca, inclusive com uma baixa significância, evidenciando que, provavelmente, essa variável não é representativa para explicar as internações hospitalares por doenças respiratórias.

Quadro 4 - Umidade versus internações por doenças respiratórias.

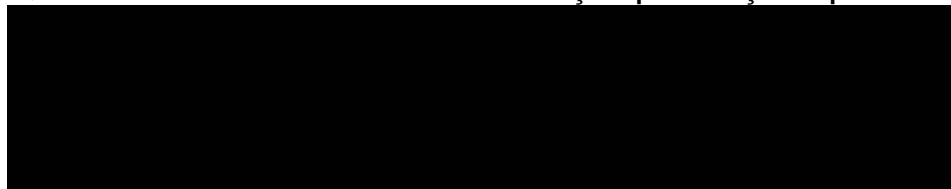


Fonte: DTA-2, 2019; DATASUS, 2019. (elaborado pela autora)

Na etapa 1, no gráfico 4 foram apresentadas as médias mensais de pressão atmosférica, no qual foi evidenciada a diferença dessa variável no período seco (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro) e no período chuvoso (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março). A pressão atmosférica é mais alta no período seco e mais baixa no período chuvoso.

O quadro 5 mostrou a correlação entre a pressão atmosférica e as internações por doenças respiratórias, nele foi possível notar a existência de uma correlação positiva e forte, com significância 0,1%. Ou seja, quando aumenta a pressão atmosférica, que ocorre no período seco, aumentam os casos de internações. Essa forte correlação era esperada, uma vez que o período chuvoso apresenta uma atmosfera mais limpa pelos efeitos da chuva regular (sequências de poucos dias secos seguidos) que ocorre na região, o que diminuem os casos de internações.

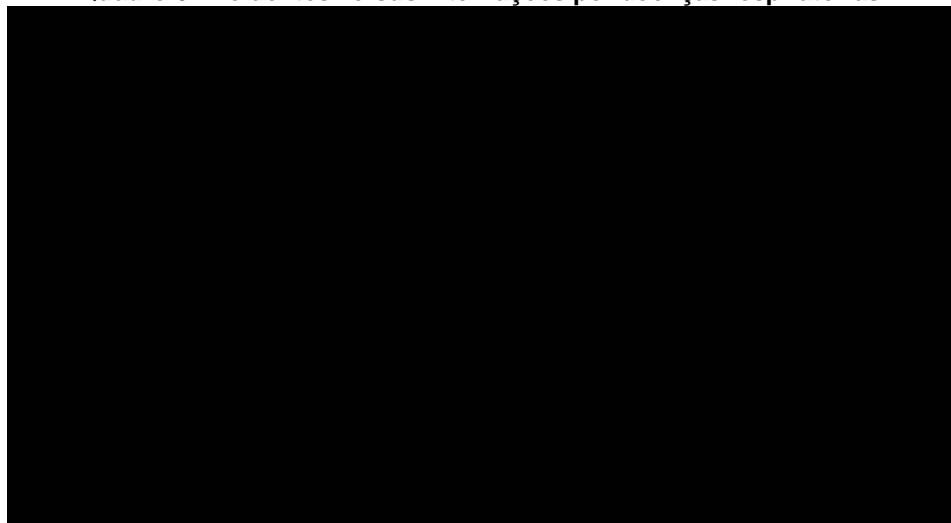
Quadro 5 - Pressão atmosférica versus internações por doenças respiratórias.



Fonte: DTA-2, 2019; DATASUS, 2019. (elaborado pela autora)

Os poluentes foram apresentados no quadro 6 e resultaram em correlações positivas com internações hospitalares por doenças respiratórias, com significâncias inferiores a 9%. Assim, quando os poluentes aumentam, as internações também aumentam, o que corrobora com a hipótese da presente dissertação de que o monitoramento da qualidade do ar iniciado por meio do PROEPAR em 2017 é capaz de inferir a relação entre os casos de internações por doenças respiratórias e a qualidade do ar da população em Foz do Iguaçu (PR).

Quadro 6 - Poluentes versus internações por doenças respiratórias.



Fonte: DTA-2, 2019; DATASUS, 2019. (elaborado pela autora)

Cabe-se destacar os poluentes, NO₂ e MP₁₀, pois tiveram as maiores correlações e significâncias. Naturalmente, a análise deve ser realizada com parcimônia, pois a coleta de dados de CO foi interrompida a partir de junho de 2018 e a coleta de PTS foi muito irregular ao longo do período, resultando em amostras de 11 e 10 medições, respectivamente. Por outro lado, é possível que a alta correlação de MP₁₀ com doenças respiratórias esteja associada a maior absorção de partículas de menor tamanho. Segundo Duchidae (1992), as partículas menores que 10 micrômetros possuem velocidade desprezível e podem, portanto, ser inaladas, sendo assim mais relevantes na etiologia de problemas respiratórios.

Outro ponto a se destacar é que todos esses poluentes tem relação direta com queima de combustíveis por veículos. Ou seja, existem evidências para se dizer que o aumento do fluxo apresentado na etapa 1 está relacionado com aumento de internações por doenças respiratórias.

O quadro 7 apresentou uma síntese dos resultados das correlações das variáveis atmosféricas e poluentes com as internações por doenças respiratórias. Todos os poluentes tiveram correlação forte e positiva com as internações. Por outro lado, as variações de temperatura e pressão atmosférica também podem ser relacionadas com as internações. Por fim, tanto as variáveis atmosféricas quanto as variáveis de qualidade do ar podem ser explicativas de ocorrências hospitalares motivadas por doenças respiratórias. Entretanto, para aferir relação de causa e efeito são necessários estudos mais complexos, estando este estudo restrito a apresentar um alerta dos efeitos adversos do tráfego de veículos nas imediações da passagem de pessoas.

Quadro 7 - Síntese dos resultados das correlações das variáveis com as internações.

Correlação com internações		
Variáveis	Sentido	Força
CO	Positivo	Forte
NO ₂	Positivo	Forte
MP ₁₀	Positivo	Forte
PTS	Positivo	Moderada
Temperatura	Negativo	Moderada
Umidade	-	Ausência
Pressão atmosférica	Positivo	Forte

Fonte: Elaborado pela autora.

Adicionalmente, após a análise de todas as correlações, ficou claro que é essencial um banco de dados maior para resultar em uma significância mais determinante. Dessa forma, a continuidade no monitoramento das variáveis é fator imprescindível para pesquisas futuras sobre a temática.

4.3 ETAPA 3

Com base na pesquisa documental e nas entrevistas (figuras 12 e 13), foi feito um levantamento sobre o PROEPAR desde a sua motivação e criação até o momento da sua implementação. Cabe-se destacar que as informações dadas pelos funcionários dos órgãos foram essenciais para preencher os hiatos presentes nas bibliografias. Constatou-se que esses atores fizeram parte da criação e implementação do PROEPAR, sendo fundamental realizar a pesquisa sobre os seus pontos de vista.



Figura 12 - Trabalho de campo no IAP em Curitiba.
Fonte: Acervo da autora.



Figura 13 - Trabalho de campo no Lactec em Curitiba.
Fonte: Acervo da autora.

Alguns dos instrumentos do PROEPAR já foram implementados, enquanto outros ainda não foram viabilizados. Esse parecer sobre a conjuntura da política pública foi construído e abordado ao longo dos resultados da etapa 3 na presente seção, que está dividida em três eixos: a implementação do PROEPAR, a operação da estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR) e a transparência dos dados da estação.

4.3.1 Sobre o PROEPAR

No Paraná, o órgão ambiental responsável por tratar da qualidade do ar é o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), que dentro de sua estrutura possui um setor específico para esse tema. Este setor se chamava Departamento de Tecnologia Ambiental (DTA) no organograma antigo, mas, atualmente, foi renomeado para Departamento de Qualidade do Ar (DAR). O DAR está situado abaixo da presidência e da Diretoria de Monitoramento Ambiental e Controle da Poluição (DIMAP).

O setor compreende seis funcionários, sendo quatro do IAP, um residente (mestrando) e 1 estagiário. Desses quatro funcionários, três ficam em Curitiba e um fica em Ponta Grossa, o qual entrou recentemente no órgão. Ressalta-se que o DAR estava sem chefia na época da entrevista devido à troca de governo (DTA-2, 2019).

Segundo DTA-2 (2019), a estrutura e a organização do departamento está

baseada na legislação que atende os padrões de qualidade do ar, a Resolução CONAMA 491/2018, que substituiu a Resolução CONAMA 03/90. Contudo, para poder atendê-la, é preciso ter uma rede de monitoramento à disposição a fim de acompanhar as concentrações dos poluentes.

DTA-2 (2019) e QAr-1 (2019) relataram que a rede de monitoramento do IAP começou a ser montada na década de 1980 junto à agência de cooperação técnica alemã *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ). Essa instituição visava ações de sustentabilidade e disponibilizava investimento no país por meio de convênios.

