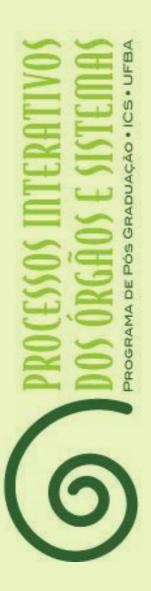
# **UFBA**

# Universidade Federal da Bahia Instituto de Ciências da Saúde

Camile Xavier Souza Santos



Poluição atmosférica e internações por pneumonia em Salvador, Bahia – no período de 2014 a 2015



# UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS INTERATIVOS DE ÓRGÃOS E SISTEMAS



# **CAMILE XAVIER SOUZA SANTOS**

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM SALVADOR, BAHIA – PERÍODO DE 2014 A 2015

# **CAMILE XAVIER SOUZA SANTOS**

# POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM SALVADOR, BAHIA – PERÍODO DE 2014 A 2015

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Adelmir Souza-Machado

Salvador 2019 Ficha catalográfica: Keite Birne de Lira CRB-5/1953

Santos, Camile Xavier Souza

Poluição atmosférica e internações por pneumonia em Salvador, na Bahia – no período de 2014 a 2015./ [Manuscrito]. - Salvador, 2019. 64f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Adelmir Souza-Machado.

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Salvador, 2019.

- 1. Poluição do ar. 2. Material particulado. 3. Doenças respiratórias.
- 4. Pneumonia. I. Souza-Machado, Adelmir. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciência da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. III. Título

CDD - 616. 241 21ed.

# UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



# TERMO DE APROVAÇÃO

# DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO

CAMILE XAVIER SOUZA SANTOS

Poluição Atmosférica e Internações por Pneumonia em Salvador, Bahia – no período de 2014 a 2015

Salvador, Bahia, 11 de dezembro de 2019

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. – Adelmir de Souza Machado – Universidade Federal da Bahia

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> – Carla Hilário da Cunha Daltro – Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. – Fernando Pena Gaspar Sobrinho – Universidade do Estado da Bahia

## **AGRADECIMENTOS**

Desde o processo seletivo até a conclusão desta dissertação de mestrado, houve o incentivo, apoio e compreensão de muitas pessoas que me ajudaram a trilhar esta caminhada. Portanto, quero agradecer a todos aqueles que confiaram em mim e me auxiliaram para, enfim, alcançar o término desta que será mais uma fase do meu desenvolvimento profissional.

## Muito obrigada:

Aos meus pais, Marta e Antônio, pela educação, compreensão, carinho, amor, participação, dedicação e perdão que vocês me dão ao longo de toda minha vida. Agradeço a Deus todos os dias por ser a filha de vocês, me sinto privilegiada e orgulhosa de ter pais tão maravilhosos e especiais. E às minhas irmãs, Carine e Clarissa, que sempre me apoiaram e me dão amor. Rezo a Deus que sempre as proteja e ilumine os seus caminhos.

À Profa. Dra. Renata D'Arc Scarpel, por me apresentar o grupo de pesquisa do Programa para Controle da Asma na Bahia (ProAr/UFBA) e pelo incentivo quando tentei ingressar no mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aldemir Souza-Machado, pela oportunidade, auxílio e orientação. Mesmo com o tempo contra o meu favor e os sermões ocasionais, alguns minutos de conversa e umas palavras de incentivo foram importantes para dar continuidade ao trabalho. Obrigada por acreditar em mim.

Às futuras Dra. Thaís Peleteiro e Dra. Luciana Machado, pela colaboração, contribuição, conhecimento e apoio para a realização deste trabalho. Sou muito grata pelo apoio, pelos ensinamentos, pela disposição e incentivo nas horas difíceis e nos percalços. Torço sinceramente pelo sucesso de vocês.

Ao Prof. Dr. Maurício Cardeal, pelos ensinamentos, competência, dedicação e orientações, bem como aos funcionários da secretaria, Carlos, Célia e Tarcísio, e aos professores do Programa, pela disposição, pelos ensinamentos e orientações que possibilitaram a construção do conhecimento, bem como o enriquecimento e crescimento profissional e humano.

Às Profas. Maria Penha e Eliana Câmara, pela oportunidade de realização do tirocínio docente em Anatomia 1A, pelas orientações, gentileza, atenção, alegrias, pelo apoio, respeito e

ensinamentos. Um especial agradecimento aos monitores da disciplina, pelas risadas e conhecimentos. Nos momentos de adoecimento ou desânimo, a convivência com todos vocês me energizava e incentivava a seguir em frente.

Aos meus colegas de turma, pelo apoio, respeito, pelas alegrias e dificuldades. Foi ótimo conhecer todos vocês, torço pelo sucesso de cada um e agradeço o compartilhamento de experiências e pela convivência durante as aulas.

Aos Professores Rosália, Kátia, Catarina, Isaac e Magno, pelo respeito, incentivo, pela compreensão, ensinamentos no meu último ano da pós-graduação. Sem o apoio de vocês, com certeza, não conseguiria dar continuidade ao trabalho e, por conseguinte, não chegaria ao final desse trabalho.

Aos Professores Dra. Lívia Fonsêca, Dra. Carla Daltro, Dr. Adelmo Machado e Dra. Regina Terse, pelas orientações, sugestões e pelos ensinamentos. Obrigada por aceitarem o convite para compor minha banca avaliadora e por colaborarem para o progresso do trabalho.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta dissertação, mesmo que não estejam supracitados. Meu sincero agradecimento.

SANTOS, Camile Xavier Souza. **Poluição atmosférica e internações por pneumonia em Salvador, na Bahia – período de 2014 a 2015**. Orientador: Adelmir Souza-Machado. 2019. 64 f. il. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

#### **RESUMO**

Introdução: A poluição atmosférica é vista como um problema de saúde pública no Brasil e no mundo, cujo efeito está associado à exacerbação de doenças respiratórias. Objetivo: Descrever as concentrações do material particulado de diâmetro aerodinâmico 10 µm (MP<sub>10</sub>), os parâmetros meteorológicos e as hospitalizações por pneumonias, no município de Salvador, Estado da Bahia, no período de 2014 a 2015. **Metodologia**: Estudo observacional descritivo acerca da poluição atmosférica e das internações por pneumonia (CID-10: J12-18.9), na cidade do Salvador, Bahia. Os dados foram obtidos na Central de Tratamento de Efluentes Líquidos e no Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde, disponibilizados pelo Departamento de Informação do Sistema Único de Saúde, respectivamente; foram tabulados e tratados no Microsoft Excel® e R Statistical Software. Resultados: A concentração mínima registada foi 0,2 μg/m³ e, a máxima, 969,4 μg/m³ para MP<sub>10</sub> (Estação Itaigara). A estação Av. Barros Reis apresentou as maiores concentrações médias diárias. O número de hospitalizações por pneumonia totalizou 9.362. As ocorrências foram prevalentes no sexo masculino (52,5%); e nos extremos da faixa etária, crianças de zero a 12 anos de idade (54,4%) e idosos de idade em idade igual ou superior a 65 anos (24,6%). Em média, contabilizaram-se em torno de 13 internações ao dia, sendo o mês de junho o período de maior frequência. O diagnóstico mais frequente foi a pneumonia bacteriana (J15.9). **Conclusão**: As concentrações médias diárias do MP<sub>10</sub> estão de acordo com os limites estabelecidos pelas diretrizes nacionais e as hospitalizações estão reduzindo, mas continuam elevadas para o público infantil.

Palavras-chave: Poluição do ar. Material particulado. Doenças respiratórias. Pneumonia.

SANTOS, Camile Xavier Souza. **Atmospheric pollution and hospitalizations for pneumonia in Salvador, Bahia - from 2014 to 2015**. Advisor: Adelmir Souza-Machado. 2019. 64 s. ill. Master Dissertation – Post-Graduate Program in Interactive Processes of Organs and Systems, Institute of Health Sciences, Federal University of Bahia, Salvador, 2019.

#### **ABSTRACT**

**Introduction**: Air pollution is seen as a public health problem, in Brazil and worldwide, whose effect is associated with the exacerbation of respiratory diseases. Objective: To describe the concentrations of particulate matter with an aerodynamic diameter of 10 µm (MP<sub>10</sub>), the meteorological parameters and the hospitalizations for pneumonia in the city of Salvador, State of Bahia, from 2014 to 2015. Methodology: Descriptive and observational study on air pollution and hospitalizations for pneumonia (ICD-10: J12-18.9), in the city of Salvador, Bahia. The data was obtained from the Center for the Treatment of Liquid Effluents and the Hospital Information System of the Unified Health System, provided by the Department of Information of the Unified Health System, respectively; tabulated and treated in Microsoft Excel® and R Statistical Software. **Results**: The minimum concentration recorded was 0.2 µg/m<sup>3</sup> and the maximum was 969.4 µg/m<sup>3</sup> for MP10 (Itaigara Station). The Av. Barros Reis Station showed the highest daily average concentrations. The number of hospitalizations for pneumonia added up to 9,362. Hospitalizations were prevalent in males (52.5%); and at the extremes of the age group, children from zero to 12 years of age (54.4%) and elderly, individuals aged 65 years or older (24.6%). On average, there were around 13 hospitalizations per day, with the month of June being the most frequent period. The most frequent diagnosis was bacterial pneumonia (J15.9). **Conclusion**: The average daily concentrations of  $PM_{10}$  are in accordance to the limits established by national guidelines. The amount of hospitalizations is decreasing, except for children, which remains high.

**Keywords:** Air pollution. Particulate matter. Respiratory tract diseases. Pneumonia.

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM – Antônio Carlos Magalhães

BTEX - Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Meta, Para e Orto-xileno

CAB – Centro Administrativo da Bahia

CH<sub>4</sub> - Metano

CID-10 – 10ª Classificação Internacional de Doenças ou Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde

CO - Monóxido de Carbono

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COVs – Compostos Orgânicos Voláteis

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil

DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

EIONET – European Environment Information and Observation Network

EPA – United States Environmental Protection Agency

ERT - Enxofre Reduzido Total

FMC - Fumaça ou Fumo

H<sub>2</sub>S - Gás Sulfídrico

HC – Hidrocarbonetos

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IQAR – Índice de Qualidade do Ar

LRTAP – Long-range Transboundary Air Pollution

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MP<sub>10</sub> – Material particulado de diâmetro aerodinâmico 10μm

MP<sub>2,5</sub> – Material particulado de diâmetro aerodinâmico 2,5μm

NBR – Norma Brasileira

NH<sub>3</sub> – Amônia

NMHC – Hidrocarbonetos Totais Não-Metano

NO<sub>2</sub> – Dióxido de Nitrogênio

NOx – Óxidos de Nitrogênio

O<sub>3</sub> – Ozônio

ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Pb - Chumbo

PCVC - Poluentes Climáticos de Vida Curta

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

POPs – Poluentes Orgânicos Persistentes

PROCONVE – Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores

PROMOT – Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e veículos similares

PRONACOP – Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial

PRONAR - Programa Nacional de Controle de Qualidade de Ar

PTS – Partículas Totais em Suspensão

RCHO - Aldeídos

SIH-SUS – Sistema de Informações Hospitalares do Sistema de Único de Saúde

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SO<sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre

SOx – Óxidos de Enxofre

THC - Hidrocarbonetos Totais

UNECE – United Nations Economic Commission for Europe

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Distribuição do material particulado conforme diâmetro
<b>Figura 2</b> – Padrões de qualidade do ar do Brasil, segundo a Resolução nº 491/20182.
<b>Figura 3</b> – Níveis de atenção, alerta e emergência para poluentes atmosféricos e suas respectivas concentrações no Brasil, estabelecidos pela Resolução nº491/2018
Figura 4 – Adaptação do quadro do Índice de qualidade do ar e efeitos à saúde2
<b>Figura 5</b> – Localização das estações de monitoramento dos poluente atmosféricos estabelecidos em Salvador, Bahia
<b>Figura 6</b> – Distribuição das médias diárias de MP <sub>10</sub> (μg/m³) por estação de monitoramento.  Salvador, Bahia. 2014-2015
Figura 7 – Distribuição mensal das maiores concentrações médias do MP10 (μg/m3) e hospitalizações por pneumonia. Salvador, Bahia, 2014-2015

# LISTA DE TABELAS

monitoramento. Salvador, Bahia. 2014-2015
<b>Tabela 2</b> - Frequência absoluta e relativa de internações por pneumonia segundo característica demográfica em residentes de Salvador, Bahia. 2014-2015
<b>Tabela 3</b> - Análise descritiva das hospitalizações por pneumonia distribuídas em dias, semanas e meses. Salvador, Bahia. 2014-2015
<b>Tabela 4</b> - Frequência absoluta e relativa (%) de internações por CID segundo grupo e as doze classificações mais frequentes. Salvador, Bahia. 2014-2015

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 REVISÃO DA LITERATURA	15
1.3.1 Poluentes atmosféricos e danos á saúde humana e ambiental	17
1.3.1.1 Dióxido de enxofre	19
1.3.1.2 Dióxido de nitrogênio	19
1.3.1.3 Material particulado	20
1.3.1.4 Monóxido de carbono	21
1.3.1.5 Ozônio	21
1.3.2 Poluição atmosférica e sua normatização	22
1.3.3 Classificação Estatística Internacional de Doenças e problemas relacional de Doenças e problemas de Doenças e problemas de Doenças e problemas e problemas e problemas de Doenças e problemas e pr	
1.3.4 Fisiopatologia da pneumonia e o material particulado	29
1.3.5 Relevância científica	31
2 MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	32
2.2 LOCAL DO ESTUDO	32
2.3 COLETA DE DADOS	33
2.3.1 Dados dos poluentes	33
2.3.2 Dados das internações	34
2.3.3 Análise estatística	35
2.3.4 Viabilidade técnico-científico e aspectos éticos	35
3 RESULTADOS	36
3.1 PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS	36
3.2 HOSPITALIZAÇÕES POR PNEUMONIA	41
4 DISCUSSÃO	
5 CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE – Localização das estações de monitoramento	60
ANEXO – Classificação do CID10 J12.0-18.9.	61

# 1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar, seja em ambiente externo ou interior residencial, é considerada um fator que expõe mais de 3 bilhões de indivíduos no mundo a componentes danosos, todos os dias.(1) Esses componentes estão presentes em ambientes rurais e urbanos e suas altas concentrações são o resultado da necessidade de manutenção das atividades humanas e biológicas.(2) A partir dessa premissa, citam-se as indústrias, os meios de transporte movido a queima de combustível fóssil e as queimadas florestais para o planejamento urbano, agrícola ou agropecuário (2–5), como exemplos de fontes geradoras de poluentes atmosféricos.