No início as estações eram manuais e, em 2000, foram instaladas as primeiras estações automáticas. Nesse momento, o Lactec passou a auxiliar o órgão ambiental por meio de parceria para atuar no tratamento dos dados (QAr-1, 2019).

Com o passar do tempo, outras estações, tanto do IAP, quanto de indústrias da região, adentraram na rede de monitoramento. A parceria entre IAP e Lactec foi mantida por meio de convênios para a operação, manutenção e tratamento dos dados das estações até meados de 2016 (QAr-1, 2019).

Sendo a meta do IAP a expansão da rede de monitoramento, DTA-2 entrou em contato com a Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral (SEPL), o qual verificou que no plano do governo estavam previstas atividades orientadas para essa finalidade (Projeto Multissetorial). Surgiu, então, a possibilidade de financiamento para a compra de novas estações de monitoramento por convênio com o Banco Mundial. Apesar dessa articulação, houve uma demora de 4 anos para aprovar esse convênio e mais 2 para implementar as novas estações, ocorrendo apenas a partir do estabelecimento do PROEPAR em 2017. Antes disso, alguns documentos precisaram ser criados para fundamentar as premissas do PROEPAR, como o Programa de Controle da Poluição Veicular (PCPV) e o Inventário de Fontes Móveis. (DAT-2, 2019).

Em 2011, foi elaborado o PCPV, o qual deveria ser escrito por todos os estados brasileiros, segundo a Resolução CONAMA 418/09. O PCPV tinha o objetivo de determinar a escolha dos locais para a instalação das novas estações.

Apoiado no PCPV, os municípios de Maringá, Londrina, Cascavel, Foz do Iguaçu, Ponta Grossa e Paranaguá foram indicados para a instalação das estações fixas e Colombo, de uma estação móvel. A seleção se baseou nas maiores frotas de veículos do estado, com exceção de Paranaguá e Foz do Iguaçu. Paranaguá foi selecionada por se tratar de um município costeiro que abriga o porto mais importante do estado. Já Foz

do Iguaçu foi eleita por ser um município turístico com muito fluxo de pessoas (DTA-2, 2019).

O PCPV do Paraná foi escrito pelos funcionários do antigo DTA e atualizado em 2012 em função da elaboração nesse mesmo ano do Inventário de Fontes Móveis, o qual é exigência do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR). Já o Inventário foi destinado à elaboração por terceirizados (DTA-2, 2019).

DTA-2 (2019) afirmou que após a criação do PCPV, seria instituída uma taxa do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M, prevista na Resolução CONAMA 418/09. No entanto, para ser decretada, seria necessária a convocação de uma audiência pública com a presença da sociedade civil, o que não ocorreu, pois percebeu-se que seria oneroso demais para a população. Assim, apesar do PCPV existir, ele nunca foi implementado¹⁸.

Em 2013, o Governo do Estado do Paraná firmou um convênio com o Banco Mundial, cujo acordo alavancou recursos para o Projeto Multissetorial para o Desenvolvimento do Paraná (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2016). O Projeto recebeu financiamento do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), que é um braço do Banco Mundial.

O Projeto foi executado por sete secretarias e quatro autarquias estaduais e envolveu a aplicação de recursos que somaram cerca de US\$ 714,1 milhões (aproximadamente R\$ 2,8 bilhões). Desse total, US\$ 350 milhões (49%) foram emprestados pelo BIRD e US\$ 364,11 milhões (51%) correspondem à contrapartida do Estado (TCE, 2018).

Coordenado pela SEPL, o Multissetorial foi formado por uma série de programas de modernização administrativa e investimentos nas áreas de saúde, educação, conservação de solo agrícola e desenvolvimento econômico, bem como da qualidade do ar. As iniciativas foram desenvolvidas pelo Estado, em parceria com municípios (TCE, 2018). O seu detalhamento previa a ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar e a concepção do sistema de fiscalização das emissões atmosféricas de fontes (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2014).

Com o intuito do cumprimento do Projeto, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) e o IAP criaram a Resolução Conjunta SEMA/IAP

¹⁸ Segundo a notícia publicada no jornal eletrônico Gazeta do Povo (2019), o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) suspendeu a inspeção veicular que seria obrigatória no Brasil em 2019 porque os órgãos estaduais do Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) ainda não estavam organizados para tal serviço.

Nº 3, de 19/06/2017, que dispõe sobre a implementação do Plano Estadual de Controle da Poluição do Ar e de Proteção da Atmosfera (PROEPAR), como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura. Compete ao IAP o gerenciamento do plano e o detalhamento das suas ações mediante ato administrativo próprio.

Assim, já em 2017, na revisão do Projeto Multissetorial, o Governo do Estado do Paraná (2017) publicou como uma ação já executada, a implantação das estações nos municípios sugeridos pelo PCPV. Com isso, é possível afirmar que o Convênio e o respectivo Projeto estão diretamente relacionados com os recursos para a implantação do PROEPAR, que trata da operação das estações.

Diante dessa organização institucional, foi possível fazer uma relação com o discutido por Muller e Surel (2002) e Souza (2006) sobre a dimensão *policy*. Constatou-se que o PROEPAR é a dimensão *policy*, por se tratar de uma ação pública, a qual implica os objetivos explícitos da política pública e a definição de dispositivos político-administrativos para a implementação de ações orientadas por esses objetivos.

O Plano, portanto, regulamenta a Lei Estadual nº 13806/2002, que dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar. Sobre a gestão da qualidade do ar, o Art. 21 afirma que a mesma deve ser efetuada por meio dos seguintes instrumentos: o inventário de fontes; o monitoramento da qualidade do ar; o relatório de qualidade do ar; o licenciamento ambiental; a prevenção de deterioração significativa da qualidade do ar; e o programa de emergência para episódios críticos de poluição do ar.

No seu Art. 26 a lei dispõe especificamente sobre o instrumento de monitoramento da qualidade do ar declarando que compete ao Poder Público Estadual, por meio do órgão estadual de meio ambiente, implementar um sistema de monitoramento que permita acompanhar a evolução da qualidade do ar. E no Art. 27, delibera que o Sistema de Monitoramento da Qualidade do Ar e das Condições Meteorológicas deve ser implementado prioritariamente nas regiões ou localidades com maior concentração de fontes móveis ou estacionárias de poluição atmosférica e avaliar as concentrações dos poluentes cujos efeitos potenciais possam afetar significativamente a qualidade do ar.

Nesse mesmo Art. 27, a lei assegura a toda população, que o órgão gestor da qualidade do ar do Estado, deve disponibilizar diariamente o acesso à

concentração de gases e particulados medidos pelas estações automáticas de monitoramento para os poluentes amostrados.

Portanto, o PROEPAR regulamentou a referida lei e em seu Art. 2º definiu oito ações para atingir o seu objetivo, tais como: I - estabelecimento de padrões de emissões atmosféricas e de qualidade do ar; II - monitoramento da qualidade do ar, implementação, operação e manutenção da rede estadual; III - inventário de fontes e emissões; IV - relatório de qualidade do ar; V - programa de emergências para episódios críticos de poluição atmosférica; VI - classificação de áreas quanto à qualidade do ar; VII - programa de prevenção da qualidade do ar em unidades de conservação com o objetivo de garantir a qualidade do ar em observância aos padrões secundários de qualidade do ar; VIII - programa de metas progressivas para atender os padrões de qualidade do ar da Organização Mundial da Saúde (OMS).

Essas ações faziam parte das metas do próprio DAR como setor e, ao ser questionado sobre o seu andamento, DTA-2 (2019) fez considerações sobre cada uma. Das oito propostas, metade já foi cumprida (I, II, III e VIII) e as demais (IV, V, VI e VII) compreendem ações a serem realizadas por meio de documentos que, até o momento da entrevista, ainda não tinham sido elaborados e estavam em processo de construção.

Ressalta-se que, apesar de ainda não ter sido efetuada, a de número VII (Programa de prevenção da qualidade do ar em unidades de conservação com o objetivo de garantir a qualidade do ar em observância aos padrões secundários de qualidade do ar) foi iniciada. DTA-2 (2019) declarou que foi inserida uma condicionante na licença da usina do Baixo Iguaçu para a instalação de uma estação no Parque Nacional do Iguaçu. Entretanto, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) negou a anuência para a instalação. Esse fato ainda está sendo discutido dentro do IAP para as devidas providências.

O estabelecimento de padrões de emissões atmosféricas e de qualidade do ar, que compreende a premissa I, foi realizado com a adoção das Resoluções SEMA 16/2014 e CONAMA 491/2018. A primeira é o padrão a ser adotado pelas indústrias. Ela é revisada a cada 5 anos em uma ação conjunta entre o IAP e a Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP) por meio de grupos de trabalho. Neles se discute a capacidade do segmento em realizar o devido monitoramento. É dada, então, a oportunidade ao segmento para se manifestar quanto ao solicitado. Já a segunda dispõe sobre os padrões de qualidade do ar (DTA-2, 2019).