Dentre os poluentes gerados, o material particulado (MP) é considerado um dos mais relevantes para o dano à saúde.(3) A composição desse poluente compreende compostos nitrogenados e sulfatados, cloreto de sódio, *black carbon*, amônia, água e outros minerais que se encontram em suspensão no ar.(4,6,7) Ele interage com o tecido humano a medida em que se deposita ao longo do trato respiratório e alcança outros sistemas ao adentrar a corrente sanguínea, apresentando capacidade imunossupressora,(8) genotóxica (9) e citotóxica.(10) Por isso, debilitando o organismo, o MP viabiliza o oportunismo de infecções ou exacerbação de doenças preexistentes.(2,8,11)

O MP é um composto apresentado por frações que se diferenciam precisamente pelo diâmetro e capacidade de penetração no trajeto do trato pulmonar. As frações são classificadas como: a) Partículas Totais em Suspensão (PTS), quando o diâmetro é igual ou inferior a 30 μm (2,12); b) MP<sub>10</sub>, quando o material particulado é de diâmetro igual ou menor que 10 μm; c) MP<sub>2,5-10</sub>, quando o diâmetro se encontra entre 2,5 e 10 μm; d) MP<sub>2,5</sub>, o diâmetro igual ou menor que 2,5 μm; e) partículas ultrafinas, cujo diâmetro é igual ou inferir a 0,1 μm.(2,8) Dessas, as frações mais mencionados são a MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>.(1,10,13–16). A Organização Mundial da Saúde (OMS) não estabeleceu uma padronização específica para as outras variações do MP, instituindo-se que, para os MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>, os padrões de concentrações média de 24 horas são, respectivamente, 50 e 25 μg/m³, e as anuais, 20 e 10 μg/m³.(1,4)

A OMS (1) declarou que 9 a cada 10 pessoas respiram altos níveis de poluição e estimou que 1 a cada 9, morrem pelas mesmas condições (3). Adicionado a isso, foi divulgado que a poluição

atmosférica, no ano de 2016, causou cerca de 4,2 milhões de mortes e está associada ao aumento dos índices de morbidade de doenças cardiorrespiratórias, dentre eles a pneumonia.(17) Tratase de uma doença infecciosa aguda do sistema respiratório que atinge indivíduos de todas as idades, porém, é frequentemente associada a crianças menores de 5 anos e idosos com idade superior a 65 anos.(18–20)

Os agentes causadores dessa enfermidade variam de fungos, como o *Pneumocystis jiroveci*; vírus, o vírus sincicial respiratório; e bactérias, a exemplo da Haemophilus influenzae e Streptococcus pneumoniae (19), que são os mais frequentes da pneumonia (20,21). Além desses, outras condições também estão envolvidas para a resolução dos índices de morbidade por pneumonia, como o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) (19), Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), asma e pneumonia. Do mesmo modo, os determinantes sociodemográficos (22), a exposição à fumaça do fumo, o consumo excessivo de bebidas alcóolicas. assistência odontológica deficiente, desnutrição, alguns tratamentos medicamentosos e os fatores ambientais (23–25) são exemplos de condições que predispõem os indivíduos ao adoecimento.

No Brasil, alguns estudos conduzidos na Amazônia (26), em São Paulo (27–31), no Rio de Janeiro (29,32), Belo Horizonte (29) e Espírito Santo (33) identificaram a associação da poluição do ar e as mudanças climáticas com o aumento das internações por pneumonia. O aumento das taxas de internação (27) e do coeficiente de mortalidade pela doença (34), além das novas condutas e discussões internacionais quanto aos impactos da poluição atmosférica e parâmetros meteorológicos na vida dos indivíduos (17), pressionam a saúde pública e as agências de monitoramento para intensificarem a análise dos níveis emitidos dos poluentes no território. Assim sendo, neste estudo objetiva-se descrever as concentrações do poluente atmosférico MP<sub>10</sub>, os parâmetros meteorológicos e as hospitalizações por pneumonia, no período de 1º de janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2015, em Salvador, na Bahia.

#### 1.1 JUSTIFICATIVA

A emissão de poluentes atmosféricos é um grave problema mundial, cujos efeitos estão vinculados à exacerbação de doenças respiratórias, como a pneumonia. Estudos sugerem que esses são responsáveis pela elevação das taxas de internações e por óbitos, além dos custos

socioeconômicos, associados à perda de produtividade, à abstenção escolar e aos gastos com medicamentos.

Sendo um tema pouco explorado no Brasil, mais especificamente no Nordeste brasileiro, se comparado aos países desenvolvidos, torna-se necessário o aprofundamento neste assunto para o auxílio na fiscalização de monitoramento de ar, bem como para incentivar novas investigações. Sendo assim, objetiva-se descrever as hospitalizações por pneumonias e as concentrações de MP<sub>10</sub>, no município de Salvador, na Bahia.

#### 1.2 OBJETIVOS

# 1.2.1 Objetivo geral

Descrever as concentrações do poluente atmosférico MP<sub>10</sub>, os parâmetros meteorológicos e as hospitalizações por pneumonia, em Salvador – Bahia, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015.

# 1.2.2 Objetivos específicos

- Demonstrar a distribuição etiológica das hospitalizações por pneumonia (CID-10: J12-J18.9) e do MP<sub>10</sub>, ao longo de 2014 e 2015, em Salvador, na Bahia.
- Verificar se as concentrações do  $MP_{10}$  estão de acordo com as recomendações nacionais e internacionais de qualidade do ar.

# 1.3 REVISÃO DA LITERATURA

A poluição atmosférica é o resultado de um processo que consiste na emissão de compostos na atmosfera os quais, em excesso, são nocivos à saúde humana e ao planeta. Esse processo advém de ações naturais ou antrópicas:(32) a primeira, diz respeito a fatores ambientais e fotoquímicos, como a erupção vulcânica, as reações químicas acarretadas pelos raios infravermelhos e ultravioleta na camada atmosférica; e a segunda, provém de queimadas florestais (desmatamento), descarte inadequado de recipientes aerossóis (35), fumaça produzida pelo

cigarro, queima de combustível fóssil e vegetal de indústrias e veículos.(2) Além dessas, seja nos centros urbanos ou em áreas rurais, há muitas fontes de emissão de poluentes do ar que se conformam com as mudanças pluviométricas e de temperatura, influenciando no aumento das concentrações e na fixação dos poluentes no ambiente.(2,35)

Os poluentes atmosféricos são diversos, tendo-se como exemplo: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), compostos orgânicos voláteis (COVs), poluentes orgânicos persistentes (POPs)(2); aldeídos (RCHO); hidrocarbonetos (HC) – hidrocarbonetos totais não metano (NMHC), metano (CH<sub>4</sub>) e hidrocarbonetos totais (THC); poluentes climáticos de vida curta (PCVC), como o carbono negro ou *black carbon* (12); chumbo (Pb); amônia (NH<sub>3</sub>); gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S); benzeno, tolueno, etilbenzeno, meta, para e orto-xileno (BTEX), partículas totais em suspensão (PTS), fumaça ou fumo (FMC), enxofre reduzido total (ERT)(36). Contudo, os poluentes exaustivamente discutidos são: o material particulado (MP) e o monóxido de carbono (CO), compostos gerados principalmente por veículos, indústrias, processos erosivos e queimadas florestais ou da biomassa (2,27,37); dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), produzido pela queima de carvão e óleo; o ozônio (O3), formado pela reação entre o óxidos de nitrogênio (NOx) e Componentes Orgânicos Voláteis (COVs), em presença da luz solar (2); e óxidos de nitrogênio (NOx), compostos oxidantes e gerados pelos motores de automóveis.(2,4,37)

A respiração corresponde a um conjunto de processos que atuam nos aparelhos cardiovascular e respiratório, que visa à manutenção nutricional de tecidos e sistemas, conferindo o aporte de gases, a exemplo do oxigênio e do gás carbônico.(38) Para tanto, com foco no aparelho respiratório em indivíduos rijos, o trato broncopulmonar dispõe de mecanismos protetivos para que o ar inalado seja benéfico para o organismo.(18,38) Infelizmente, os pulmões, como região de trocas gasosas, podem estar expostos a riscos e ser comumente incapacitados por agentes patogênicos e ambientais.(2,18) Assim sendo, estudos sugerem que os poluentes atmosféricos apresentam capacidades deletérias para o trato respiratório em vários níveis, influenciando negativamente no sistema imunológico, tecidual e funcional.(18,32) Além disso, promovem a exacerbação de doenças respiratórias, tais como a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), pneumonia, renite e asma.

A pneumonia, foco deste estudo, é um limitador respiratório que prejudica a deglutição e a oxigenação celular dos indivíduos, ocasionando convulsões e hipotermia.(19) Para prevenção e tratamento, exigem-se dos indivíduos o compromisso com a higiene, o uso de antibióticos e vacinas e redução da poluição doméstica, tendo destaque combustão de biomassa para cozimento e a convivência com familiares tabagistas.(19,39) Acrescentam-se, também, a este

quadro os indivíduos de débil sistema imunológico como sendo dos mais prejudicados e sujeitos a hospitalizações, elevação dos custos para o tratamento (2,19,40) e redução da expectativa de vida, necessitando de um diagnóstico e tratamento imediatos e eficientes.(2,3,32)

De acordo com a Organização Pan-americana de Saúde (3), os efeitos da contaminação do ar exercem grandes impactos na saúde pública em longo prazo. Indivíduos entre 50 e 75 anos, crianças menores de 5 anos e indivíduos com doenças crônicas são os mais propensos a morrer por conta dos efeitos da poluição do ar (3) e das mudanças climáticas, os quais têm um potencial efeito nas doenças respiratórias.(26) Em vista disso, a saúde pública e as agências de monitoramento devem estar atentas aos níveis de contaminação emitidos, principalmente nos centros urbanos e territórios confluentes.(32,41,42)

## 1.3.1 Poluentes atmosféricos e danos á saúde humana e ambiental

A poluição do ar corresponde à introdução de componentes na atmosfera que podem causar efeitos adversos à saúde humana e demais seres vivos, ou dano ambiental.(2) Esses componentes, intitulados poluentes atmosféricos, são "[...] qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que 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."(43)

Os poluentes são formados por processos naturais e pelas ações antrópicas, como dito anteriormente, e podem ser caracterizados em três categorias: i) formação, ii) tipologia de fonte, e iii) propriedades físico-químicas. Quanto à formação, os poluentes podem ser: primários, contaminantes emitidos diretamente das fontes para o meio ambiente, e secundários, quando resultam de reações entre os poluentes primários, substâncias presentes na camada mais baixa da atmosfera e parâmetros meteorológicos, tais como: a temperatura, umidade relativa, precipitação, radiação solar e vento.(2,44) A tipologia da fonte de emissão, por sua vez, é dividida em três grupos: fontes móveis, a exemplo de veículos em circulação; fontes fixas, fontes de lançamento em pontos específicos, a exemplo de chaminés, metalúrgicas e termelétricas; e fontes agrossilvapastoris, emissão associada a atividades de queimadas florestais, pulverização de fertilizantes e agrotóxicos.(45) Por fim, as propriedades físico-químicas correspondem às características intrínsecas de cada componente, tais como densidade,

temperatura de fusão, peso molecular, solubilidade, dentre outros.(2)

Após formação, o excesso desses componentes nos organismos induz mediadores próinflamatórios e incapacita as funções celulares adequadas para a homeostasia dos sistemas
orgânicos (8,11,37,46), interferindo na qualidade vida e no tempo de sobrevida dos indivíduos
vulneráveis.(2,16,37) De acordo com a Organização Mundial da Saúde, estima-se que a
poluição ambiental do ar causou 2,4 milhões de mortes prematuras pelo mundo, no ano de 2016.

Dessas mortes, 58% foram resultantes de doenças cardiovasculares, como isquemia e derrame;
18% foram resultantes de DPOC e infecções respiratórias agudas do trato inferior; e 6%, devido
a câncer de pulmão.(4) Mais de 90% das mortes relacionadas à poluição atmosférica ocorrem
em países de média e baixa renda, como Ásia e África, e mais de 40% da população mundial
não têm acesso a tecnologias que façam uso de energia limpa, a exemplo do África Subsaariana,
o que favorece a poluição no interior domiciliar.(1)

Em 2018, segundo a OMS, 97% das cidades com mais de 100 mil habitantes, não incluindo os países de elevada renda, não atendem às instruções disponibilizados pela organização, registradas em guias de qualidade do ar. (47) Além disso, estima-se que a poluição do ar, a ambiental e a residencial causam 7 milhões de mortes por ano, das quais 1,5 milhões correspondem à pneumonia e 5,6 milhões a doenças não transmissíveis.(17) Em vista disso, são exigidas das nações medidas efetivas que promovam o controle das emissões excessivas e dos impactos das flutuações climáticas, vinculando estratégias que reflitam a economia do País e suas características sociodemográficas.

Entre os dias 1° e 30 de novembro de 2018, em Genebra, Suíça, ocorreu a primeira Conferência Global sobre Saúde e Poluição do Ar (48), em resposta a questões trazidas em 2015, na 68° Assembleia Mundial da Saúde, e em 2016, na 69° Assembleia Mundial de Saúde, no que diz respeito à ampliação de ações de prevenção a doenças causadas pela poluição do ar e relativas a seus custos para a sociedade. Essas ações visam alcançar algumas metas atribuídas dentro dos *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável* (ODS) para proteção do planeta e assegurar o bemestar social, até o ano de 2030. Dentre as metas mencionadas, cabe citar: assegurar uma vida saudável e promover o bem estar para todos; aumentar a participação de energias renováveis; reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, tendo a atenção, principalmente, à qualidade do ar; reduzir o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água; e suscitar medidas para o combate impactos da mudança climática.(17,49)

Em resumo, a poluição do ar é um fator de risco ambiental que compromete a saúde dos

indivíduos, aumentando os índices de doenças cardiopulmonares, crônicas e agudas, a exemplo da asma e câncer de pulmão. Segundo a afirmação da OMS, a redução dos níveis de poluição, em longo e em curto tempo, melhorará a saúde cardiovascular e respiratória da população e, com vista nisso, foi desenvolvido um guia de qualidade do ar em 2005, contendo os efeitos dos poluentes na saúde e os parâmetros que limitam os níveis considerados prejudiciais à saúde dos indivíduos.(4) Partindo disso, os poluentes mais comuns de discussão e interesse nas pesquisas no âmbito da saúde são: dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO) e o ozônio (O<sub>3</sub>).(2,4,12,36,50)

# 1.3.1.1 Dióxido de enxofre

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) pertence ao grupo de óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e é o mais presente na atmosfera, se comparado aos demais gases do conjunto.(51) É um gás incolor e de odor forte que comumente é produzido a partir da queima de derivados de enxofre, carvão e petróleo, para aquecimento doméstico e geração de energia e transporte; (4) como fonte natural, pode ser emitido por vulcões.(12)

O SO<sub>2</sub>, em altos níveis de concentração, é capaz de comprometer as funções pulmonares, instigando processos inflamatórios capazes de agravar problemas preexistentes, como a asma e bronquite crônica, causar irritação dos olhos e aumentar o números de admissões hospitalares por doenças cardiovasculares.(4) Ele também prejudica o crescimento da vegetação (52) e é um dos precursores da *chuva ácida*, ou deposição úmida, e da deposição seca, processos que culminam na deterioração de estruturas públicas e danos em ecossistemas marinhos e terrestres.(53)

## 1.3.1.2 Dióxido de nitrogênio

Gás de ação oxidante, emitido mais por fontes naturais, a exemplo do metabolismo de bactérias, do que por fontes antropogênicas.(12) Pertencente ao grupo dos óxidos de nitrogênio (NOx), incluindo óxido nítrico e o óxido nitroso, ele é considerado o indicador de representação do grupo.(54) Assim como o SO2, o NO2 é um precursor da *chuva ácida* e, em altas concentrações, é capaz de irritar as vias aéreas do sistema respiratório. Em curtos e longos períodos de

exposição, pode agravar sintomas de doenças respiratórias, como tosse e coriza, promover o aumento das admissões hospitalares e ambulatoriais (4,54), causar alterações no metabolismo pulmonar e aumentar a suscetibilidade a infecções pulmonares.(2)

# 1.3.1.3 Material particulado

O material particulado é um complexo de líquidos e partículas suspensas no ar, que variam em número, tamanho, forma, área de superfície, solubilidade, composição química, origem e atividade de oxirredução.(2) A classificação mais usada é de acordo com o diâmetro da partícula, devido a essa característica ter relação com a capacidade de penetração no trato respiratório.(12) As frações do MP são definidas de acordo com o diâmetro aerodinâmico: a) partículas totais em suspensão (PTS), que incluem partículas de 30 micrômetro de diâmetro ou menos; b) partícula de diâmetro aerodinâmico igual ou menor a 10 micrômetros (MP<sub>10</sub>); c) coarse particulates ou partícula grossa, que variam entre 10 e 2.5 micrômetros (MP<sub>10-2.5</sub>); d) partículas de diâmetro igual ou inferior a 2.5 micrômetros, também denominado, partículas finas (MP<sub>2.5</sub>); e) partículas ultrafinas (UF) ou igual ou menor a 0.1 micrômetros (MP<sub>0.1</sub>).(2)

Cell Pollen Bacteria Hair Molecules Virus 0.05um 0.5um 5um Limit of vision 100µm  $0.01 \mu m$  $0.1 \mu m$  $1\mu m$  $10 \mu m$ PM 10 Thoracic particles PM<sub>10-2.5</sub> Coarse fraction PM <sub>2.5</sub> Fine particles UFP (PM 01) Ultrafine particles Fonte: Brook e colaboradores (7).

Figura 1 – Distribuição do material particulado conforme diâmetro.

O MP é comumente emitido da queima de biomassa vegetal, de obras de construção e pavimentações de vias, da queima de petróleo, diesel e carvão, e é, inclusive, um poluente produzido por reações secundárias de SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> com outros compostos na atmosfera.(2,12) Ele é composto majoritariamente de sulfetos, nitratos, amônia, cloreto de sódio, *black carbon*, água e poeira, compostos orgânicos (ex. hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) e metais (ex. zinco, ferro e cobre).(6,7,55) Dentre as frações do MP, as mais estudas e de repercussões clínicas mais preocupantes são MP<sub>10</sub> e o MP<sub>2.5</sub>, por serem capazes de penetrar e se depositar nos pulmões, apresentando impactos na saúde dos indivíduos expostos a curta e longa duração.(5)

#### 1.3.1.4 Monóxido de carbono

O CO é um composto produzido pela queima incompleta de biomassa, incolor, inodoro e insípido, cuja maior parte da sua produção, em ambientes urbanos, provém dos automóveis e motocicletas.(7,12) Não somente a emissão ocorre em ambientes externos, mas também, frequentemente, dentro das residências, quando há uma inadequação na realização de atividades domésticas ou defeito nos equipamentos, por exemplo, seja devido a um vazamento de fogões a gás ou a má vedação de aquecedores.(56)

Esse gás, em altas concentrações, reduz a capacidade de oxigenação das células do organismo e pode causar torpor, inconsciência e morte pela má nutrição de órgãos essenciais, a exemplo do coração e do cérebro(2,56). Em baixas concentrações pode causar fadiga e angina(12), principalmente, em pessoas que já apresentam algum problema cardiovascular (como por exemplo, a doença coronária arterial) e praticam exercícios (2) ou estão sob algum estresse.(56)

#### 1.3.1.5 *Ozônio*

O O<sub>3</sub> é um gás constituído por três moléculas de oxigênio e é um dos principais componentes das camadas da atmosfera terrestre. Ele é naturalmente encontrado na estratosfera e sua função é absorção dos raios ultravioleta que tendem a adentrar a superfície da Terra, denominado ozônio estratosférico; já o ozônio presente na troposfera é produzido a partir de reações químicas entre NO<sub>x</sub> e COVs, portanto, é considerado um poluente secundário.(57)

O ozônio troposférico é formado por reações fotoquímicas, com o auxílio da luz solar, entre os poluentes supracitados emitidos pela exaustão de veículos automotores, por indústrias(7), refinarias(57), volatilização de combustíveis e na agricultura.(12) Acrescido a isso, observa-se que os níveis mais elevados do poluente ocorrem em períodos tanto de alta, quanto de baixa temperatura, principalmente em ambientes urbanos(4); e seu transporte é facilitado pelo vento, permitindo o alcance dos ambientes rurais.(57)

# 1.3.2 Poluição atmosférica e sua normatização

O interesse quanto ao tema poluição atmosférica e sua relação com o sistema respiratório é recente, iniciando-se no século XX.(42) A maioria dos estudos provém de megalópoles, tendo em destaque os países e continentes desenvolvidos, como os Estados Unidos e a Europa.(2,3)

O desenvolvimento industrial, urbano e rural, com o intuito de absorver a demanda populacional e econômica ao longo dos anos, tem como consequência o aumento das emissões de poluentes do ar, cujo acúmulo de suas concentrações é passível de comprometer o equilíbrio dos ecossistemas e gerar danos à saúde.(58) Essas consequências refletem negativamente na sociedade e na economia, aumentando a vulnerabilidade das populações mais necessitadas, nos custos do sistema de saúde e na degradação do sistema urbano e rural, visto que a contaminação das águas e do solo, acidificando-os, promove a corrosão de estruturas e a redução da capacidade fotossintética.(58,59) Considerando isso, é exigida a incorporação de medidas de eliminação ou mitigação, vinculando a criação de políticas com ação de caráter normativo, visando à prevenção e ao controle da qualidade do ar.(2,59)

As discussões quanto à regulamentação da qualidade do ar na Europa (60) e nos Estados Unidos (61) deram-se no início de 1970. Entre 1996 e 2008, na Europa, houve a publicação de diretivas relacionadas à gestão e à avaliação da qualidade do ar (1996/62/CE)(60), bem como, aos valores limites de emissão para o Pb, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, MP<sub>10</sub> (1990/30/CE), SO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, COVs não metano (2001/81/CE) e MP<sub>2.5</sub> (2008/50/CE).(2) Nos Estados Unidos, por sua vez, a instituição da Lei do Ar Limpo, revisada em 1990, exigiu da agência de monitoramento nacional a implementação de normas de padronização da qualidade do ar de poluentes considerados nocivos à saúde populacional e ambiental, conforme título 40, parte 50, do *Código das Regulamentações Federais dos Estados Unidos*.(62) Tais medidas conferiram significativa redução da poluição ambiental nas regiões, mesmo contrastando com o crescimento econômico

e os gastos energéticos.(2,61), mas não acompanharam as recomendações proferidas pela OMS.(2,62)

A proteção da qualidade do ar no Brasil está presente na Constituição Federal de 1988 e na Lei 6.938, de 1981, que demarca os princípios e as ferramentas da *Política Nacional do Meio Ambiente* (PNMA), cujo principal objetivo é "[...] a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, [...] condições ao desenvolvimento socioeconômico aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana".(63) Dessa lei derivaram as premissas para o surgimento do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios, responsáveis pela preservação, proteção e recuperação ambiental, dentre os quais se encontra o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).(64) No Brasil, esse órgão é responsável por regularizar as concentrações dos poluentes do ar, com base nos ditames publicados pela OMS (65), cabendo ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) coordenar as discussões que gerarão os novos limites de emissão.(66)

O *Programa Nacional de Controle de Qualidade de Ar* (PRONAR) foi criado pelo CONAMA, por intermédio da Resolução nº 5, de 15 de junho de 1989, que reitera a Lei 6.938 de 1981, frisando a importância das ferramentas e estratégias para a monitorização do estado de qualidade ambiental, estabelecendo parâmetros de emissão de poluentes gasosos e particulados, garantindo uma melhoria da qualidade do ar e o não comprometimento das áreas degradadas.(66) As diretrizes e padrões de qualidade de ar variam conforme as particularidades de cada local, reconhecendo suas circunstâncias e heterogeneidades, antes de serem implantadas.(65)

O PRONAR é um instrumento da gestão ambiental que define metas de estruturação de recursos humanos e materiais, visando à proteção do bem-estar social e à melhoria da qualidade de vida, viabilizando o desenvolvimento socioeconômico ambientalmente seguro, ao limitar, em nível nacional, as emissões por tipologia de fonte e poluentes de maior importância. Nele estão incorporado, como instrumentos estratégicos para fortalecimento da gestão da qualidade do ar, programas, a exemplo: *Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores* (PROCONVE); *Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial* (PRONACOP); *Programa Nacional de Avaliação da Qualidade do Ar; Programa Nacional de Inventário de Fontes Poluidoras do Ar e Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar.*(67) Dentre programas e projetos desenvolvidos citam-se, também, o *Programa de Controle da Poluição* 

do Ar por Motociclos e Veículos Similares (PROMOT), o Plano Nacional de Qualidade do Ar, e 1º Diagnóstico da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil.(58)

Com a Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990 (68), complementando a Resolução nº 05 de 15 de junho de 1989, o CONAMA define os padrões de qualidade do ar e conceitua poluente atmosférico. De acordo com os seus artigos 1º e 2º, em síntese, os padrões de qualidade do ar correspondem às concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassados, poderão afetar a saúde da população, sua segurança e bem-estar, acrescido a isso, causar danos à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente com um todo.

Essa definição, dentre outras abordadas na Resolução, foi importante para caracterização dos parâmetros que delimitam os níveis máximo e mínimo das concentrações emitidas de poluentes, auxiliando no gerenciamento ambiental e industrial. Desde 1990 até início de 2013, o CONAMA lançou novas resoluções sobre essa temática, com o intuito de aperfeiçoamento instrumental e ampliação conceitual.(69) Contudo, essas novas medidas não modificaram de forma abrangente a resolução inicial e nos cinco anos subsequentes a 2013 não houve novas publicações.

Em 2018, o CONAMA revogou as Resoluções nº 3/1990 e nº 5/1989 (itens 2.2.1 e 2.3). Conforme a Resolução nº 491, publicada em 21 de novembro de 2018 (43), o padrão de qualidade do ar corresponde a um instrumento de gestão, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo temporal de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos danos causados pela poluição atmosférica. Por conseguinte, esses padrões são agrupados em duas categorias: padrões de qualidade do ar intermediários (PI), valores temporariamente estabelecidos a serem cumpridos em até três etapas; e padrões de qualidade do ar final (PF), valores-guia definidos pela OMS, em 2005 (Figura 2). As etapas devem seguir considerando os *Planos de Controle de Emissões Atmosféricas* e os *Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar*, sendo este último realizado a cada três anos, pelos órgãos estaduais e distrital de meio ambiente, estabelecendo inclusive critérios e métodos para monitorização, as áreas de abrangência e as principais fontes de emissão com seus respectivos poluentes.

Figura 2 – Padrões de qualidade do ar do Brasil, estabelecidos pela Resolução nº 491/2018.

Deliverte Atmosférica	Daviada da Dafasânsia	PI-1	PI-2 PI-3 PF		PF	
Poluente Atmosférico	Período de Referência	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm
Material Particulado - MP <sub>10</sub>	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	-
Material Particulado - MP <sub>2,5</sub>	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual <sup>1</sup>	20	17	15	10	-
Diávido do Envotro CO	24 horas	125	50	30	20	-
Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub>	Anual <sup>1</sup>	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO <sub>2</sub>	1 hora <sup>2</sup>	260	240	220	200	-
	Anual <sup>1</sup>	60	50	45	40	-
Ozônio - O <sub>3</sub>	8 horas <sup>3</sup>	140	130	120	100	-
Fumaca	24 horas	120	100	75	50	-
Fumaça	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas <sup>3</sup>	-	-	-	-	9
Postforder Tetricom Commercia	24 horas	-	-	-	240	-
Partículas Totais em Suspensão - PTS	Anual <sup>4</sup>	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb <sup>5</sup>	Anual <sup>1</sup>	-	-	-	0,5	-
¹ - média aritmética anual						
<sup>2</sup> - média horária						
<sup>3</sup> - máxima média móvel obtida no dia						
<sup>4</sup> - média geométrica anual						
<sup>5</sup> - medido nas partículas totais em suspensão						

Fonte: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740

Coube, na Resolução supracitada, inclusive, o estabelecimento de critérios para aplicação de um plano para episódios agudos de poluição do ar, objetivando evitar iminentes riscos à saúde, ressaltando a classificação de três níveis de concentração: Atenção, Alerta e Emergência (Figura 3). Para cada um desses níveis ou estados de concentração de poluentes, exige-se a análise não somente do poluente, mas também das condições meteorológicas que podem favorecer a sua dispersão.

**Figura 3** – Níveis de atenção, alerta e emergência para poluentes atmosféricos e suas respectivas concentrações no Brasil, estabelecidos pela Resolução nº491/2018.

			Poluentes	e concentrações		
SO <sub>2</sub> μg/m³ (média de 24h)	Material Particulado					
	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>	CO	O <sub>3</sub> μg/m³	<b>NO</b> ₂ μg/m³	
	(média de	μg/m³ (média de 24h)	μg/m³ (média de 24h)	média móvel de 8h)	(média móvel de 8h)	(média de 1h)
Atenção	800	250	125	15	200	1.130
Alerta	1.600	420	210	30	400	2.260
Emergência	2.100	500	250	40	600	3.000

 $SO_2$  = dióxido de enxofre; MP10 = material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10  $\mu$ m;

Fonte: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740

Além da classificação do estado de concentração para episódios agudos, há o *Índice de Qualidade do Ar* (IQAR), valor empregado para comunicar à população a relação das concentrações dos poluentes com possíveis efeitos adversos à saúde dos indivíduos.(43) Para cada poluente é calculado um índice que recebe uma qualificação, categorizada em cores. O IQAR é classificado em: N1 – Boa (Verde); N2 – Moderada (Amarela); N3 – Ruim (Laranja); N4 – Muito Ruim (Vermelho) e N5 – Péssima (Roxo),(70) e foi desenvolvido, primeiramente, nos Estados Unidos da América, pela United States Environmental Protection Angency (EPA), com o intuito de facilitar a população na compreensão dos diferentes níveis de concentração dos poluentes locais e o significado de risco para a saúde (Figura 4).(71)

Figura 4 – Adaptação do quadro do Índice de qualidade do ar e efeitos à saúde.