O monitoramento da qualidade do ar, implementação, operação e

manutenção da rede estadual (II) foi um procedimento recentemente ampliado para 10 estações, além das 4 de empresas. O Inventário de Fontes e Emissões (III) também já foi elaborado. E, o Programa de metas progressivas para atender os padrões de qualidade do ar da OMS (VIII) foi atendido pela Resolução CONAMA 491/18.

Na presente dissertação foi tratado o instrumento II - monitoramento da qualidade do ar, implementação, operação e manutenção da rede estadual. Essa ação proposta no Plano e também no Art. 26 da Lei Estadual nº 13806 foi implementada por meio da instalação das 7 novas estações que monitoram a qualidade do ar.

Considerando a perspectiva de Secchi (2013), quando o autor afirma que política pública é um conceito que se materializa por meio de instrumentos, o PROEPAR consiste na parte abstrata da política pública, a qual necessita de instrumentos para se materializar, como o monitoramento da qualidade do ar. Ele exemplifica que a política pública é como a alma, e esta precisa de um corpo para tomar vida. Sendo assim, entendeu-se que o monitoramento da qualidade do ar assume o papel de corpo da política pública, enquanto que o PROEPAR representa a alma dessa política pública.

Uma vez estabelecido o PROEPAR, nas notícias encontradas sobre a sua divulgação e a ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar (GLOBO, 2018; ODIÁRIO, 2018; e PREFEITURA DE CASCAVEL, 2018), os porta-vozes eram, geralmente, funcionários da sede, como DTA-2. Verificou-se que os funcionários dos escritórios regionais não foram citados nas notícias das fontes pesquisadas, sendo possível supor certa centralização da política pública, que, potencialmente, parte do centro e irradia para as pontas. Esse comportamento é associado à uma perspectiva de análise do tipo *top-down*, na qual a implementação política é um processo técnico-administrativo, o qual parece seguir um comando hierárquico da sede para os escritórios regionais e não o contrário.

Para confirmar esta hipótese, foi realizada a referida entrevista com DTA-2. Constatou-se que a sede atuou como *policy maker* na condução do PROEPAR. A semente da política pública partiu da gerência do DTA/IAP, e representava as oito metas da divisão, entre elas: expandir a rede de monitoramento da qualidade do ar do Paraná. DTA-2 participou da elaboração da Resolução - SEMA/IAP Nº 03/2017, que estabeleceu a estrutura do PROEPAR.

DTA-2 (2019) afirmou que a sede centraliza tanto o licenciamento da qualidade do ar, quanto o monitoramento. A fiscalização fica por parte das Regionais, no entanto, quando se trata de Ministério Público, somente a sede é responsável por fazê-la.

E, por fim, todo o serviço que diz respeito às estações de monitoramento da qualidade do ar em todos os municípios, inclusive, em Foz do Iguaçu (PR), são realizados pela sede. Os Escritórios Regionais não possuem servidores aptos para os serviços de operação e manutenção que as estações exigem. Conclui-se, então, que, de fato, existe uma coordenação centralizada da sede do IAP na formulação e na implementação do PROEPAR. Esse desenho indica uma abordagem do tipo *top-down* na relação entre a sede e a regional.

Na próxima seção são abordados assuntos referentes à estação de Foz do Iguaçu (PR) para entender, entre outras coisas, como se deu a escolha do local de sua instalação dentro do município e a sua operação.

4.3.2 Sobre a estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR)

Já se sabe que a escolha do município de Foz do Iguaçu (PR) para receber a estação de monitoramento da qualidade do ar foi definida por meio do PCPV, escrito pela sede do IAP, devido ao seu potencial turístico, gerando um alto fluxo de pessoas na cidade. O documento fundamentou as intenções previstas no Projeto Multissetorial, desenvolvido pelo governo estadual. E, a instalação da estação foi implementada por intermédio do PROEPAR.

Para subsidiar o PCPV, o Lactec fez um estudo de modelagem atmosférica para verificar a dispersão dos poluentes, a fim de ajudar na definição do local dentro do município que seria mais apropriado para a instalação da estação. Assim, o local foi escolhido por estar dentro do quadrante determinado pelo modelo de dispersão realizado por meio do *software* AERMOD¹⁹.

QAR-1 (2019) afirmou que a parte mais difícil na modelagem é a obtenção da informação das fontes de emissão, pois depende do que os usuários passam ao órgão ambiental. O profissional do Lactec que fez esse estudo não faz mais parte da equipe.

QAR-1 (2019) destacou outros critérios que devem ser levados em consideração para a definição do local da instalação da estação que vão além do resultado do estudo:

- Deve-se pensar em um local onde não seja próximo de uma fonte de emissão, pois nesses lugares já se sabe que as concentrações são altas.
- Optar por local onde não tenha obstáculos ou barreiras físicas, como prédios e árvores,

¹⁹ O *AMS/EPA Regulatory Model* (AERMOD) é um *software* utilizado para modelagem de dispersão de ar. É fabricado pela *Lakes Environmental Softwares*.

para não gerar interferência no equipamento.

- Segurança para conter atos de vandalismo.
- Estrutura como energia, telefone e internet.
- Fácil acesso para manutenção e visita técnica quando houver necessidade e isso inclui os finais de semana e feriados.
- Observar, especialmente, a influência da direção dos ventos na dispersão dos poluentes. O vento dispersa a poluição, então, se o vento faz a direção de leste para oeste e a estação ficar a leste, nada chegará à estação, não sendo representativo.

Em consonância com os princípios defendidos pelo Lactec para a instalação da estação, DTA-2 (2019) ressaltou alguns outros fatores que também avaliou nesse sentido. Para a escolha do local de instalação, ressaltou que é sempre eleita uma área pública para não haver gastos com o aluguel do terreno. No caso de Foz, a área é do IAP e estava cedida para a prefeitura, mas a mesma não a usava. Atualmente, a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) utiliza parte do terreno e, na outra, está a estação.

É importante que haja responsáveis que possam garantir a segurança do terreno, assim como dar suporte à estrutura necessária, como energia elétrica e internet. A SANEPAR se tornou a fomentadora desses recursos.

Nesse sentido, é fundamental organizar uma mescla entre o possível e o ideal. O DTA-2 (2019) realçou que é um balanço entre tudo o que é fundamental para se levar em conta e o que realmente é viável de realizar.

Sobre as tarefas de operação e manutenção, DTA-2 (2019) informou que é feita uma manutenção preventiva a cada 90 dias e uma geral a cada 2 anos. Quando é detectado algum problema, o IAP realiza manutenções corretivas, quando possível. Se há algum problema mais grave com algum equipamento, é necessário mandar para reparo para o fabricante ou técnico especializado.

Quando há problemas de energia ou internet, por exemplo, algumas regionais conseguem enviar técnicos para resolver, mas não são todas, e quaisquer problemas mais específicos só são resolvidos pela sede (DTA-2, 2019).

O convênio do Banco Mundial contemplava 2 carros que são utilizados para o deslocamento. Todos os custos de deslocamento (gasolina, manutenção dos carros, diária para funcionário) provêm do IAP (DTA-2, 2019).

Assim, conforme apresentado no item 1.1, a estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR) foi instalada no bairro do centro (figura 14),

onde há grande fluxo de moradores e turistas, pois se encontra o entroncamento de três das principais vias da cidade. Ressaltou-se que, sobretudo, a presença de pessoas é o principal parâmetro a ser considerado, pois são elas que estão sendo mais impactadas pela poluição.



Figura 14 - Trabalho de campo na estação de monitoramento da qualidade do ar do IAP em Foz do Iguaçu.

Fonte: Acervo da autora.

Por fim, salienta-se que como o PROEPAR e a estação de monitoramento da qualidade do ar já foram analisados segundo à sua implementação, faz-se necessário esclarecer os detalhes sobre os dados gerados pela estação. Então, na próxima seção são explicados quais são os dados produzidos e como está a sua disponibilização em tempo real.

4.3.3 Sobre a transparência dos dados

O Art. 27 da Lei Estadual nº 13806/2002 assegura a toda população a disponibilização diária à concentração de gases e particulados medidos pelas estações

automáticas de monitoramento por meio do IAP. O PROEPAR foi criado com a finalidade de regulamentar a referida lei e, portanto, garantir o acesso à informação sobre a qualidade do ar do Paraná.

Inicialmente, conforme descrito na seção sobre o PROEPAR, o surgimento de verbas por meio do contrato com o Banco Mundial, as quais poderiam ser gastas com a finalidade da ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar, proporcionou o estabelecimento do Plano e a possibilidade de trabalhar com a transparência dos dados.

Esse convênio trouxe seis novas estações fixas em: Foz do Iguaçu, Ponta Grossa, Cascavel, Maringá, Londrina e Paranaguá. ODIÁRIO (2018) afirmou que o Paraná passou de 8 para 14 estações de monitoramento da qualidade do ar alojadas em lugares estratégicos, tornando-se o segundo estado do país a emitir essas informações em tempo real.