Qualidade	Índice	Significado
N1 – Boa	0 – 40	A qualidade do ar é satisfatória e apresenta pouco ou nenhum risco para a saúde da população
N2 – Moderada	41 – 80	A qualidade do ar é aceitável, contudo, pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.

 $MP_{2,5}$  = material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5  $\mu$ m; CO = monóxido de carbono;

 $O_3$  = ozônio;  $NO_2$  = dióxido de nitrogênio  $\mu$ g/m3; ppm = partes por milhão.

N3 – Ruim	81 – 120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 – Muito Ruim	121 – 200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como: tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 – Péssima	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

**Fonte:** https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/; https://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi

Em outros países, a exemplo dos Estados Unidos, a monitorização e a regularização são efetuadas pela Environmental Protection Agency (EPA), em português, Agência de Proteção Ambiental, dos Estados Unidos. É uma agência governamental, responsável pela pesquisa, monitorização, elaboração de normas e atividades encarregadas de proteger a saúde humana e ambiental, e está presente desde 1970.(72) Na Europa, a European Environmental Agency (EEA) é importante na divulgação da situação ambiental do continente e uma influenciadora de projetos e políticas ambientais.(73) Está envolvida com a coordenação do European Environment Information and Observation Network (Eionet), rede colaborativa da EEA e países membros e colaboradores, na qual há uma troca informacional e tecnológica entre instituições e centros vinculados, com o intuito de fornecer conteúdo de alta qualidade e atual quanto ao meio ambiente, em diferentes níveis, abrangendo esferas locais a internacionais.(74)

Desde 1990(2), anualmente, a União Europeia divulga um relatório sobre as emissões atmosféricas e os impactos à saúde, ao ambiente e à economia, com o objetivo de melhorar a qualidade do ar e reduzir a poluição da região.(75) A United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) e outros países e organizações associados fazem uso dessas informações

produzidas em cada território europeu e estados membros, sumarizados e apresentados na Convenção da Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)(2). A UNECE integra 56 Estados na Europa, América do Norte e Ásia, organizações governamentais e não governamentais e preza pela integração e cooperação econômica, assim como pelo desenvolvimento sustentável.(76)

# 1.3.3 Classificação Estatística Internacional de Doenças e problemas relacionados com a saúde

A Classificação Internacional de Doenças, ou Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID), é uma ferramenta desenvolvida pela OMS e tem como função a monitorização da prevalência e incidência de doenças, sinais e sintomas, lesões, queixas, mortes, problemas de saúde pública, causas externas de ferimentos e circunstâncias sociais.(77) É constituída por códigos que padronizam doenças e problemas de saúde, uniformizando a linguagem médica, facilitando o intercâmbio informacional e a compreensão do panorama da situação de saúde em nível global.(77,78)

O instrumento é amplamente usado por epidemiologistas e pesquisadores, profissionais de saúde, empresas e seguradoras em saúde e gestores nacionais de programas em saúde. (78) Ele foi revisado dez vezes e a edição vigente é a décima, datada de 1989, realizada em Genebra, a partir da Conferência Internacional para a Décima Revisão da Classificação Internacional de Doenças realizada. Contudo, não havendo um processo de atualizações entre cada revisão, foram desenvolvidos mecanismos de atualização estabelecidos pelo Grupo de Referência de Mortalidade (Moratality Reference Group) e o Comitê de Referências de Atualizações (Update Reference Commitee), criados em 1997 e 2000, respectivamente, juntamente com os membros e diretores dos Centros Colaboradores da OMS. (79)

O CID-10 foi publicado entre 1992 e 1994 em três volumes (79), mas suas atualizações deram início a partir de 1996.(80) Foram estabelecidas duas categorias de incremento do sistema de tabulações: principais (*major*), que acontece a cada três anos, e secundárias (*minor*), a cada ano. As renovações compreendem inclusão, exclusão e movimentação de códigos; alterações de índices ou regras; correções de erros tipográficos e conceituais; e introdução de novos termos.(81)

A classificação foi estruturada a partir de uma estratificação pioneira desenvolvida por William Farr, em 1856, que distribuía a prevalência dos diagnósticos em grupos, seja pela etiologia ou

anatomia associada.(82) Conforme preconizava Farr, os dados estatísticos deveriam ser agrupados em: a) doenças epidêmicas, b) doenças constitucionais ou gerais, c) doenças localizadas dispostas por local de acometimento, d) doenças de desenvolvimento, e e) traumatismos. Os grupos "a" e "b" são tidos como "grupos especiais" e os demais, como "doenças localizadas dispostas por sítio de acometimento".(83)

Os códigos do CID estão distribuídos em capítulos e são categorizados por três caracteres, que podem ser divididos em até 10 subcategorias de 4 caracteres. No CID-10, usa-se um código alfanumérico com uma letra na primeira posição (A a Z) e números (de 0 a 9) nas três posições adicionais, sendo o quarto caractere seguido por um ponto decimal.(83) O sistema de tabulação tem 22 capítulos que portam códigos de A00.0 a Z99.9. O capítulo 10, correspondente a Doenças do Sistema Respiratório e apreende os códigos de J00.0 a J99.9 (84) A pneumonia e suas variantes correspondem a J12 a J18.9.

Em 2022, entrará em vigor a nova *Classificação Internacional de Doenças*, CID-11.(85) Essa notícia foi antecipada em 18 de junho de 2018, pela Organização Mundial de Saúde das Nações Unidas, ao divulgar uma prévia do material para que os países possam se planejar para o treinamento de profissionais, adequação ao idioma e implementação local. Ele foi divulgado oficialmente na Assembleia Mundial de Saúde em 25 de maio de 2019 (86) e apresenta inovações que refletem os avanços das Ciências Médicas e Tecnológicas: a) será integrada em aplicativos eletrônicos e sistemas de informação em saúde, favorecendo acessibilidade e reduzindo os custos para as ferramentas de aplicação; b) foram agregados novos códigos passando de 14.400 para 55.000, incluindo Distúrbios em Games (6C51), Distúrbios do Estresse Pós-traumático (6B40), Bactérias resistentes a drogas antimicrobianas (MG52), HIV (XN487) e Acupuntura ou terapias relacionadas a ferimentos ou danos no uso terapêutico (PK81.3).(85,87)

# 1.3.4 Fisiopatologia da pneumonia e o material particulado

O trato respiratório é comumente exposto por diversos agentes patogênicos e inflamatórios. A pneumonia corresponde a uma infecção do parênquima pulmonar por agentes infecciosos, como bactérias, vírus, parasitas ou fungos, resultando em inflamação tecidual e em acúmulo de exsudato e fluídos no interior alveolar.(18) A doença pode se agravar quando o patógeno ou a inflamação se dissemina para regiões além do alvéolo, como por exemplo, o espaço pleural, causando pleurite ou derrame pleural parapneumônico.(88)

A doença infecciosa aguda do trato inferior do aparelho respiratório, anteriormente descrita, é considerada uma das doenças que mais mata os extremos das faixas de idade, portanto, o seu diagnóstico e o tratamento requerem o reconhecimento dos possíveis fatores de risco.(11,18,19,23,24) Dentre os fatores de risco associados, o de maior alerta é a fragilidade do sistema imunológico (23,24,89,90), ao qual se acresce uma ineficácia das barreiras anatômicas, dos mecanismos de limpeza do trato superior, que compreendem as regiões naso e orofaríngea, bem como, fatores humorais e celulares dos alvéolos.(38,88)

A conformação do aparelho respiratório viabiliza a penetração de cerca de 10 mil litros de ar e outros compostos sujeitos a turbulências e mudanças abruptas ao longo do trajeto das cavidades nasais, até os segmentos terminais da árvore brônquica.(38,88) Portanto, o epitélio respiratório entra em contato com essa matéria inalada, que compreende: vírus, microrganismos diversos, bioprodutos da combustão de biomassa, partículas de exaustão de *diesel*, material particulado e outros constituintes que podem impor consequências negativas a saúde dos pulmões, consolidando, como resultado, a destruição da barreira funcional, indução excessiva de mediadores inflamatórios (11), do estresse oxidativo, da necrose celular(8,91), de danos no DNA e da mutagênese.(9)

Considerando-se a toxicidade do MP para os pulmões, a exacerbação e predisposição de doenças, tais como a pneumonia, alguns estudos discorrem acerca dos seus mecanismos de ação.(8-10,46) Em um estudo revisional desenvolvido por Wu e colaboradores (8) acerca das característica do MP e os seus efeitos na saúde pública, constatou-se que a heterogeneidade química e as propriedades físicas dessa partícula dificultam estabelecer uma dose tóxica padrão, já que pequenas doses impõem riscos à saúde humana. Além disso, os mecanismos pelos quais o MP influencia na exacerbação das doenças respiratórias não estão completamente elucidados. Em contrapartida, Alves e colaboradores (9) investigaram e analisaram os efeitos da toxicidade celular e molecular associados às concentrações de MP<sub>10</sub> provenientes das queimadas da biomassa amazônica. Evidenciaram-se, a curto (24h) e longo (72) prazos, a formação de compostos oxidativos pós-exposição do MP (200 e 400 µg.mL<sup>-1</sup>) em células do tecido pulmonar humano, bem como um significativo aumento de marcadores inflamatórios, IL-1β e TNF-α, e proteínas associadas a controle da divisão celular, p53 e p21, evidenciando uma possível capacidade de indução do câncer de pulmão. Já em testes realizados em animais, Yoshizaki e colaboradores (46) avaliaram e compararam as modulações inflamatórias dos pulmões de camundongos, entre machos e fêmeas, em presença da poluição atmosférica urbana em nível ambiental ou artificial, pela concentração do MP<sub>2,5</sub>. Identificaram o aumento marcadores inflamatórios em ambos sexos expostos ao poluente, contudo, o aumento de marcadores de inflamações agudas, como macrófagos, neutrófilos, e COX-2, foram mais frequentes nos machos e, de inflamação crônica, nas fêmeas, como IL-17.

## 1.3.5 Relevância científica

A poluição atmosférica e as variações meteorológicas são temas de interesse global pelo fato de constituírem importantes intervenientes no modo de vida e de produção social e ambiental.(2,4,25) Isto posto, o estudo pertinente confere: identificação dos efeitos à saúde humana e ambiental (16,33,41,46); avaliação dos fatores e ambientes de risco; elaboração de medidas protetivas;(6,92,93); e o desenvolvimento de tecnologias mais avançadas e específicas de monitorização que abrangem o individual e o coletivo (94). Dessa forma, em longo e curto prazos, as pesquisas geram produtos de propagação informacional e ações desenvolvidas pela saúde pública, para a promoção de uma qualidade de vida mais adequada.

# 2 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Estudo observacional descritivo e exploratório, cujo foco de análise são: o material particulado de diâmetro aerodinâmico 10 μm, dados meteorológicos e as internações por pneumonia (J12.0 – J18.9), em residentes do Salvador, no Estado da Bahia, no período de 1º de janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2015.

#### 2.2 LOCAL DO ESTUDO

O município de Salvador está localizado no Estado da Bahia, é sua capital e está situado na Zona da Mata da Região Nordeste do Brasil, apresentando clima tropical atlântico, quente úmido, sem estação seca discernível, temperatura média correspondente a 26°C (95) e períodos chuvosos concentrados entre os meses de março e agosto, frente à atuação das massas Tropical Atlântico e a Polar Atlântico.(96) A capital tem uma topografia acidentada, formada por colinas e vales; sua parte superior está situada sobre a muralha de uma falha tectônica, enquanto a região inferior abrange o porto, a zona de comércio e a baía. A península ocupa uma posição estratégica que permite a visualização da baía de Todos-os-Santos e o acesso de transportes marítimos.(96)

Salvador é a quarta capital do Brasil em população e está em constante processo de absorção de migrantes, fato que influencia a expansão da orla marítima, amplo povoamento dos espaços centrais e bairros periféricos.(97) Em vista disso, há o incentivo do crescimento da atividade econômica soteropolitana, com foco no setor terciário, que compreende o comércio e a prestação de serviços; em segunda posição, está a indústria e, em terceiro, a agricultura.(98) Acrescido a isso, destaca-se o crescimento veicular que, entre 2006 e 2016, correspondeu a 184,4%, compondo mais da metade da frota estadual (68,5%).(99)

A população do município Salvador é estimada em 2.875.329 habitantes, segundo dados de 2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A capital da Bahia tem uma densidade demográfica de 3.859,4 hab/km² [2010](95), a área territorial correspondente a 693,831 km² [2018], IDHM de 0,753 [2010] e PIB *per capita* de R\$ 20.796,62 [2016],(100)

com 28,6% de sua população constituída de trabalhadores formais, ocupando a quarta posição entre as cidades do Estado.(95)

#### 2.3 COLETA DE DADOS

# 2.3.1 Dados dos poluentes

Os dados das concentrações dos poluentes e dos parâmetros meteorológicos foram disponibilizados pela Central de Tratamento de Efluentes Líquidos (CETREL S/A), empresa de origem brasileira, localizada no município de Camaçari, no estado da Bahia, com mais de 40 anos de atuação, sendo responsável pelo gerenciamento das emissões atmosféricas, recursos hídricos, efluentes, resíduos sólidos industriais. A empresa é certificada nas normas internacionais (ISO 9001; ISSO 14001; OHSAS 18001 e ISO 17025), além disso, seus laboratórios são acreditados pela Norma Brasileira (NBR) ISO/IEC 17025 e presta serviços de análise ambiental, atendendo as legislações vigentes - vide a CONAMA, NBR e Portaria 2914.(101,102)

A rede de monitoramento na região metropolitana de Salvador se constitui de oito estações automáticas que operam por 24h, com medições a cada hora, iniciando em 01h00min e finalizando em 24h00min. A monitorização ocorreu entre os anos de 2011 e 2016, contudo, apenas os anos de 2014 e 2015 apresentaram 100% das estações em atividade. As estações (Figura 5) estão localizadas nas áreas denominadas: Paralela/Centro Administrativo da Bahia (CAB) (Latitude: -12.95, Longitude: -38.43), Dique do Tororó (Latitude: -12.98, Longitude: -38.51), Campo Grande (Latitude: -12.99, Longitude: -38.52), Pirajá (Latitude: -12.90, Longitude: -38.46), Rio Vermelho (Latitude: -13.01, Longitude: -38.49), Av. Antônio Carlos Magalhães/Departamento Estadual de Transito (ACM/DETRAN) (Latitude: -12.98, Longitude: -38.47), Itaigara (Latitude: -12.99, Longitude: -38.48) e Av. Barros Reis (Latitude: -12.96, Longitude: -38.48) (Apêndice).

**Figura 5** – Localização das estações de monitoramento dos poluente atmosféricos estabelecidos em Salvador, Bahia.



Fonte: http://qualidadedoar.org.br/

As variáveis de análise foram o material particulado de 10 μm de diâmetro aerodinâmico (μg/m³), temperatura (C°) e umidade relativa (%). Consideraram-se válidas as informações com mais de 80% de monitorização, captadas de 1° de janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2015, em todas as estações supracitadas.

De acordo com a OMS, para o MP<sub>10</sub>, recomenda-se o limite de emissão diário de 50 μg/m<sup>3</sup>. No Brasil, entre 2014 e 2015, os limites instituídos eram 150 μg/m<sup>3</sup> ao dia, segundo a Resolução n° 3, de 28 de junho de 1990 (68). Contudo, a Resolução n. 491, de novembro de 2018(43), prega, de acordo com os padrões intermediários da primeira fase, o limite diário de 120 μg/m<sup>3</sup>.

# 2.3.2 Dados das internações

Para a aquisição das internações relativas às pneumonias, utilizaram-se as informações referentes ao número absoluto delas registradas no Sistema de Informações Hospitalares, do Sistema de Único de Saúde (SIH-SUS), disponíveis no banco de dados do DATASUS¹, que disponibiliza os dados diários referentes às internações, com os respectivos diagnósticos, de acordo com o Capítulo X: *Doenças de Sistema Respiratório* (J00-J99), cuja seleção foi de J12.0 a J18.9, na forma compactada de arquivos ".dbc". Esses dados foram expandidos pelo programa *TabWin*, disponibilizado na página do DATASUS, para formato ".dbf". Os dados contendo as informações das internações, de 1º janeiro de 2014 até 31 de dezembro de 2015, foram

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Disponível em: http://www.datasus.gov.br

organizados em planilha, segundo as variáveis: residência (código do município de Salvador: 2927408), sexo (masculino e feminino); raça/cor (branca, preta, parda, amarela, indígena e sem informação); idade (de zero a 99 anos), categorizadas em criança (0-12 anos); adolescente (13-18 anos); adulto (19-64 anos); idoso (65 anos ou mais); data de internação (dia/mês/ano); CID principal (Anexo), categorizado em grupos: pneumonia viral (J12.0-J12.9), pneumonia bacteriana (J13-J16.0), pneumonia inespecífica (J16.8-J18.9).

#### 2.3.3 Análise estatística

Os dados foram organizados em planilhas do *software* Microsoft Excel® 2016. As concentrações do poluente e informações meteorológicas foram distribuídas conforme data (dia/mês/ano), hora e local de monitorização; as internações foram distribuídas conforme sexo, raça/cor, idade, data de internamento (distribuídos em dia/semana/mês), CID principal. Depois de organizados, passaram por tratamento estatístico descritivo, apresentando em medidas de tendência central, frequência e porcentagem no R *Statistical Software*, versão 3.5.3. Os resultados dos parâmetros atmosféricos e internações foram apresentados em tabelas e figuras.

#### 2.3.4 Viabilidade técnico-científico e aspectos éticos

Conforme as orientações contidas na Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, sobre as normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, para a realização deste trabalho, não houve necessidade do termo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, pois os dados são de abrangência nacional, disponíveis para a esfera pública, não havendo restrições de acesso ou divulgação de dados pessoais dos indivíduos.

#### **3 RESULTADOS**

### 3.1 PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS

Constatou-se que o valor mínimo para o MP<sub>10</sub>, entre as estações de monitoramento, foi 0,2 μg/m³, às 18h00min, do dia 19 de fevereiro (Estação Itaigara), e o valor máximo captado foi 969,4 μg/m³, às 16h00min, do dia 24 de outubro (Estação Itaigara), ambos em 2014. O valor mínimo registrado em 2015 foi 0,5 μg/m³, às 04h00min, do dia 23 de dezembro (Estação Campo Grande), e o valor máximo, 417,2 μg/m³, às 11h00min, do dia 14 de novembro (Estação Itaigara) (Figura 6). A Estação Av. Barros Reis apresentou os maiores valores médios do MP<sub>10</sub> nos dois anos, totalizando 44,4 μg/m³, não excedendo em 11,2% o limite nacional 50 μg/m³. Houve curtas variações para temperatura e umidade na cidade de Salvador entre os anos de análise, contudo, a menor temperatura registrada foi a 18,2°C, às 06h00min, do dia 26 de agosto de 2014 (Estação Itaigara) e a maior, 35,1°C, às 11h00min, do dia 11 de abril de 2015 (Estação Av. ACM/DETRAN); quanto à umidade relativa do ar, foi registrado como valor máximo de 94%, às 11h00min, do dia 04 de agosto de 2015 (Estação Paralela/CAB), e o mínimo de 37%, às 11h00min, do dia 04 de agosto de 2015 (Estação Campo Grande e Estação Pirajá) (Tabela 1).

Evidenciaram-se alta dispersão nas concentrações diárias do MP<sub>10</sub> na Estação Itaigara, no ano de 2014, e elevações no primeiro trimestre na Estação Campo Grande, sendo o maior pico 108,5  $\mu g/m^3$ , em 21 de fevereiro de 2014. Nas demais estações, há uma constância na distribuição referida, com picos pontuais nos segundo e terceiro trimestres. Somente a Estação Itaigara excedeu, em três dias no ano de 2014, os limites médios diários padronizados nacional e internacionalmente, dois em maio (174,8 e 307,7  $\mu g/m^3$ ) e um em outubro (195,5  $\mu g/m^3$ ) (Figura 6).

Tabela 1 – Estatística descritiva dos parâmetros atmosféricos diários por local de monitoramento. Salvador, Bahia. 2014-2015.

	2014 2015						TOTAL					
Estação	Média (DP) 1	Mínimo	Md (Q1-Q3) <sup>2</sup>	Máximo	Média (DP) 1	Mínimo	Md (Q1-Q3) <sup>2</sup>	Máximo	Média (DP) 1	Mínimo	Md (Q1-Q3) <sup>2</sup>	Máximo
AV. ACM/DETRAN												
MP10	22,3 (11,7)	1,3	20,8 (13,7-29,1)	136,6	24,2 (13,2)	1,5	22,4 (14,8-31,3)	148,6	23,3 (12,5)	1,3	21,5 (14,3-30,2)	148,6
Temperatura	26,9 (2,2)	20,9	26,7 (25,2-28,4)	33,4	27,3 (2,4)	21,2	27,1 (25,6-28,9)	35,1	27,1 (2,3)	20,9	26,9 (25,4-28,6)	35,1
Umidade	71,7 (8,6)	46	71 (65-77)	93	71,7 (9,2)	44	72 (65-78)	93	71,7 (8,9)	44	72 (65-78)	93
AV. BAIRRO REIS												
MP10	44 (22,2)	3,4	41,1 (28,9-54,5)	219,7	44,8 (23,8)	2,5	41,2 (27,8-57,3)	229,9	44,4 (23)	2,5	41,2 (28,3-55,9)	229,9
Temperatura	25,2 (2,2)	19,2	25,1 (23,6-26,7)	31,6	25,2 (2,3)	19,4	25 (23,7-26,6)	33,3	25,2 (2,2)	19,2	25,1 (23,6-26,7)	33,3
Umidade	68,6 (9,3)	38	69 (62-75)	90	69,4 (9,7)	38	70 (62-76)	91	69 (9,5)	38	69 (62-76)	91
CAMPO GRANDE												
MP10	20,9 (16,4)	0,4	18,6 (10,5-28)	474,1	20,9 (12,3)	0,5	19,3 (11,9-27,5)	185,2	20,9 (14,5)	0,4	19 (11,3-27,7)	474,1
Temperatura	26,5 (2,2)	21	26,3 (24,9-27,9)	33	27 (2,3)	21,1	26,7 (25,3-28,3)	34,3	26,7 (2,3)	21	26,5 (25,1-28,1)	34,3
Umidade	71,9 (8,7)	44	72 [66-78]	92	70,4 (9,4)	37	71 (64-77)	91	71,1 (9,1)	37	72 (65-77)	92
DIQUE DO TORORÓ												
MP10	18,7 (10,6)	1,2	17,2 (11,1-24,3)	181,2	19,4 (11,2)	1,8	17,5 (11,5-25,2)	203,7	19,1 (10,9)	1,2	17,4 (11,3-24,8)	203,7
Temperatura	26,3 (2,12)	20,7	26,1 (24,7-27,7)	32,3	26,7 (2,3)	20,8	26,6 (25,1-28,2)	34,3	26,5 (2,2)	20,7	26,4 (24,9-28)	34,3
Umidade	72,4 (8,5)	47	72 (66-78)	92	72,3 (9,3)	41	73 (66-79)	92	72,4 (8,9)	41	73 (66-79)	92
ITAIGARA												
MP10	19,5 (34,1)	0,2	12,8 (6,4-23,1)	969,4	16 (16)	0,7	13,4 (8,1-20,4)	417,2	17,8 (26,9)	0,2	13,1 (7,2-21,6)	969,4
Temperatura	24,5 (2,9)	18,2	24,4 (22,8-26)	30,1	25,2 (2,2)	18,9	25 (23,6-26,8)	33,4	24,8 (2,3)	18,2	24,8 (23,2-26,4)	33,4
Umidade	71,8 (9)	47	71 (65-78)	92	72,1 (9,7)	43	72 (65-79)	93	71,1 (9,3)	43	72 (65-78)	93
PARALELA/CAB												
MP10	25,1 (17,9)	0,6	21,4 (14,9-29,9)	207,4	18,8 (10)	0,9	17,7 (11,6-24,6)	112,6	22 (14,9)	0,6	19,5 (12,9-27,2)	207,4
Temperatura	25,7 (1,9)	20	25,7 (24,3-27,1)	31,3	26,2 (2,1)	20,6	26,1 (24,8-27,6)	32,8	26 (2)	20	25,9 (24,5-27,3)	32,8
Umidade	74,1 (8,2)	52	74 (68-80)	93	75 (8,6)	49	75 (69-81)	94	74,6 (8,4)	49	74 (68-81)	94

Fonte: Adaptação da CETREL S/A. Legenda: <sup>1</sup>Média Aritmética (Desvio Padrão); <sup>2</sup>Md (Mediana)[Q1 (Quartil 25%) - Q3 (Quartil 75%)]

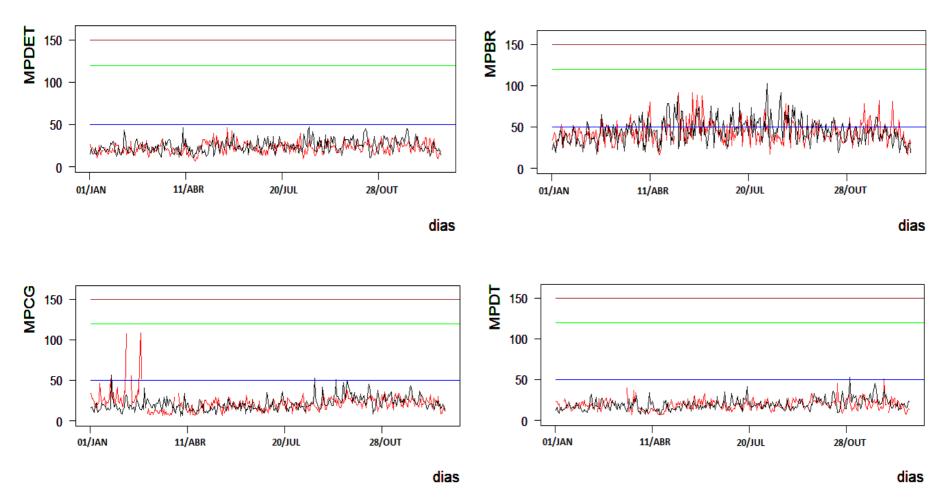
Tabela 1 – Estatística descritiva dos parâmetros atmosféricos diários por local de monitoramento. Salvador, Bahia. 2014-2015. Continuação.

		2014					2015		TOTAL				
Estação	Média (DP) 1	Mínimo	Md (Q1-Q3) <sup>2</sup>	Máximo	Média (DP) 1	Mínim	no Md (Q1-Q3) <sup>2</sup>	Máximo	Média (DP) 1	Mínimo	Md (Q1-Q3) <sup>2</sup>	Máximo	
PIRAJÁ													
MP10	23,9 (16,4)	1,3	20,6 (12,6-31,4)	260,8	19,8 (12,1)	1,2	17,6 (10,9-26,3)	184,2	21,8 (14,4)	1,2	19 (11,6-28,7)	260,8	
Temperatura	25,8 (2,5)	19,9	25,4 (23,9-27,4)	32,7	26,2 (2,6)	20,5	25,8 (24,3-27,9)	34,8	25,9 (2,6)	19,9	25,6 (24,1-27,7)	34,8	
Umidade	74,2 (10,2)	38	76 (67-82)	93	73,2 (11)	37	75 (65-82)	92	73,6 (10,6)	37	76 (66-82)	93	
RIO VERMELHO													
MP10	29,8 (19)	0,5	26,3 (17,3-37,3)	254,9	24,2 (12,7)	1,8	22,5 (15,3-31,0)	202,3	27 (16,3)	0,5	24,2 (16,3-33,8)	254,9	
Temperatura	27 (2,1)	21,4	27 (25,5-28,6)	32,7	27,3 (2,1)	21,1	27,3 (25,8-28,9)	33,9	27,2 (21,1)	21,1	27,2 (25,6-28,7)	33,9	
Umidade	71,9 (8,2)	50	71 (66-77)	93	71,8 (8,4)	45	71 (66-77)	93	71,9 (8,3)	45	71 (66-77)	93	

**Fonte**: Adaptação da CETREL S/A. Legenda: <sup>1</sup>Média Aritmética (Desvio Padrão)

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Md (Mediana)[Q1 (Quartil 25%) - Q3 (Quartil 75%)]

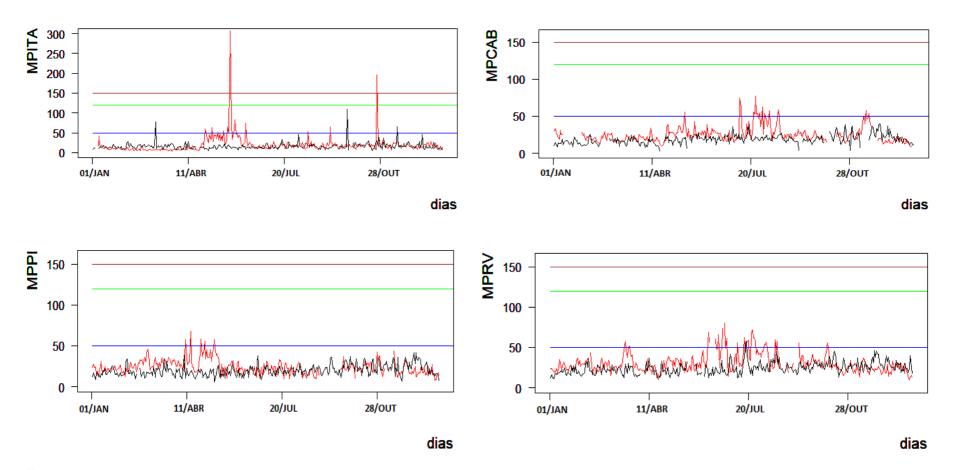
**Figura 6** – Distribuição das médias diárias de MP<sub>10</sub> (μg/m<sup>3</sup>) por estação de monitoramento. Salvador, Bahia. 2014-2015.