No entanto, o que se destaca é que o convênio com o Banco Mundial pagou as estações, mas a manutenção delas, as diárias para ida a campo, o combustível dos veículos, entre outros gastos para a sua operação, ficaram sob responsabilidade do IAP. Então, o órgão depende de verba estadual para dar continuidade ao PROEPAR.

Assim, houve um esforço reconhecido do DAR em desenvolver documentos e organizar o setor para subsidiar o PROEPAR. Sabe-se que foi um trabalho difícil, pois o setor tem um corpo técnico reduzido, com apenas 4 funcionários, sendo 3 em Curitiba e 1 em Ponta Grossa. E, além de ter que lidar com todas as estações (operação e manutenção), também realizam serviços de licenciamento e monitoramento.

Com isso, o empenho do DAR em cumprir todas as oito metas propostas no Plano é visível e metade delas já está realizada, mas no que tange a transparência dos dados, o setor não conseguiu manter o seu funcionamento constante desde o início da operação das estações. O IAP e o Lactec mantinham um convênio que envolvia a elaboração do sistema IQAr, o tratamento e a disponibilização dos dados em tempo real. Entretanto, o convênio que durou até 2016 foi rompido e o sítio de internet do órgão esteve temporariamente fora do ar por pelo menos um ano entre 2018 e 2019.

Quando o portal do IAP está em funcionamento normal, é possível ter acesso diariamente aos dados das estações de monitoramento. Esses dados são atualizados de hora em hora e em tempo real, e compreendem: temperatura, umidade, SO₂ (dióxido de enxofre), NO₂ (dióxido de nitrogênio), O₃ (ozônio), CO (monóxido de carbono), MP₁₀ (partículas inaláveis), PTS (partículas totais em suspensão), entre outros

(IAP, 2019b).

A partir desses dados, no mesmo boletim diário (figura 15), é gerado o Índice de Qualidade do Ar (IQA), que é sempre o maior valor entre os indicadores citados. Dependendo do valor do IQAr é atribuída uma classificação qualitativa, conforme o quadro 8.

HORA	TEMP	UMID	IQA							IQA	QUALIDADE DO AR	POLUENTE	CONC. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) **
			SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	MP10	PTS					
03/09/2019 13:00	27	32	*	5	23	*	24	19	24	BCA	MP10	24	
03/09/2019 14:00	20	*	*	6	25	*	24	23	25	BCA	O ₃	41	
03/09/2019 15:00	28	*	*	8	28	*	24	21	28	BCA	O ₃	45	
03/09/2019 16:00	27	*	*	6	31	*	25	24	31	BCA	O ₃	49	
03/09/2019 17:00	25	*	*	9	32	*	25	24	32	BCA	O ₃	51	
03/09/2019 18:00	23	30	*	16	31	*	25	25	31	BCA	O ₃	60	
03/09/2019 19:00	22	34	*	14	29	*	20	25	29	BCA	O ₃	47	
03/09/2019 20:00	20	40	*	9	28	*	26	25	28	BCA	O ₃	46	
03/09/2019 21:00	19	48	*	10	27	*	25	24	27	BCA	O ₃	44	
03/09/2019 22:00	18	53	*	9	26	*	23	22	26	BCA	O ₃	41	
03/09/2019 23:00	17	57	*	8	24	*	23	22	24	BCA	O ₃	39	
04/09/2019 00:00	16	64	*	6	23	*	23	23	23	BCA	O ₃ / MP10 / PTS	31 / 24 / 31	
04/09/2019 01:00	14	69	*	7	22	*	23	23	23	BCA	MP10 / PTS	24 / 37	
04/09/2019 02:00	14	71	*	2	23	*	24	23	24	BCA	MP10	25	
04/09/2019 03:00	13	73	*	2	24	*	24	23	24	BCA	O ₃ / MP10	38 / 25	
04/09/2019 04:00	13	76	*	2	23	*	25	24	25	BCA	MP10	25	
04/09/2019 05:00	12	77	*	3	23	*	25	24	25	BCA	MP10	26	
04/09/2019 06:00	12	77	*	6	22	*	25	24	25	BCA	MP10	26	
04/09/2019 07:00	12	75	*	9	20	*	26	24	26	BCA	MP10	26	
04/09/2019 08:00	14	67	*	8	19	*	26	25	26	BCA	MP10	27	
04/09/2019 09:00	*	*	*	*	10	*	26	25	26	BCA	MP10	27	
04/09/2019 10:00	*	*	*	*	18	*	26	25	26	BCA	MP10	27	
04/09/2019 11:00	*	*	*	*	*	*	26	25	26	BCA	MP10	27	
04/09/2019 12:00	*	*	*	*	*	*	27	25	27	BCA	MP10	27	
04/09/2019 13:00	*	*	*	*	*	*	27	25	27	BCA	MP10	28	

Figura 15 - Boletim da qualidade do ar de Foz do Iguaçu do dia 04/09/2019.

Fonte: IAP, 2019b.

Quadro 8 - Classificação do IQAr (IAP).

Qualidade do Ar	Categoria	Impacto na População
IQA até 50	Boa	nenhum ou muito pequeno
IQA entre 51 e 100	Regular	apenas em pessoas muito sensíveis
IQA entre 101 e 150	Inadequada	em pessoas sensíveis
IQA entre 151 e 200	Inadequada	em pessoas sensíveis com sensibilidade média, de forma mais acentuada em pessoas sensíveis
IQA entre 201 e 300	Má	em pessoas com sensibilidade média e com efeitos mais graves
IQA acima de 300	Péssima ou crítica	na população em geral

Fonte: IAP, 2019b.

A figura 15 expõe o boletim diário da qualidade do ar de Foz do Iguaçu, apontando o IQAr por hora do dia 04 de setembro de 2019, sendo possível notar que em todas as horas o índice obteve classificação boa. Além do boletim diário, há também uma apresentação dessa classificação em mapa (figura 16) com os municípios e as estações de monitoramento instaladas, acessados em tempo real.

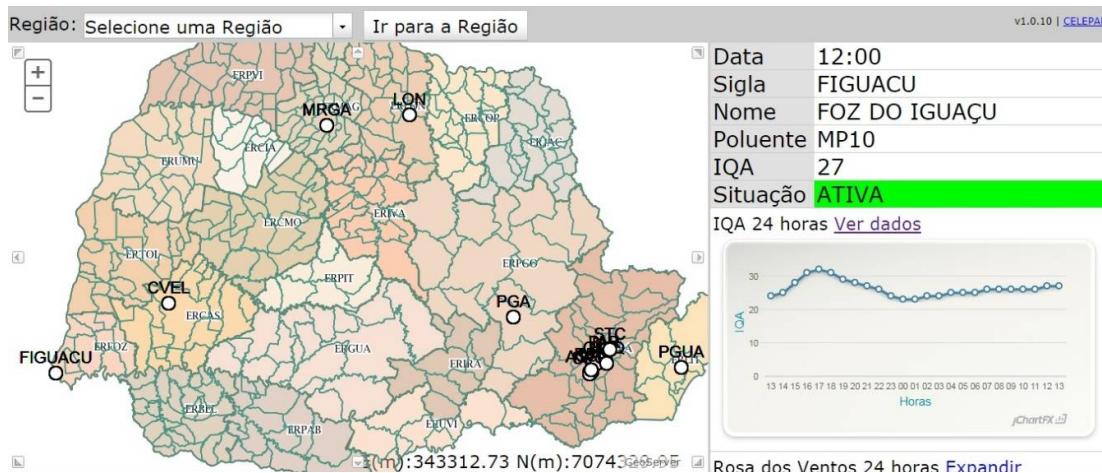


Figura 16 - Portal de monitoramento da qualidade do ar.
Fonte: IAP, 2019a.

Observando a figura 16, os pontos em branco representam a localização das estações. Os detalhes ao lado do mapa informam o IQAr do horário consultado e qual poluente estava sendo mais determinante para a formação do índice. E, nesse dia da figura 16, o IQAr de Foz do Iguaçu estava 27 ao meio dia, o que significa uma classificação boa, e o MP10 era a variável que estava sendo mais decisiva para a classificação do IQAr naquele horário.

Os produtos dispostos no portal do IAP, como o mapa *online* e os boletins diário e mensal, representam grande ganho na transparência dos dados de qualidade do ar para a população, para pesquisas acadêmicas e para o governo no estabelecimento de políticas públicas.

Entretanto, na época em que havia a interrupção da disponibilização dos dados no portal do IAP, não era possível ter acesso a essas informações. Apesar disso, é importante destacar que as estações continuavam monitorando, apenas os dados não estavam sendo repassados em tempo real para o sítio de internet do IAP. Isso ocorreu à época da entrevista e para se ter acesso ao material, fazia-se necessário realizar solicitação oficialmente por meio de pedido protocolado junto ao instituto, o qual não impôs dificuldades na sua disponibilização.