Fonte: CETREL S/A.

Legenda: As linhas em vermelho correspondem ao ano de 2014; em preto, 2015; em azul, o padrão recomendado pela OMS, estabelecido pela WHO Air Quality Guideline 2005; em verde, o padrão de 2018, estabelecido pela Resolução do CONAMA nº491/2018; e em marrom, o padrão de 1990, estabelecido pela Resolução do CONAMA nº03/1990.MPDET: Estação Av. ACM/DETRAN; MPBR: Estação Av. Barros Reis; MPCG: Estação Campo Grande; MPDT: Estação Dique do Tororó; MPITA: Estação Itaigara; MPCAB: Estação PARALELA/CAB; MPPI: Estação Pirajá; MPRV: Estação Rio Vermelho.





Fonte: CETREL S/A.

Legenda: As linhas em vermelho correspondem ao ano de 2014; em preto, 2015; em azul, o padrão recomendado pela OMS, estabelecido pela WHO Air Quality Guideline 2005; em verde, o padrão de 2018, estabelecido pela Resolução do CONAMA nº491/2018; e em marrom, o padrão de 1990, estabelecido pela Resolução do CONAMA nº03/1990. MPDET: Estação Av. ACM/DETRAN; MPBR: Estação Av. Barros Reis; MPCG: Estação Campo Grande; MPDT: Estação Dique do Tororó; MPITA: Estação Itaigara; MPCAB: Estação PARALELA/CAB; MPPI: Estação Pirajá; MPRV: Estação Rio Vermelho.

## 3.2 HOSPITALIZAÇÕES POR PNEUMONIA

Entre os anos de 2014 e 2015, contabilizaram-se 9.362 hospitalizações por pneumonia em Salvador/BA. Dessas, 4.912 (52%) foram de indivíduos do sexo masculino; 1.094 (11,7%), indivíduos de raça/cor parda; 5.094 (54,4%), crianças e 2.306 (24,6%), idosos. Houve uma redução de 712 (24,5%) hospitalizações de crianças e aumento de 114 (10,4%) de idosos, de 2014 para 2015 (Tabela 2). Em média, ocorreram 13 internações por dia (12,8), com mínimo de dois e máximo de 49 internações; semanalmente, 89 internações (88,6); e, mensalmente, 390 internações (390,1), aproximadamente (Tabela 3). O mês de junho correspondeu ao período com a maior frequência de internamentos, seguido dos meses de outubro e março (Figura 7); e a pneumonia bacteriana não específica (CID J15.9) foi a mais frequente entre os registros (Tabela 4).

**Tabela 2** – Frequência absoluta e relativa de internações por pneumonia segundo característica demográfica em residentes de Salvador, Bahia. 2014-2015.

		ANO				
Variáveis	Total	2014	2015			
Total	9362 (100)	5006 (53,5)	4356 (46,5)			
SEXO n (%)						
Masculino	4912 (52,5)	2642 (52,8)	2270 (52,1)			
Feminino	4450 (47,5)	2364 (47,2)	2086 (47,9)			
RAÇA/COR n (%)						
Branca	209 (2,2)	152 (3)	57 (1,3)			
Preta	717 (7,7)	465 (9,9)	252 (5,8)			
Parda	1094 (11,7)	477 (9,5)	617 (14,2)			
Amarela	18 (0,2)	4 (0,1)	14 (0,3)			
Indígena	-	-	-			
Sem informação	7324 (78,2)	3908 (78,1)	3416 (78,4)			
FAIXA ETÁRIA EM ANO	OS n (%)					
0 A 12	5094 (54,4)	2903 (58)	2191 (50,3)			
13 A 18	145 (1,5)	71 (1,4)	74 (1,7)			
19 A 64	1817 (19,4)	936 (18,7)	881 (20,2)			
65 ou mais	2306 (24,6)	1096 (21,9)	1210 (27,8)			

Fonte: DATASUS (2018).

Tabela 3 – Análise descritiva das hospitalizações por pneumonia distribuídas em dias, semanas e meses. Salvador, Bahia. 2014-2015.

2014				2015								
Período	Média (DP) <sup>1</sup>	Mínimo	$Md~(Q1\text{-}Q2)^2$	Máximo	Média (DP) <sup>1</sup>	Mínimo	Md (Q1-Q2) <sup>2</sup>	Máximo	Média (DP) <sup>1</sup>	Mínimo	Md (Q1-Q2) <sup>2</sup>	Máximo
Diária	13,7 (5,4)	3	13 (10-17)	36	11,9 (6,2)	2	11 (8-14)	49	12,8 (5,9)	2	12 (9-15)	49
Semanal	95,1 (20,9)	48	96 (81-108)	137	82,2 (20,3)	34	78 (69-93)	129	88,6 (21,5)	34	85 (73,3-105)	137
Mensal	417,2 (66,9)	284	428,5 (373,5-457,5)	518	363 (56,1)	254	360 (341,5-381,8)	493	390,1 (66,4)	254	378 (347,8-441,5)	518

Fonte: Dados da pesquisa, com base no DATASUS (2018)

Legenda: <sup>1</sup>Média Aritmética (Desvio Padrão)

<sup>2</sup>Md (Mediana)[Q1 (Quartil 25%) - Q3 (Quartil 75%)]

Figura 7 – Distribuição mensal das maiores concentrações médias do MP10 (μg/m3) e hospitalizações por pneumonia. Salvador, Bahia. 2014-2015.



Fonte: Informações do DATASUS (2018).

**Tabela 4** – Frequência absoluta e relativa (%) de internações por CID segundo grupo e as doze classificações mais frequentes. Salvador, Bahia. 2014-2015.

		2014	2015		TOTAL
GRUPO		N	N	%1	N
PNEUMONIA	A VIRAL	86	53	0,62	139
PNEUMONIA	A BACTERIANA	2277	1755	0,77	4032
PNEUMONIA	A INESPECÍFICA	2643	2547	0,96	5190
CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO				
J15.9	Pneumonia bacteriana não especificada	1930	1494	0,77	3424
J18.9	Pneumonia não especificada	1698	1625	0,96	3323
J18.0	Broncopneumonia não especificada	676	712	1,05	1388
J15.8	Outras pneumonias bacterianas	221	173	0,78	394
J18.8	Outras pneumonias devidas a microrganismos não especificados	217	172	0,79	389
J13	Pneumonia devida a Streptococcus pneumoniae	51	47	0,92	98
J12.9	Pneumonia viral não especificada	44	33	0,75	77
J18.1	Pneumonia lobar não especificada	39	15	0,38	54
J12.8	Outras pneumonias virais	32	14	0,44	46
J15.1	Pneumonia devida a Pseudomonas	29	21	0,72	50
J15.0	Pneumonia devida à Klebsiella pneumoniae	26	12	0,46	38
J17.8	Pneumonia em outras doenças classificadas em outra parte	2	9	4,50	11

**Fonte**: Informações do DATASUS. Ministério da Saúde (2018). Legenda: <sup>1</sup>[número de internações de 2015 dividido pelo número de internações de 2014]

### 4 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados revelam como se comportaram os parâmetros atmosféricos e as internações por pneumonia, evidenciando maior elevação em meados de 2014. A Estação Bairros Reis apresentou as maiores médias de MP<sub>10</sub>, entre 2014 e 2015, mas nenhuma estação ultrapassou as recomendações pelo CONAMA. Quanto às internações, o sexo masculino, de todas as idades, e crianças menores de 12 anos de idade apresentaram os maiores registros identificados. Acrescido a isso, o grupo de pneumonia inespecífica foi a mais registrada, seguida da bacteriana.

A rede de monitoramento de Salvador foi fruto de um acordo firmado entre a CETREL S/A, o Governo do Estado da Bahia, a Braskem e o Município de Salvador, que objetivava mensurar as emissões do MP<sub>10</sub> dos centros urbanos, oriundas, principalmente, dos veículos automotores. A Av. Barros Reis está situada no bairro do Pau Miúdo, sendo uma das principais vias de alto fluxo automobilístico da região. Nela se constataram as maiores concentrações do MP<sub>10</sub> durante os anos de 2014 e 2015. Comportar grande comércio local e estar ligada à Rodovia BR-324 (103) são fatores que fazem com que haja trânsito intenso de veículo de grande e pequeno porte, como carros, camionetes, ônibus, caminhões, motocicletas, veículos utilitários e similares. A citada rodovia se conecta com outras estradas e rodovias, federais e estaduais, alcançando extensões de muitas cidades do interior baiano.(104) A exaustão veicular proveniente da queima do *diesel* e gasolina, por exemplo, libera na atmosfera concentrações de aldeídos, hidrocarbonetos, compostos nitrogenados e sulfatados, além de metais pesados e outros componentes, acrescidos da poeira suspendida pelo movimento veicular nas rodovias, incluídos na formação química do material particulado de 10μm de diâmetro aerodinâmico.(29)

Em épocas de festivais e eventos, há o aumento do fluxo veicular e de indivíduos, elevando-se também as emissões do material particulado no ambiente, expondo o contingente populacional da área aos riscos de desenvolver ou exacerbar doenças. Vianna e colaboradores (93) avaliaram os riscos impostos pela poluição durante o carnaval, evento brasileiro conhecido mundialmente que atrai turistas todos os anos. Em Salvador, no estado da Bahia, o evento atrai não só a sua população, mas muitos turistas; comumente acontece nos meses de fevereiro ou março, nos bairros do Pelourinho, Campo Grande e Barra-Ondina. O grupo mensurou, entre 2007 e 2009, os níveis de material particulado emitido pelos motores a *diesel* dos trios elétricos, antes, durante e após o evento, por sete dias, e evidenciou altas médias de concentração do MP<sub>2,5</sub> (580

μg/m³) e MP total (35,6 μg), tendo-se em destaque os períodos de maior concentração dos trios. Em vista disso, o Decreto Municipal nº 20.505, de 28 de dezembro de 2009, passou a determinar o monitoramento do grau de emissão de poluição na atmosfera por parte da Superintendência do Meio Ambiente durante o período de Carnaval, Festas Populares ou eventos similares.(92) A mudança do tipo de combustível utilizado pelos trios elétricos e carros de apoio, de 2008 a 2014, fortaleceu a condução protetiva e o decréscimo da poluição nessa época.(29,92)

Além da exaustão veicular, as indústrias e as reformas urbanas são importantes fontes de formação e suspensão de complexos carbonados e metálicos que compõem a formação do MP<sub>10</sub>. (2,92) Durante 2014, houve muitas reformas em Salvador, a exemplo das obras de ampliação da mobilidade urbana (105) e de requalificação da orla marítima (106). Sendo as primeiras finalizadas em abril, setembro e outubro, cobrindo regiões próximas ao Centro Administrativo da Bahia (CAB), a Paralela e Av. Antônio Carlos Magalhães (ACM); e as segundas, iniciadas em 2013 e finalizadas em 2016, abrangendo, dentre os bairros vinculados, o Rio Vermelho. Adicionado a isso, próximo aos limites do município, há o Polo Petroquímico de Camaçari, cuja extensão impõe intervenções ambientais e causa danos à saúde dos que estão em seu entorno, sejam moradores locais ou migrantes pendulares (92,107). Cabe à CETREL S/A, dentre outras atribuições, a gestão de programas e atividades de proteção ambiental dessa região industrial e cidades vizinhas, efetuando: a coleta, tratamento e deposição de efluentes líquidos e sólidos produzidos; o monitoramento contínuo do ar e o desenvolvimento de tecnologias limpas, em atendimento ao Instituto do Meio Ambiente, pela Portaria IMA 12.064/09.(108,109)

As mudanças climáticas influenciam na dispersão ou fixação de poluente atmosféricos em uma determinada localidade. Salvador é uma cidade cuja sazonalidade não é definida em quatro estações, como os países norte-americanos e europeus ou mesmo o sul do país, portanto, em resumo, suas estações são agrupadas em dois períodos, verão e inverno, ou simplesmente, úmido e seco. O material particulado tende a sofrer mais dispersão em épocas de pouca chuva (29,35), de vento (30,107), períodos de baixa umidade relativa (30) e de inversão térmica.(2,29) Entretanto, tendo em vista a substituição de áreas verdes e a expansão da ocupação urbana (106), o estresse térmico acaba por se estender ao longo dos anos, com atenuações no inverno.

Com base na Resolução nº 3, de 1990 do CONAMA, e as recomendações da OMS, publicadas no *Air Quality Guidelines* de 2005, alguns trabalhos identificaram que as concentrações emitidas no Brasil ultrapassam os limites causadores de malefícios à saúde da população e do ambiente. Em uma revisão sistemática, foram identificados que, entre os anos de 1995 a 2012,

seis regiões metropolitanas brasileiras apresentaram concentrações do MP<sub>10</sub> superiores aos critérios orientados pela OMS, mas coerentes com os padrões nacionais.(90) Em São José dos Campos, São Paulo, durante os anos de 2000-2001, não houve cumprimento dos padrões da OMS, nem do CONAMA. Durante três dias, houve picos acima do limite permitido de 150 μg/m³.(41) Em Vitória, no Espírito Santo, por outro lado, verificou-se que a média anual do MP<sub>10</sub> correspondeu a 27 μg/m³, entre os 2001 e 2006, e apresentou resultados próximos às médias referenciadas pela OMS, de 20 μg/m³.(33) Em uma pesquisa acerca das emissões de MP<sub>10</sub> nas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, de 2005 a 2015, as médias anuais não ultrapassaram os padrões nacionais, porém superaram em cerca de três vezes os sugeridos pela OMS. No ano de 2010, São Paulo (39 μg/m³) e Belo Horizonte (31,3 μg/m³), e 2011, Rio de Janeiro (45 μg/m³) apresentaram as maiores médias de registro.(29)

Por conseguinte, com relação às características sociodemográficas dos hospitalizados por pneumonia, sabe-se que a população da capital baiana corresponde a uma unidade constituída majoritariamente de negros e tende ao envelhecimento, em vista a redução da natalidade e das melhorias da qualidade de vida. Segundo pesquisa divulgado pelo IBGE, constante da *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínuas* (PNAD Contínua), ao longo de 2012 a 2016, a população brasileira declarada branca reduziu em 1,8% e a declarada preta ou parda cresceu em 14,9% e 6,6%, respectivamente; desses dados, na região Nordeste, 64,7% dos indivíduos se declaram pardos. A população idosa, de idade igual ou superior a 60 anos, por sua vez, apresentou um crescimento de 14,4% e a população de idade entre zero e nove anos, uma redução de 12,9%.(110) Tanto na Bahia, quanto na Região Metropolitana de Salvador, entre os anos de 2001 e 2015, estimou-se a redução da população dependente, de idade inferior a 15 anos, e o aumento da população economicamente ativa, de idade superior a 64 anos, assim como a proporção de negros.(111)

As hospitalizações por pneumonia em Salvador apresentam períodos de declínio e ascensão, mas a população masculina ainda é a mais atingida. Nos anos de 1996 e 1999, o coeficiente de morbidade na região metropolitana de Salvador foram os mais altos registrados, com quedas até 2002 e elevações até 2004 (112). Cardoso e Oliveira (113) realizaram um estudo em

Salvador, no período de 1998 a 2007, onde identificaram 88.575 casos de hospitalização por doenças respiratórias. Desses casos, a pneumonia foi a principal causa de internação no sexo masculino e entre crianças e adolescentes (indivíduos menores de 15 anos de idade), enquanto, com relação aos indivíduos maiores que 59 anos de idade, observou-se uma queda nas taxas de morbidade nos quatro anos iniciais e se elevaram, progressivamente, de 2003-2007.