Há 2 anos e meio o Lactec e o IAP romperam os seus convênios, ou seja, período em que o PROEPAR foi assinado e a estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR) foi instalada. Entretanto, o instituto e o órgão mantiveram parcerias de auxílio (QAr-1, 2019).

ODiário (2018) publicou uma notícia afirmando que a operação e a manutenção da rede são de responsabilidade do Lactec, o qual recebeu treinamento para

executar essas tarefas junto a técnicos do IAP. Sobre isso, QAr-1 (2019) ressaltou que, pela época da publicação, apresenta conteúdo realista. Em março de 2016, o Lactec e o IAP ainda mantinham acordos de cooperação. Entretanto, à época da entrevista, já não se podia dizer mais que os dois institutos tinham uma parceria oficializada.

Antes do rompimento do convênio com o IAP, a rotina dos dados no Lactec era diária e a cada três horas o sistema era atualizado para recebimento, triagem, tratamento dos dados brutos, envio para o IAP e a inserção no portal eletrônico para a transparência dos dados. Também fazia parte a identificação dos problemas nos equipamentos, que poderiam gerar falhas nos dados (QAr-1, 2019).

O Lactec chegou a receber os dados das estações novas e colocá-los no sistema. Entretanto, após o rompimento do convênio, ele foi transferido para o próprio órgão a fim de, juntamente com a Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná (CELEPAR), atuarem como responsáveis por essa atividade. Atualmente, o Lactec somente coordena os dados provenientes das empresas que possuem estações e mantém contrato (QAr-1, 2019).

DTA-2 (2019) afirmou na entrevista que o IAP estava organizando soluções para o problema da transparência dos dados, que era premissa do PROEPAR e estava sendo executada quando o convênio com o Lactec ainda vigorava. Esperava-se, então, que a disponibilização dos dados em tempo real voltasse em pelo menos três meses, mas dependeria da visão da próxima chefia do departamento (DTA-2, 2019).

Na segunda metade de 2019, o IAP e a CELEPAR conseguiram desenvolver o *IQAr Web*, um sistema para retomar a disponibilização dos dados em tempo real e poder ter acesso aos mapas e boletins diários. O próximo passo é inserir o MP2,5 (partículas inaláveis finas) dentro das variáveis medidas nas estações²⁰.

A partir da publicização dos dados, a população pode acompanhar a qualidade do ar que respira, por intermédio de uma classificação inteligível, ou seja, dados traduzidos para uma linguagem acessível. Adicionalmente, a ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar traz informações técnicas para subsidiar a formulação de políticas públicas de gestão e controle ambiental, bem como de saúde.

Apesar da conjuntura atual do monitoramento da qualidade do ar por meio do PROEPAR não estar totalmente implementado, sobre o futuro desse instrumento no estado do Paraná, os funcionários do IAP vêem com boas perspectivas, especialmente, em relação à transparência e à facilidade na leitura dos dados pela sociedade.

²⁰ Essas informações foram fornecidas por DTA-2 via telefone em 04 de setembro de 2019.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Estadual de Controle da Poluição do Ar e de Proteção da Atmosfera (PROEPAR) foi estabelecido em 2017 com o intento de ampliar a rede de monitoramento da qualidade do ar e disponibilizar os dados em tempo real para a sociedade. Dentre as premissas do PROEPAR, um de seus maiores ganhos é a publicização dos dados, pois tanto a população pode ter acesso às informações sobre o ar que respira, quanto os pesquisadores podem utilizar o banco de dados para entender a atmosfera da cidade, ou, ainda, os *policymakers* podem obter materiais para subsidiar a formulação de políticas públicas de gestão e controle ambiental, bem como de saúde.

Assim, trata-se de um tema de interesse da sociedade e do Estado que, do ponto de vista da gestão pública, é transversal, uma vez que envolve a responsabilidade ambiental para a mitigação dos riscos, os transportes e as indústrias, como as principais fontes poluidoras, e a área de saúde, pois é onde são sentidas as consequências da poluição. Então, dentre as principais conclusões, ressalta-se que quando o assunto é qualidade do ar e saúde, o conhecimento dos vários setores envolvidos, além do diálogo colaborativo é o caminho mais promissor para a sociedade.

Dessa forma, entender a relação entre o clima no espaço urbano com a saúde é um dos caminhos para fundamentar as estratégias em políticas públicas que visam diminuir os prejuízos e os gastos com a poluição do ar. Para embasamento dos resultados qualitativos e quantitativos, desenvolveu-se um referencial teórico baseado em três temáticas: Políticas Públicas, Clima Urbano e Geografia da Saúde, as quais foram o alicerce para a construção do tripé: clima-ambiente-saúde.

A compreensão dessa interação foi essencial para atingir o objetivo geral da dissertação de identificar a relação entre a qualidade do ar e as internações por doenças respiratórias na população de Foz do Iguaçu (PR), conseguido por meio dos dados da estação de monitoramento instalada no município. O recorte temporal foi de julho de 2017, data da instalação da estação, até dezembro de 2018, mês anterior ao trabalho de campo realizado para coleta dos dados.

Com os dados da estação foi construído um banco de dados, o qual passou por alguns cálculos estatísticos, entrevistas e pesquisas bibliográficas para alcançar os três objetivos específicos (etapas 1, 2 e 3) e responder a pergunta central do presente trabalho. Assim, verificou-se as características dos elementos atmosféricos e de qualidade do ar do município (etapa 1); foi feita a correlação entre essas variáveis (etapa 1); apurou-se a correlação entre os elementos atmosféricos e a qualidade do ar com os

casos de internações por doenças respiratórias no município (etapa 2); e, por fim, foi feita uma análise da implementação do PROEPAR como política pública de gestão da qualidade do ar (etapa 3).

Na análise da caracterização dos elementos atmosféricos, verificou-se que estudos com dados mensais e horários trouxeram resultados diferentes, ressaltando-se a importância de serem traçados objetivos claros para a confirmação de hipóteses nas pesquisas sobre o tema. Analisando o comportamento mensal dos poluentes, percebeu-se uma relação entre eles e as variáveis climáticas. O CO, NO₂, PTS e MP10 tiveram seus maiores valores mensais medidos no inverno, quando as temperaturas estavam mais baixas, estando associadas a atmosferas mais estáveis, com menor dispersão de poluentes.

A segunda análise da etapa 1 envolveu o estudo das correlações com dados horários, concluiu-se que os elementos atmosféricos não apresentaram correlação forte com os poluentes, e, portanto, não interferiram de forma significativa no aumento ou diminuição dos mesmos na atmosfera no período estudado em Foz do Iguaçu (PR). Adicionalmente, foi observado que os poluentes apresentaram correlação positiva forte uns com os outros e, assim, quando há o aumento de um, provavelmente, há o aumento do outro.

Adicionalmente foi feita uma terceira análise nesta etapa, na qual foi feita uma divisão dos meses do ano em estação seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março). Constatou-se que o comportamento do CO, do NO₂, do PTS e do MP10 foram similares no que diz respeito ao aumento das concentrações na estação seca e no horário de maior fluxo de veículos na cidade, especialmente, no período noturno (a partir das 17h e 30min). Dessa forma, evidenciou-se a influência da intensidade do fluxo de veículos na concentração dos poluentes e, portanto, na qualidade do ar de Foz do Iguaçu. Destacou-se, também, que mais impactante do que a frota do município, é o fluxo de veículos que passam pela cidade, principalmente, nas pontes fronteiriças com a Argentina e o Paraguai.

Assim, conforme observado ao longo dos resultados da etapa 1, a qualidade do ar está diretamente relacionada com o comportamento dos poluentes, os quais tendem a aumentar juntos e, em especial na estação seca e nos horários de pico de fluxo de veículos. Conclui-se, então, que a qualidade do ar está associada com ações antrópicas e, portanto, para tratar o tema, deve-se englobar políticas públicas interdisciplinares que envolvam atuações ambientais, de transportes e de saúde.

Na etapa 2, foi destacado que as doenças do aparelho respiratório aparecem em sexto lugar em número de internações, em quarto lugar em média de permanência de dias internados e em décimo lugar em gasto médio com as internações, em 2018, em Foz do Iguaçu, além do crescente número de óbitos relacionados com essas enfermidades, evidenciando a importância de se entender as suas causas. Para isso, foi feita uma correlação entre os elementos atmosféricos e os poluentes com as informações sobre internações por doenças respiratórias.

Todos os poluentes tiveram correlação forte e positiva com as internações. Outro ponto a se destacar é que todos esses poluentes tem relação direta com queima de combustíveis por veículos. Ou seja, existem evidências para se dizer que o aumento do fluxo está relacionado com aumento de internações por doenças respiratórias.