A verificação da frequência das hospitalizações por pneumonia, ao longo de 2014 e 2015, permite observar o comportamento da sua distribuição no tempo e atestar possíveis condutas intervencionais. Percebe-se, em uma parcela das pesquisas, que as hospitalizações tendem a aumentar nos períodos secos e reduzir nos períodos chuvosos (28,30,31,35,41). Rosa e colaboradores (26) analisaram as hospitalizações por doenças respiratórias, em indivíduos com idade inferior a 15 anos, atrelando-as à avaliação das tendências climáticas e à sazonalidade na cidade de Tangará da Serra, no Mato Grosso, no período de 2000 a 2005. Das hospitalizações, 90,7% corresponderam à pneumonia, com ocorrências menores nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro, e maiores em julho, agosto e setembro. Segundo Silva e colaboradores (112), as hospitalizações por pneumonia foram reduzidas em fevereiro, porém, apresentaram elevações em maio e junho.

A introdução das vacinas contra a gripe e a pneumonia ao final do século XX, no calendário vacinal brasileiro, resultou na redução da incidência de mortalidade e morbidades da doença.(112,114) Além das vacinas, a introdução dos antimicrobianos no tratamento de indivíduos diagnosticados com pneumonia apresenta uma fração efetiva na condução do prognóstico. Na prática clínica diária, não é usual a especificação do agente etiológico, salvo nos casos graves em que há a resistência aos antibióticos.(115) Contudo, a especificação do agente é importante na área microbiológica e imunogenética. Medeiros e colaboradores (21) analisaram, em um hospital do Ribeirão Preto, em São Paulo, entre 1998 e 2013, 332 registros e relacionaram os desfechos dos indivíduos diagnosticados com doença pneumocócica invasiva com os sorotipos da Streptococcus pneumoniae. Desses casos, 67,8% corresponderam à pneumonia e identificaram que as frequências dos sorotipos (14, 1 e 23F) reduziram de forma expressiva com a introdução da vacina pneumocócica, conjugada 10-valente (VPC10). Nos Estados Unidos, constatou-se que a vacina pneumocócica conjugada 13-valente (VPC13), além de conferir prevenção, reduziu a resistência bacteriana em indivíduos com doenças pneumocócicas não susceptíveis ao tratamento, no período de 2005 a 2013 (116), porém, no Brasil, o acesso ao VPC13 não é gratuito, assim como a vacina pneumocócica polissacarídica 23-valente (VPP23) (21,117); caso fossem, isto provavelmente conferiria uma redução mais pronunciada das internações da população adulta e idosa. Observações devem ser feitas quanto à realização desse tipo de estudo que se utiliza de distintas fontes e períodos. As estações de monitoramento da CETREL não foram capazes de monitorar todas as horas dos dias, em decorrência de manutenção dos equipamentos e das autorregulações ocasionais, portanto, valores podem ter sido subestimados. O DATASUS é um sistema de informações abrangente e contém os dados de hospitais públicos e privados conveniados ao SUS; com isto, a parcela da população que frequenta redes não conveniadas não foi incluída. Além do mais, o sistema pode conter erros nos diagnósticos, podendo ocasionar casos de subnotificação; todavia, a confiabilidade dos prontuários e o que é fornecido no portal foram estudados e confirmados.(118) Acrescem-se a isso, o treinamento do corpo técnico, a uniformização das plataformas e os avanços da tecnologia e informática (119) que favoreceram o melhoramento do conteúdo disponibilizado. Essas informações são úteis para o planejamento, a gestão dos serviços de saúde, as transferências financeiras e as investigações epidemiológicas e de vigilância sanitária.

As recomendações da OMS e as diretrizes nacionais orientam as organizações do país para a formulação de políticas e ações voltadas para a redução dos impactos da poluição do ar sobre a saúde. Em virtude da importância epidemiológica das doenças do aparelho respiratório, como a pneumonia, faz-se necessário estudar a distribuição das ocorrências, avaliando pessoa, tempo e espaço, permitindo a identificação de grupos de riscos e analisando os possíveis fatores associados ao aumento ou redução dos casos.

## 5 CONCLUSÃO

Em síntese, buscou-se evidenciar, nesta pesquisa, as concentrações emitidas do MP<sub>10</sub>, ao longo dos períodos analisados, em Salvador, estado da Bahia, que impõem riscos à saúde humana, contrapondo com os níveis limites recomendados pela OMS e pelo CONAMA. Também descreveram-se as internações por pneumonia, revelando as populações de maior acometimento e os períodos de maior frequência. Em vista disso, constatou-se que as emissões não respeitaram os limites recomendados em sua completude, bem como se verificaram reduções e elevações em relativa consonância com os períodos das frequências hospitalares e ao menos duas internações ocorreram ao dia, sendo a população infantil e a masculina as mais frequentes.

A análise deste assunto permitiu investigar os avanços informacionais e diretivos referentes à proteção ambiental divulgados no Brasil e internacionalmente, evidenciando uma discrepância de cerca de três vezes entre os limites de emissão recomendados; também, possibilitou influenciar discussões capazes de afetar diversas áreas da sociedade e de grande importância para a preservação e promoção da saúde do homem e do planeta como um todo.

## REFERÊNCIAS

- 1. WHO. 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action [Internet]. 2018 [citado 23 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action
- 2. Künzli N, Perez L, Rapp R, European Respiratory Society. Qualità dell'aria e salute. Lausanne: ERS, European Respiratory Society; 2010.
- 3. Andrade MC. Contaminación del Aire Ambiental [Internet]. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2017 [citado 14 de maio de 2018]. Disponível em: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\_content&view=article&id=12918:am bient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es
- 4. WHO. Ambient (outdoor) air quality and health [Internet]. 2018 [citado 16 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health
- 5. WHO, organizador. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease [Internet]. 2016. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1
- 6. Vianna NA, Gonçalves D, Brandão F, de Barros RP, Amado Filho GM, Meire RO, et al. Assessment of heavy metals in the particulate matter of two Brazilian metropolitan areas by using Tillandsia usneoides as atmospheric biomonitor. Environ Sci Pollut Res Int. março de 2011;18(3):416–27.
- 7. Brook Robert D., Franklin Barry, Cascio Wayne, Hong Yuling, Howard George, Lipsett Michael, et al. Air Pollution and Cardiovascular Disease. Circulation. 1° de junho de 2004;109(21):2655–71.
- 8. Wu J-Z, Ge D-D, Zhou L-F, Hou L-Y, Zhou Y, Li Q-Y. Effects of particulate matter on allergic respiratory diseases. Chronic Diseases and Translational Medicine. junho de 2018;4(2):95–102.
- 9. de Oliveira Alves N, Vessoni AT, Quinet A, Fortunato RS, Kajitani GS, Peixoto MS, et al. Biomass burning in the Amazon region causes DNA damage and cell death in human lung cells. Sci Rep. dezembro de 2017;7(1):10937.
- 10. de Oliveira Galvão MF, de Queiroz JDF, Duarte E de SF, Hoelzemann JJ, de André PA, Saldiva PHN, et al. Characterization of the particulate matter and relationship between buccal micronucleus and urinary 1-hydroxypyrene levels among cashew nut roasting workers. Environmental Pollution. 1° de janeiro de 2017;220:659–71.
- 11. Huff RD, Carlsten C, Hirota JA. An update on immunologic mechanisms in the respiratory mucosa in response to air pollutants. J Allergy Clin Immunol. junho de 2019:143(6):1989–2001.

- 12. Mandalho L. Poluentes Atmosféricos [Internet]. [20-?] [citado 18 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html
- 13. Poluentes | Qualidade do Ar [Internet]. [citado 8 de outubro de 2018]. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/
- 14. Moreira CAB, Squizzato R, Beal A, Almeida DS de, Rudke AP, Ribeiro M, et al. Natural variability in exposure to fine particles and their trace elements during typical workdays in an urban area. Transportation Research Part D: Transport on Environment. 2018;63:333–46.
- 15. EPA (U.S). Particulate Matter (PM) Basics [Internet]. US EPA. 2016 [citado 21 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics
- 16. Romieu I, Gouveia N, Cifuentes LA, de Leon AP, Junger W, Vera J, et al. Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study). Res Rep Health Eff Inst. outubro de 2012;(171):5–86.
- 17. WHO. WHO | CLEAN AIR FOR HEALTH: Geneva Action Agenda [Internet]. WHO. 2018 [citado 23 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.who.int/phe/news/clean-air-for-health/en/
- 18. WHO. Pneumonia [Internet]. 2016 [citado 13 de maio de 2018]. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia
- 19. OMS. Organização mundial da saúde. Pneumonia. [Internet]. World Health Organization. 2016 [citado 7 de agosto de 2018]. Disponível em: http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia
- 20. POHA. Panamerican health organization. Clinical aspects of bacterial pneumonia. [Internet]. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2016 [citado 6 de agosto de 2018]. Disponível em: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\_content&view=article&id=1896%3A 2009-clinical-aspects-bacterial-pneumonia&catid=1591%3Aabout&Itemid=0&lang=en
- 21. Medeiros MIC, Negrini BV de M, Silva JM e, Almeida SCG, Guerra MLLS, Andrade D de. Clinical and microbiological implications of invasive pneumococcal disease in hospitalized patients (1998–2013). The Brazilian Journal of Infectious Diseases. maio de 2016;20(3):242–9.
- 22. Kernkamp C da L, Costa CKF, Massuda EM, Silva ES, Yamaguchi MU, Bernuci MP. Perfil de morbidade e gastos hospitalares com idosos no Paraná, Brasil, entre 2008 e 2012. Cadernos de Saúde Pública [Internet]. 2016 [citado 6 de agosto de 2018];32(7). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0102-311X2016000705005&lng=pt&tlng=pt
- 23. Almirall J, Serra-Prat M, Bolíbar I, Balasso V. Risk Factors for Community-Acquired Pneumonia in Adults: A Systematic Review of Observational Studies. Respiration. 2017;94(3):299–311. 24. Torres A, Peetermans WE, Viegi G, Blasi F. Risk factors

- for community-acquired pneumonia in adults in Europe: a literature review. Thorax. 1° de novembro de 2013;68(11):1057–65.
- 25. D'Amato G. Effects of climatic changes and urban air pollution on the rising trends of respiratory allergy and asthma. Multidiscip Respir Med. 28 de fevereiro de 2011;6(1):28–37.
- 26. Rosa AM, Ignotti E, Hacon S de S, Castro HA de. Analysis of hospitalizations for respiratory diseases in Tangará da Serra, Brazil. Jornal Brasileiro de Pneumologia. agosto de 2008;34(8):575–82.
- 27. Tuan TS, Venâncio TS, Nascimento LFC, Tuan TS, Venâncio TS, Nascimento LFC. Air pollutants and hospitalization due to pneumonia among children. An ecological time series study. Sao Paulo Medical Journal. outubro de 2015;133(5):408–13.
- 28. Martins LC, Latorre M do RD de O, Cardoso MRA, Gonçalves FLT, Saldiva PHN, Braga ALF. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. Revista de Saúde Pública. fevereiro de 2002;36(1):88–94.
- 29. Pacheco MT, Parmigiani MMM, de Fatima Andrade M, Morawska L, Kumar P. A review of emissions and concentrations of particulate matter in the three major metropolitan areas of Brazil. Journal of Transport & Health. 1° de março de 2017;4:53–72.
- 30. Negrisoli J, Nascimento LFC, Negrisoli J, Nascimento LFC. Atmospheric pollutants and hospital admissions due to pneumonia in children. Revista Paulista de Pediatria. dezembro de 2013;31(4):501–6.
- 31. César ACG, Nascimento LF, César ACG, Nascimento LF. Coarse particles and hospital admissions due to respiratory diseases in children. An ecological time series study. Sao Paulo Medical Journal. maio de 2018;136(3):245–50.
- 32. Nascimento LFC, Vieira LCPF, Mantovani KCC, Moreira DS, Nascimento LFC, Vieira LCPF, et al. Air pollution and respiratory diseases: ecological time series. Sao Paulo Medical Journal. agosto de 2016;134(4):315–21.
- 33. Freitas CU de, Leon AP de, Junger W, Gouveia N, Freitas CU de, Leon AP de, et al. Air pollution and its impacts on health in Vitoria, Espirito Santo, Brazil. Revista de Saúde Pública [Internet]. 2016 [citado 7 de outubro de 2018];50. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_abstract&pid=S0034-89102016000100202&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- 34. Ferraz R de O, Oliveira-Friestino JK, Francisco PMSB. Pneumonia mortality trends in all Brazilian geographical regions between 1996 and 2012. Jornal Brasileiro de Pneumologia. agosto de 2017;43(4):274–9.
- 35. Andrade Filho VS de, Artaxo P, Hacon S, Carmo CN do, Cirino G. Aerossois de queimadas e doencas respiratorias em criancas, Manaus, Brasil. Rev Saúde Pública. junho de 2013;47:239–47.
- 36. IEMA I de E e MA. 1º Diagnóstico da rede de monitorameneto da qualidade do ar no Brasil. Instituto de energia e meio ambiente; 2014 p. 277.