Por outro lado, as variações de temperatura e pressão atmosférica também podem ser relacionadas com as internações. A correlação entre a pressão atmosférica e as internações por doenças respiratórias foi positiva e forte, com excelente significância. Ou seja, quando aumenta a pressão atmosférica, que ocorre no período seco, aumentam os casos de internações. Essa forte correlação era esperada, uma vez que o período chuvoso apresenta uma atmosfera mais limpa pelos efeitos da chuva regular (sequências de poucos dias secos seguidos) que ocorre na região, o que diminuem os casos de internações.

Portanto, tanto as variáveis atmosféricas quanto as variáveis de qualidade do ar podem ser explicativas de ocorrências hospitalares motivadas por doenças respiratórias. Entretanto, para aferir relação de causa e efeito são necessários estudos mais complexos, estando este estudo restrito a apresentar um alerta dos efeitos adversos do tráfego de veículos nas imediações da passagem de pessoas.

Adicionalmente, após a análise de todas as correlações, ficou claro que é essencial um banco de dados maior para resultar em uma significância mais determinante. Dessa forma, a continuidade no monitoramento das variáveis é fator imprescindível para pesquisas futuras sobre a temática.

Por fim, a etapa 3 analisou o PROEPAR desde a sua motivação e criação até o momento da sua implementação, realizando um parecer sobre a conjuntura atual dessa política pública. O DAR, setor responsável pelo monitoramento da qualidade do ar no IAP, realizou uma série de estudos e esforços para o estabelecimento do PROEPAR durante anos. O convênio com o Banco Mundial pagou a instalação das estações, mas

todos os outros gastos de operação e manutenção ficaram sob a tutela do IAP. Então, o órgão depende de verba estadual para dar continuidade ao Plano, mesmo com seu corpo técnico reduzido.

A estação de monitoramento da qualidade do ar de Foz do Iguaçu (PR) foi instalada no bairro do centro, onde há grande fluxo de moradores e turistas, já que a presença de pessoas é o principal parâmetro a ser considerado, pois são elas que estão sendo mais impactadas pela poluição. Para a escolha do local de instalação na cidade, destacou-se como fundamental a organização de uma mescla entre o possível e o ideal.

Considerando a revisão bibliográfica sobre Políticas Públicas, o PROEPAR é classificado como uma política pública, uma vez que ela se propõe a enfrentar um problema social. Cabe-se destacar, como a sua principal qualidade a transparência. A informação ao público, tal qual é realizada no âmbito do Plano, é um instrumento de implementação de políticas públicas que tem por objetivo a disseminação de informações importantes para o indivíduo e para o público. Nesse sentido, a política pública atende o quesito de informar o público, pois as informações sobre o monitoramento da qualidade do ar são divulgadas *online* e em tempo real para a sociedade.

Atualmente, as informações das estações estão sendo divulgadas pelo sistema *IQAr Web*, desenvolvido pelo IAP e a CELEPAR. O próximo passo é inserir o MP2,5 (partículas inaláveis finas) dentro das variáveis medidas nas estações.

Se o PROEPAR representa a alma da política pública, no caso de interesse, o monitoramento da qualidade do ar representa o corpo da mesma, ou seja, o instrumento pelo qual ela se materializa. Esse monitoramento foi impulsionado em função do convênio com o Banco Mundial, o qual permitiu a compra de novas estações e modernização do sistema.

A ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar trouxe informações para subsidiar a formulação de políticas públicas de gestão e controle ambiental, bem como de saúde. Além disso, possibilita a população acompanhar como o ar que respira está classificado. E, por fim, dá viabilidade à construção de um banco de dados com as emissões de cada região, permitindo ações de fiscalização, controle e prevenção. As ações de prevenção são destinadas ao licenciamento ambiental, o qual poderá ter elementos para a liberação ou não de um empreendimento e garantir uma melhor qualidade de vida para a população.

Percebeu-se a coordenação centralizada da sede do IAP na estrutura básica para implementação do monitoramento, a qual representa as ações do órgão referentes à qualidade do ar. Esse tipo de desenho indica uma abordagem do tipo *top-down*, uma vez que a implementação da política parece seguir um comando hierárquico da sede para os escritórios regionais e não o contrário.

Conclui-se que a implementação de uma política pública de monitoramento da qualidade do ar entra na agenda do governo estadual em função de uma demanda, construída historicamente pela sociedade, de conhecer os efeitos adversos das indústrias e do setor de transporte no meio ambiente e na saúde da população. Essa implementação no âmbito do PROEPAR possui características positivas, podendo-se destacar a transparência da informação. Entretanto, trata-se de uma política pública recente e requer acompanhamento e avaliação.

Com isso, retornamos ao problema da dissertação: o monitoramento da qualidade do ar promovido pelo PROEPAR é um instrumento adequado para o acompanhamento da relação entre a qualidade do ar e as internações por doenças respiratórias da população de Foz do Iguaçu (PR)?

Com os resultados foi possível concluir que, quando os poluentes aumentam, as internações também aumentam, o que corrobora com a hipótese da presente dissertação de que o monitoramento da qualidade do ar iniciado por meio do PROEPAR é capaz de inferir a relação entre os casos de internações por doenças respiratórias e a qualidade do ar da população em Foz do Iguaçu (PR).

O PROEPAR cumpre seu papel como política pública, pois possui os dois elementos fundamentais: intencionalidade pública e resposta a um problema público. Contudo, o Plano é recente e requer acompanhamento, avaliação e mais estudos.

Esta dissertação contribuiu com a apresentação detalhada da implementação do PROEPAR como política pública em Foz do Iguaçu. Além disso, mostrou as potencialidades dos usos dos dados gerados no âmbito dessa política pública. A partir do enfoque proposto, é possível vislumbrar um ciclo completo entre a geração da informação e a sua utilização para um fim público.

Esse trabalho pode ser utilizado pelo próprio IAP para comprovar a importância da instalação e da operação da estação de monitoramento no município, além de poder contribuir com reflexões sobre a implementação da política pública. Esse documento também pode ser utilizado pela prefeitura de Foz do Iguaçu na tomada de decisão sobre políticas de transporte, meio ambiente e saúde a partir do entendimento

das relações entre as fontes de poluição, os impactos gerados na saúde e a dinâmica atmosférica.

Em trabalhos futuros, será possível verificar, em que medida, aumentando-se os níveis dos poluentes, aumentam as internações por doenças respiratórias e quanto isso poderá onerar nos gastos do Estado. Da mesma forma, uma análise oposta poderá ser feita, bem como um cálculo sobre a economia das despesas. Outra análise recomendada é verificar a poluição e os casos respiratórios por meio de espacialização dos dados, investigando as áreas geográficas do município que mais sofrem com a degradação da qualidade do ar. Também são oportunidades de pesquisa a relação da influência dos agrotóxicos na poluição do ar, bem como as queimadas que ocorrem tanto no lado brasileiro, quanto no lado paraguaio.

É importante salientar que os resultados provenientes desses estudos podem contribuir para o aumento do conhecimento sobre o tema, bem como podem servir de orientação para o planejamento das ações de saúde com o intuito de minimizar a morbidade hospitalar por doenças respiratórias. Ressalta-se também a importância da realização de novas pesquisas, levando-se em consideração as peculiaridades da dinâmica atmosférica de cada região.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofolletti. - 4. ed. - Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1996.

ANDRADE, A. S. R. de; CÂMARA, J. F. A.; NETO, M. D. A.; AMORELLI, O. S. A geografia da saúde no Brasil: análise do saneamento público nos casos de dengue. **XII Colóquio Ibérico de Geografia**, 2010.

ANDRADE, D. de O.; BOTELHO, C.; SILVA JUNIOR, J. L. R. da; FARIA, S. S.; RABAHI, M. F. Sazonalidade climática e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com doença respiratória, Goiânia/GO. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 11 (20): 99 - 105, Jun/2015

ANJOS, I. B. **Análise de internações por doenças do aparelho respiratório, pacientes residentes em Maringá-PR**: relações com o espaço urbano e a variabilidade climática. Doutorado [Tese]. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

ARBEX, M. A.; SANTOS, U. P.; MARTINS, L. C.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. Brasília, v. 38, p. 643-655, 2012.

BAKONYI, S. M. C.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MARTINS, L. C.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Rev. Saúde Pública**. Vol.38, n.5, pp.695-700, 2004.

BACHRACH, P.; BARATZ, M. S. Duas faces do poder. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 19, n. 40, p. 149-157, out. 2011.

BARBETTA, P. A.; REIS, M. M.; BORNIA, A. C. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. - 3. ed. - São Paulo: Atlas, 2010.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf>. Acesso em: 20/11/2018.

BRASIL. Lei Federal nº 6938, de 31/08/1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 15 set. 2017.

CAMARGO, A. L. de B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas, SP: Papyrus, 2003.

CASTRO, H. A. de; GOUVEIA, N.; ESCAMILHA-CEJUDO, J. A. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. **Revista Brasileira Epidemiologia**. Vol. 6, Nº 2, 2003.

CAVALCANTI, P. M. P. S. **Modelo de gestão da qualidade do ar – abordagem preventiva e corretiva**. Tese (Doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado do Paraná. **Qualidade do Ar - Poluentes**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>>. Acesso em: 06 set. 2019.

CHENG, M. S. C. **Desafios da gestão da qualidade do ar**: dinâmicas e padrões de qualidade do ar no Município de Cubatão e entorno. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1º edição - São Paulo: Blucher, 1999.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 491/2018. **Padrões de qualidade do ar**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

DATASUS. Departamento de Informática do SUS. Informações de Saúde (TABNET). Epidemiológicas e Morbidade. **Morbidade Hospitalar do SUS (SIH/SUS)**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=6926>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

DETRANPR. Departamento de Trânsito do Paraná. Estatísticas de trânsito. **Frota por tipo de veículo e município**. Disponível em: <<http://www.detran.pr.gov.br/Pagina/Estatisticas-de-transito>>. Acesso em: 20/04/2019.

DTA-2. **Entrevista I**. [jan. 2019]. Entrevistadora: Luana dos Santos Pereira. Roteiro da entrevista consta no Apêndice A. Resumo do relato da entrevista consta no Apêndice B, item 1 Entrevista IAP. Curitiba, jan, 2019.

Duarte, D. M. G.; Botelho, C. Perfil clínico de crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. **Jornal de Pediatria**. RJ. Vol 76, N. 3, 2000.

DUCHIADE, M. P. Air Pollution and Respiratory Diseases: A Review. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, 8 (3): 311-330, jul/set, 1992.

FARIA, C. A. P. de. **Implementação de políticas públicas**: teoria e prática. Organizador: Carlos Aurélio Pimenta de Faria. Belo Horizonte: Ed. PUC Minas, 2012.

FERREIRA, M. U. Epidemiologia e Geografia: o complexo patogênico de Max Sorre. **Cadernos de Saúde Pública**. RJ, 7 (3): 301-309, jul/set, 1991.

FERREIRA, M. E. M. C. Doenças tropicais: o clima e a saúde coletiva: alterações climáticas e ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu, PR. **Terra Livre**. São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 179-191, jan./jul. 2003.

GAZETA DO POVO. Notícia. **Denatran suspende inspeção veicular que seria obrigatória no Brasil em 2019.** Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/automoveis/denatran-suspende-inspecao-veicular-que-seria-obrigatoria-no-brasil-em-2019-941e69kgu0ud8tk6sa997k1p6/>>. Acesso em: 20 de ago. de 2019.

GLOBO. Notícia. **IAP inaugura estação de monitoramento da qualidade do ar em Foz do Iguaçu.** [22 de junho de 2017]. Foz do Iguaçu: RPC. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pr/parana/videos/v/iap-inaugura-estacao-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar-em-foz-do-iguacu/5958081/>>. Acesso em: 25/05/2018.

GRAÇA MARTINS, E. Coeficiente de correlação amostral. **Revista de Ciência Elementar.** 2(02):0069, 2014.

GUTBERLET, J. **Cubatão: desenvolvimento, exclusão social e degradação ambiental.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 1996.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Projeto Multissetorial para o desenvolvimento do Paraná. Manual Operativo - MOP.** Volume 1. Documento Principal. [Janeiro de 2014]. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/multissetorial/mop_documento_principal_2014>. Acesso em: 13/07/2018.

_____. **Contrato de empréstimo nº 8201 – BR e contrato de garantia e carta de reembolso do Projeto Multissetorial para o desenvolvimento do Paraná – Banco Mundial.** [Assinado em 12 de dezembro de 2013. Reestruturado em 05 de Janeiro de 2016]. Disponível em: <http://www.planejamento.pr.gov.br/arquivos/File/Contrato_BIRD_Traducao_Juramentada_Com_Capa.pdf>. Acesso em: 28/08/2019.

_____. **Marco de gestão ambiental - Projeto Multissetorial para o desenvolvimento do Paraná.** (versão revisada). [Janeiro de 2017]. Disponível em: <http://www.planejamento.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/MarcodeGestaoAmbientaDocumentoPrincipal20172.pdf>. Acesso em: 28/08/2019.

HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. **Política pública: seus ciclos e subsistemas: uma abordagem integradora.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Inventário estadual de emissões atmosféricas de poluentes (MP, CO, NOx, SOx) e proposta para revisão e ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná.** [2013]. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/INVENTARIO/INVENTARIO_ESTADUAL_DE_EMITSOES_ATM_versaofinal.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2019.

_____. Instituto Ambiental do Paraná. **IQA - Qualidade do Ar em Tempo Real.** [2019a]. Disponível em: <<http://www.iqa.pr.gov.br/monitoramento.php?acesso=Publico>>. Acesso em: 11 set. 2019.

_____. Instituto Ambiental do Paraná. **Boletim qualidade do ar Foz do Iguaçu**. Setembro, 2019. [2019b]. Disponível em: <<http://www.iqa.pr.gov.br/geradorBoletimDiario.php?estacao=FIGUACU>>. Acesso em: 11 set. 2019.

_____. Instituto Ambiental do Paraná. **Indicadores de Qualidade do Ar**. [2019c]. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=59>>. Acesso em: 11 set. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos Climatológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

ISS. Instituto Saúde e Sustentabilidade. **Análise do monitoramento de qualidade do ar no Brasil**. Disponível em: <https://www.saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2019/06/An%C3%A1lise-do-Monitoramento-de-Qualidade-do-Ar-no-Brasil_ISS.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

JASINSKI, R.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L.F. Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. **Cad. Saúde Pública**. 27(11):2242-2252. Rio de Janeiro, nov/2011.

JUNQUEIRA, R. D. Geografia médica e geografia da saúde. **HYGEIA - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Hygeia 5(8): 57 - 91, jun/2009.

JUSTI DA SILVA, M. G. A. PRESSÃO ATMOSFÉRICA E VENTOS. Tradução com finalidade didática de: AHRENS, A. D. **Essentials of Meteorology**: an invitation to the atmosphere. West Publishing Company, New York, 1993. Cap. 6, p 131-155. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. - São Paulo : Atlas 2003.

LEMOS, H. M. de. A Evolução da Questão Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável. **Apostila do Curso de Especialização em Gestão Ambiental**. Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto Brasil-PNUMA. Rio de Janeiro: UFRJ/PNUMA, 2014.

LIMA, L. L.; D'ASCENZI, L. **Políticas públicas, gestão urbana e desenvolvimento local**. Porto Alegre: Metamorfose, 2018.

LOTTA, G. S. O papel das burocracias do nível de rua na implementação de políticas públicas: entre o controle e a discricionariedade. In: Faria, C. A. P. **Implementação de políticas públicas**: teoria e prática. Belo Horizonte: Ed. PUC Minas, 2012.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012.

MAGRINI, A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. In: MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. dos. **Gestão ambiental de bacias hidrográficas**. Rio de Janeiro: COPPE, 2001. p. 9-19.

MEIRELLES, M. O uso do SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na ciência política: uma breve introdução. **Revista Pensamento Plural**. Ano 7. Nº 14. Janeiro/Junho, 2014.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **Revista RA'EGA**. Editora da UFPR. N. 4, p. 85-99. 2000.

_____. **O estudo do clima urbano no Brasil**. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). *Clima Urbano*. p. 175 - 192. São Paulo: Contexto, 2013.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MINCATO, R. Políticas públicas e sociais: uma abordagem crítica e processual. In: BERGUE, S. T.; OLIVEIRA, M. de. **Políticas públicas: definições, interlocuções e experiências**. Caxias do Sul, RS: Educus, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Síntese de Evidências para Políticas de Saúde: reduzindo a emissão do poluente atmosférico: material particulado em benefício da saúde no ambiente urbano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Qualidade do Ar**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar>>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). *Clima Urbano*. p. 175 - 192. São Paulo: Contexto, 2013.

MOREIRA, R. Nossos Clássicos - Max Sorre. **Revista GEOgraphia**. Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFF. V. 5, Nº 10, 2003.

MOURA, F. E. A.; BORGES, L. C.; SOUZA, L. S. de F.; RIBEIRO, D. H.; SIQUEIRA, M. M.; RAMOS, E. A. G. Estudo de infecções respiratórias agudas virais em crianças atendidas em um centro pediátrico em Salvador (BA). **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**. Rio de Janeiro, v. 39, n. 4, p. 275-282, 2003.

MULLER, P.; SUREL, Y. **Análise de Políticas Públicas**. Pelotas: Educat, 2002.

NATALINO, R. R. **Clima e Saúde - Contribuição ao estudo das condições atmosféricas e relação com as doenças respiratórias: subsídio às políticas públicas locais**. Doutorado [Tese]. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Rio Claro, 2011.

NICOLUSSI, F. H.; DOS SANTOS, A. P. M.; ANDRÉ, S. C. S.; VEIGA, T. B.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Poluição do ar e doenças respiratórias alérgicas em escolares. **Revista Saúde Pública**, 48, p. 326-330. São Paulo, 2014.

ODIÁRIO. Notícia. **Paraná recebe mais uma estação móvel de monitoramento da qualidade do ar.** [08 de março de 2016]. Disponível em: <<http://maringa.odiario.com/parana/2016/03/parana-recebe-mais-uma-estacao-movel-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar/2101739/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

PAIVA, R. F. da P de S. Morbidade hospitalar por doenças associadas à poluição do ar na cidade de Volta Redonda, Rio de Janeiro: casos e custo econômico. **Cad. saúde colet.** V. 22, n. 2, p. 127-133. Rio de Janeiro, Jun/2014.

PARADA, E. L. O conceito de política pública: política y políticas públicas. In: SARAIVA, E.; FERRAREZI, E. **Políticas públicas.** Brasília: Escola Nacional de Administração Pública. ENAP, 2006.

PARANÁ. Lei Estadual nº 13806, de 30 de setembro de 2002. **Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar, conforme especifica e adota outras providências.** Disponível em: <http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_ambiente/Legislacao_ambiental/lei_estadual_13806_2002.pdf>. Acesso em: 07/07/2018.

PCPV. **Plano de Controle de Poluição Veicular.** Instituto Ambiental do Paraná. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Governo do Estado do Paraná. 2012. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/outros/pcpv_estado_do_parana_2012.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2019.

PEREHOUSKEI, N. A., BENADUCE, G. M. C. Geografia da saúde e as concepções sobre o território. **Revista Gestão & Regionalidade**, vol 3, n. 68, 2007.

PEREIRA, L. dos S.; KAZAY, D. F.; SCHEER, M. A. P. da S. Interferência das variáveis meteorológicas na qualidade do ar em Foz do Iguaçu. **Anais do 3º Simpósio Brasil-Alemanha em meio ambiente urbano e industrial.** Qualidade do ar: gestão e monitoramento. Curitiba, UTFPR, 2018.

PITTON, S. E. C.; CASTILHO, F. J. V. Tempo e sensibilidade: a sensação e a percepção climática dos moradores urbanos de Rio Claro/SP. **Simpósio Nacional sobre Geografia, Percepção e Cognição do Meio Ambiente.** Londrina, 2005.

PRADO, F. H. **Pesquisa sobre o tráfego de veículos e pessoas que atravessam a Ponte Internacional da Amizade.** Foz do Iguaçu: Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, 2018a. Disponível em: <<http://www.udc.edu.br/libwww/resources/revista/Pesquisa-Veiculos-Py-2018/index.html>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

_____. **Pesquisa sobre o Tráfego de veículos e pessoas que atravessam a Ponte Internacional da Fraternidade.** Foz do Iguaçu: Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, 2018b. Disponível em: <<http://www.udc.edu.br/libwww/resources/revista/Pesquisa-Veiculos-Ar-2018/index.html>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

PREFEITURA DE CASCAVEL. Notícia. **Cascavel contará com Estação de Monitoramento de Qualidade do Ar**. [29 de agosto de 2016]. Disponível em: <<http://www.cascavel.pr.gov.br/noticia.php?id=27521>>. Acesso em: 08/07/2018

QAr-1. **Entrevista II**. [jan. 2019]. Entrevistadora: Luana dos Santos Pereira. Roteiro da entrevista consta no Apêndice A. Resumo do relato da entrevista consta no Apêndice B, item 2 Entrevista Lactec. Curitiba, jan, 2019.

REIS, M. M. **Conceitos elementares de estatística**. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/intro.html#O+que+%E9+signific%E2ncia+e+stat%EDstica+%28n%EDvel-p%29>. Acesso em: 10 ago. 2019.

RÉQUIA, W. J.; ROIG, H. L. Avaliação espacial entre poluição do ar e saúde em áreas com limitação de dados. **BCG - Boletim de Ciências Geodésicas**. V. 22, N. 4, P.807-812. Curitiba, out-dez, 2016.

REQUIA JUNIOR, W. J.; ABREU, L. M. de. Poluição atmosférica e a saúde de crianças e idosos no Distrito Federal no período de 2007 a 2009: utilização do método de correlação com time delay. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 7(13):94 - 107, Dez/2011.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP)**. v. 9. p. 65-75. 1995.

ROSTOW, W. W. **Etapas do desenvolvimento econômico (Um manifesto não-comunista)**. Rio de Janeiro. Zahar, 1971.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da Climatologia no Brasil: gênese, paradigmas e a construção de uma Geografia do Clima**. Tese de Livre-Docência. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2001.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. da; SILVA, J. M. F. da; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 7, nº 2, 2006.

SANTOS, F. de O. S. Geografia Médica ou Geografia da Saúde? Uma reflexão. **Caderno Prudentino de Geografia**, n.32, vol.1, p.41-51. jan/jun, 2010.

SECCHI, L. **Políticas Públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SEMA; IAP. Resolução Conjunta SEMA/IAP n. 3 de 19/06/2017. **Plano Estadual de Controle da Poluição do Ar e de Proteção da Atmosfera - PROEPAR**, conforme específica. DOE do Paraná, Curitiba, 21/06/2017.

SERRA, A. Climatologia médica. **Boletim Geográfico**. V. 33, n. 240, p. 89-107. Rio de Janeiro, maio/jun,1974.

SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**. Porto Alegre, ano 8, n. 16, p. 20-45, jul./dez, 2006.

SOUZA, F. T. de. Morbidity forecast in cities: a study of urban air pollution and respiratory diseases in the metropolitan region of Curitiba, Brazil. **Journal of Urban Health**. Nova Iorque: Maio, 2018.

STEINMETEZ, B. T. B.; Gabriel, T. GABRIEL; DA SILVA, L. X. **A Poluição Atmosférica Transfronteiriça**. In.: Direito, justiça e ambiente: perspectivas franco-brasileiras. (organizadores Anderson O. C. Lobato e Philippe Pierre). Rio Grande: Editora da Furg, 2013. Disponível em: <http://www.direito.furg.br/images/stories/LIVROS/Direito_Justca_e_Ambiente/06Steinmetez2013_DJA.pdf>. Acesso em: 21/08/2019.

TCE. Notícia. **TCE faz 23 recomendações em programa do Paraná financiado pelo Banco Mundial**. [18 de janeiro de 2016]. Disponível em: <<http://www1.tce.pr.gov.br/noticias/tce-faz-23-recomendacoes-em-programa-do-parana-financiado-pelo-banco-mundial/3757/N>>. Acesso em: 12/07/2018.

TELLES, A. B. **Relações entre condições climáticas e Infecções respiratórias agudas notificadas em Salvador – 2004 a 2008**. Orientador: Prof. Dr. Emanuel Fernando Reis de Jesus. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. Salvador, 2011.

THISTLE, H. W. Atmospheric stability and the dispersion of pesticides. **Journal of the American Mosquito Control Association**. Vol 12, N 2, p. 359-363, 1996.

VIEITES, R. G.; FREITAS, I. A. de. Pavlovsky e Sorre: duas importantes contribuições à geografia médica. **Ateliê Geográfico**. Goiânia/GO, v. 1, n. 2 p.187-20, dez, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS

- Tipo da entrevista: não-estruturada focalizada
- Público: funcionários do IAP e funcionária do Lactec.
- Objetivos: 1) compreender como se deu a implementação do PROEPAR; 2) entender como foi a instalação da estação de monitoramento da qualidade do ar em Foz do Iguaçu; e 3) conhecer a estrutura do órgão gestor, o IAP, para o monitoramento da qualidade do ar no estado do Paraná.

Perguntas

1. Estado x monitoramento da qualidade do ar

- Como o governo do estado do Paraná se organiza para monitorar a qualidade do ar? (quais órgãos, leis, etc.)
- Como o PROEPAR surgiu? Ele surgiu como um programa do governo para ser implementado nos municípios ou uma solicitação do IAP, ou dos próprios municípios, etc?
- Qual o papel do Banco Mundial no âmbito desse Plano?

2. IAP

- Solicitar a apresentação da estrutura do órgão para o monitoramento da qualidade do ar.
- Quem/quais/quantos funcionários lidam com o tema, tanto na sede, quanto na Regional?
- Qual o papel da sede e da Regional no monitoramento?

3. Estação de Foz

- Como foi a escolha dos municípios para receberem a estação? Por que Foz foi escolhida?
- Como se deu a escolha do terreno para a instalação da estação?
- Houve um estudo de melhor alocação da estação no que tange o monitoramento da qualidade do ar?
- Como funciona a operação e manutenção da estação?
- Por que o portal eletrônico com as informações do IQAR não tem manutenção permanente? Há uma previsão de retorno?
- Qual é o papel do Lactec na estação de Foz?

4. Como você vê o futuro do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Paraná?