- 37. Cançado JED, Braga A, Pereira LAA, Arbex MA, Saldiva PHN, Santos U de P. Clinical repercussions of exposure to atmospheric pollution. Jornal Brasileiro de Pneumologia. maio de 2006;32:S5–11.
- 38. Manço JC. Fisiologia e fisiopatologia respiratórias. Medicina (Ribeirao Preto Online). 30 de junho de 1998;31(2):177.
- 39. Carvalho LMTD, Pereira EDB. Morbidade respiratória em crianças fumantes passivas. Jornal de Pneumologia. janeiro de 2002;28(1):8–14.
- 40. POHA. Organização panamericana de saúde. Clinical aspects of bacterial pneumonia [Internet]. 2016 [citado 6 de agosto de 2018]. Disponível em: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\_content&view=article&id=1896%3A 2009-clinical-aspects-bacterial-pneumonia&catid=1591%3Aabout&Itemid=0&lang=en.
- 41. Nascimento LFC, Pereira LAA, Braga ALF, Módolo MCC, Carvalho Jr JA. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. Revista de Saúde Pública. fevereiro de 2006;40(1):77–82.
- 42. Moura M, Junger WL, Mendonça GA e S, Ponce De Leon A. Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças. Revista de Saúde Pública. junho de 2008;42(3):503–11.
- 43. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018 [Internet]. [citado 14 de maio de 2018]. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895
- 44. Ministério do Meio Ambiente. Cidades Sustentáveis Qualidade do Ar [Internet]. [citado 16 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/perguntasfrequentes.html?catid=10
- 45. Ministério do Meio Ambiente, organizador. Compromisso pela Qualidade do ar e Saúde Ambiental [Internet]. 2009 [citado 16 de julho de 2019]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Compromisso%20pela%20Qualidade% 20do%20Ar%20e%20Saude%20Ambiental.pdf
- 46. Yoshizaki K, Brito JM, Silva LF, Lino-dos-Santos-Franco A, Frias DP, e Silva RCR, et al. The effects of particulate matter on inflammation of respiratory system: Differences between male and female. Science of The Total Environment. 15 de maio de 2017;586:284–95.
- 47. WHO. WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018) [Internet]. WHO. 2018 [citado 23 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.who.int/airpollution/data/cities/en/
- 48. WHO. First WHO Global Conference on Air Pollution and Health, 30 October 1 November 2018 [Internet]. WHO. 2018 [citado 23 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.who.int/airpollution/events/conference/en/
- 49. BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) [Internet]. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). 2015 [citado 23 de julho de 2018]. Disponível

- em: http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods
- 50. EPA (U.S). Criteria Air Pollutants [Internet]. US EPA. 2014 [citado 18 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants
- 51. EPA (U.S). Sulfur Dioxide (SO2) Pollution [Internet]. US EPA. 2016 [citado 20 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/so2-pollution
- 52. EPA (U.S). Sulfur Dioxide Basics [Internet]. US EPA. 2016 [citado 20 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics
- 53. EPA (U.S). What is Acid Rain? [Internet]. US EPA. 2016 [citado 22 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain
- 54. EPA (U.S). Basic Information about NO2 [Internet]. US EPA. 2016 [citado 20 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2
- 55. Pereira PA de P, Lopes WA, Carvalho LS, Rocha GO da, Bahia N de C, Loyola J, et al. Atmospheric concentrations and dry deposition fluxes of particulate trace metals in Salvador, Bahia, Brazil. Atmospheric Environment [Internet]. 2007 [citado 27 de outubro de 2018]; Disponível em: http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/5169
- 56. EPA (U.S). Basic Information about Carbon Monoxide (CO) Outdoor Air Pollution [Internet]. US EPA. 2016 [citado 21 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution
- 57. EPA (U.S). Ground-level Ozone Basics [Internet]. US EPA. 2015 [citado 21 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics
- 58. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Qualidade do ar [Internet]. [20-?] [citado 25 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar
- 59. Rodrigues JC, Silva Filho LVF da, Bush A. Diagnóstico etiológico das pneumonias: uma visão crítica. Diagnóstico etiológico das pneumonias: uma visão crítica. 78º ed 2002;129–40.
- 60. EEA. Legislação relativa à qualidade do ar na Europa. 3 de junho de 2016 [citado 10 de outubro de 2018]; Disponível em: https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2013/artigos/legislacao-relativa-a-qualidade-do
- 61. EPA (U.S). Air Quality Trends Show Clean Air Progress [Internet]. [citado 10 de outubro de 2018]. Disponível em: https://gispub.epa.gov/air/trendsreport/2019/
- 62. EPA (U.S). NAAQS Table [Internet]. US EPA. 2014 [citado 10 de outubro de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table

- 63. Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 [Internet]. Seç. 1, 6.938 set 2, 1981 p. 16.509. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/16938.htm
- 64. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional do Meio Ambiente [Internet]. [20-?] [citado 25 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/sistema-nacional-do-meio-ambiente
- 65. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Padrões de Qualidade do Ar [Internet]. 2019 [citado 25 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/padroes-de-qualidade-do-ar.html
- 66. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Fontes Fixas [Internet]. [20-?] [citado 25 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/fontes-fixas.html
- 67. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução CONAMA Nº 005/1989 "Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar PRONAR" [Internet]. 1989 [citado 25 de julho de 2018]. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81
- 68. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990. Seç. 1 ago 22, 1990 p. 15937–9.
- 69. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA/MMA [Internet]. 2019 [citado 30 de julho de 2018]. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=todos
- 70. CETESB. Padrões de Qualidade do Ar [Qualidade do Ar [Internet]. 2019 [citado 22 de julho de 2018]. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/
- 71. AirNow. Air Quality Index (AQI) Basics [Internet]. 2019 [citado 22 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi
- 72. EPA (U.S). EPA History [Internet]. US EPA. 2016 [citado 14 de agosto de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/history
- 73. EEA. About us [Internet]. European Environment Agency. 2019 [citado 14 de agosto de 2018]. Disponível em: https://www.eea.europa.eu/about-us/about-us/
- 74. EEA. About Eionet [Internet]. European Environment Agency. 2019 [citado 14 de agosto de 2018]. Disponível em: https://www.eea.europa.eu/about-us/countries-and-eionet/intro
- 75. UNECE. Clean Air Air Pollution Environmental Policy UNECE [Internet]. 2018 [citado 14 de agosto de 2018]. Disponível em: http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html.html
- 76. UNECE. Mission [Internet]. 2017 [citado 14 de agosto de 2018]. Disponível em: http://www.unece.org/mission.html

- 77. Gabriel. O que é CID e como utilizar a classificação internacional de doenças? [Internet]. PEBMED. 2019 [citado 5 de julho de 2018]. Disponível em: https://pebmed.com.br/cid-o-que-e-como-utilizar/
- 78. Bastos LFCS. OPAS/OMS Brasil OMS divulga nova Classificação Internacional de Doenças (CID 11) | OPAS/OMS [Internet]. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2018 [citado 5 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\_content&view=article&id=5702:oms-divulga-nova-classificacao-internacional-de-doencas-cid-11&Itemid=875
- 79. WHO. Updating process [Internet]. WHO. 2019 [citado 5 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.who.int/classifications/icd/updates/en/
- 80. WHO. List of Official ICD-10 Updates [Internet]. WHO. 2019 [citado 5 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.who.int/classifications/icd/icd10updates/en/
- 81. DATASUS. CID-10 [Internet]. 2008 [citado 5 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/cid10.htm
- 82. Langmuir AD. William Farr: Founder of Modern Concepts of Surveillance. Int J Epidemiol. 1976;5(1):13–8.
- 83. Organização Mundial da Saúde. CID-10:Vol.2 Classificação Estatística Internacional de Doenças Vol. 2. EdUSP; 2004. 216 p.
- 84. WHO. ICD-10 Version:2016 [Internet]. 2016 [citado 5 de julho de 2018]. Disponível em: https://icd.who.int/browse10/2016/en
- 85. WHO. ICD-11: Classifying disease to map the way we live and die. [Internet]. 2018 [citado 9 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/international-classification-of-diseases
- 86. WHO. World Health Assembly Update, 25 May 2019 [Internet]. 2019 [citado 9 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.who.int/news-room/detail/25-05-2019-world-health-assembly-update
- 87. WHO. International Classification of Diseases, 11th Revision (ICD-11) [Internet]. WHO. 2019 [citado 9 de julho de 2018]. Disponível em: http://www.who.int/classifications/icd/en/
- 88. Hammer GD, McPhee SJ. Fisiopatologia da Doença 7ed. McGraw Hill Brasil; 2015. 784 p.
- 89. Thomson A, Harris M. Community-acquired pneumonia in children: what's new? Thorax. 1° de outubro de 2011;66(10):927–8.
- 90. Froes Asmus CIR, Camara VM, Landrigan PJ, Claudio L. A Systematic Review of Children's Environmental Health in Brazil. Ann Glob Health. fevereiro de 2016;82(1):132–48.
- 91. D'Amato G, Holgate ST, Pawankar R, Ledford DK, Cecchi L, Al-Ahmad M, et al. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and

- related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. World Allergy Organ J. 2015;8(1):25.
- 92. Vianna NA. Poluição do ar em Salvador, Bahia: uma abordagem para a tomada de decisão baseada em análise de riscos [Internet] [Doutorado em Patologia]. [São Paulo]: Universidade de São Paulo; 2015 [citado 17 de outubro de 2018]. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5144/tde-12052015-090533/
- 93. Vianna NA, Novaes P, Gnoatto N, Miraglia S, Saldiva PH, Andrade LR. Diesel Emissions Increase Air Pollution during the Carnival Festival in Salvador, Bahia-Brazil. 27 de abril de 2018 [citado 25 de outubro de 2018]; Disponível em: https://www.preprints.org/manuscript/201804.0346/v1
- 94. Brokamp C, Brandt EB, Ryan PH. Assessing exposure to outdoor air pollution for epidemiological studies: Model-based and personal sampling strategies. J Allergy Clin Immunol. junho de 2019;143(6):2002–6.
- 95. IBGE | Brasil em Síntese | Bahia | Salvador | Panorama [Internet]. [citado 3 de abril de 2019]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/panorama
- 96. Andrade AB, Brandão PRB. Geografia de Salvador. 2a ed. Salvador: EDUFBA; 2009. 160 p.
- 97. Alves JAR. Plano municipal de saúde 2018-2021. p. 204.
- 98. IBGE | Brasil em Síntese | Bahia | Salvador | Pesquisa | Produto Interno Bruto dos Municípios | PIB a preços correntes [Internet]. [citado 8 de agosto de 2019]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/pesquisa/38/46996
- 99. IBGE | Brasil em Síntese | Bahia | Salvador | Pesquisa | Frota | Veículo [Internet]. [citado 3 de abril de 2019]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/pesquisa/22/28120
- 100. IBGE. Salvador (BA) | Cidades e Estados [Internet]. [citado 3 de abril de 2019]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/salvador.html?
- 101. CETREL Histórico [Internet]. Cetrel. [citado 3 de abril de 2019]. Disponível em: http://www.cetrel.com.br/a-cetrel/historico/
- 102. Gerenciamento Ambiental Áreas de Atuação [Internet]. Cetrel. [citado 3 de abril de 2019]. Disponível em: http://www.cetrel.com.br/areas-de-atuacao/gerenciamento-ambiental/
- 103. Av. Barros Reis [Internet]. Av. Barros Reis. [citado 25 de outubro de 2018]. Disponível em: https://www.google.com/maps/place/Av.+Barros+Reis,+Salvador+-+BA/@-12.956445,-38.4782065,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x7161acf4d65709b:0xebf0d43324b4cdb 5!8m2!3d-12.956445!4d-38.4760178
- 104. Bahia. Secretaria de Desenvolvimento Econômico [Internet]. [citado 25 de outubro de 2018]. Disponível em: http://www.sde.ba.gov.br/pagina.aspx?pagina=rodovias

- 105. Bahia.Secretaria de Desenvolvimento Urbano. Obras Mobilidade Urbana [Internet]. [citado 26 de outubro de 2018]. Disponível em: http://www.sedur.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20
- 106. Souza EB de. Planejamento e gestão da orla marítima de Salvador Bahia. 6 de dezembro de 2017 [citado 26 de outubro de 2018]; Disponível em: http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/24728
- 107. Santos CM. Poluição atmosférica e exposição geograficamente desigual aos riscos ambientais na zona de influência do Pólo Industrial de Camaçari-BA. 22 de julho de 2016 [citado 26 de outubro de 2018]; Disponível em: http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/19782
- 108. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos Qualidade do Ar [Internet]. 2011 [citado 24 de outubro de 2018]. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/servicos/monitoramento/qualidade-do-ar-direciona-para-a-pagina-da-cetrel/
- 109. Proteção Ambiental [Internet]. [citado 27 de outubro de 2018]. Disponível em: http://www.coficpolo.com.br/pagina.php?cod=49
- 110. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua PNAD Contínua [Internet]. [citado 23 de outubro de 2018]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/condicoes-de-vida-desigualdade-e-pobreza/17270-pnad-continua.html?edicao=18264&t=publicacoes
- 111. Bahia. SEI. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios [Internet]. [citado 23 de outubro de 2018]. Disponível em: https://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com\_content&view=article&id=2198&Ite mid=411
- 112. Silva BMP da, Bispo DB de C, Cardoso DNR, Rocha MT do A, Ferreira M de A, Barretto NSA, et al. Tendência da morbimortalidade por pneumonia na região metropolitana de Salvado 1998 a 2004. Revista Baiana Saúde Pública. 1º de dezembro de 2006;30(2):294–308.
- 113. Paixão Cardoso J, Nice Dutra de Oliveira M. Tendência temporal das doenças respiratórias no município de Salvador. Revista Brasileira em promoção da Saúde. 30 de março de 2011;24(1):31–9.
- 114. Monteiro CN, Gianini RJ, Stopa SR, Segri NJ, Barros MB de A, Cesar CLG, et al. Cobertura vacinal e utilização do SUS para vacinação contra gripe e pneumonia em adultos e idosos com diabetes autorreferida, no município de São Paulo, 2003, 2008 e 2015\*. Epidemiologia e Serviços de Saúde [Internet]. maio de 2018 [citado 6 de agosto de 2018];27(2). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S2237-96222018000200301
- 115. Mocelin CA, dos Santos RP. Community-acquired pneumonia at the Hospital de Clínicas de Porto Alegre: evaluation of a care protocol. The Brazilian Journal of Infectious Diseases. setembro de 2013;17(5):511–5.

- 116. Tomczyk S, Lynfield R, Schaffner W, Reingold A, Miller L, Petit S, et al. Prevention of Antibiotic-Nonsusceptible Invasive Pneumococcal Disease With the 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine. Clinical Infectious Diseases. 1° de maio de 2016;62(9):1119–25.
- 117. SBTP. Guia de Imunização SBIm/SBTP Pneumologia 2018/2019. 34p
- 118. Veras CMT, Martins MS. A confiabilidade dos dados nos formulários de Autorização de Internação Hospitalar (AIH), Rio de Janeiro, Brasil. Cadernos de Saúde Pública. setembro de 1994;10(3):339–55.
- 119. DATASUS. SIHSUS Sistema de informções hospitalares do SUS [Internet]. 2018 [citado 5 de julho de 2018]. Disponível em: http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/hospitalares/sihsus
- 120. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018 [Internet]. 05152018112100155. Seç. 1 nov 21, 2018. Disponível em: http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=21/11/2018&jornal=51 5&pagina=155&totalArquivos=178

# APÊNDICE – Localização das estações de monitoramento.

ESTAÇÕES	ENDEREÇO	LOCALIZAÇÃO
Paralela/CAB	Av. Luis Viana Filho, 2ª avenida nº250	SEPLAN (CAB)
Rio Vermelho	Av. Juraci Magalhães Júnior, S/N, Lucaia Rio Vermelho	Parque Dep. Paulo Jackson (EMBASA)
Campo Grande	Canteiro central, entre Largo do Campo Grande e R. João das Botas, S/N (Em frente ao TCA)	
Dique do Tororó	Avenida Presidente Costa e Silva, S/N, Dique do Tororó	Área da SUCOP (Dique do tororó)
Pirajá	Rua Nova de Pirajá, S/N, Pirajá	Dentro da área da Embasa
Av. ACM	Av. Antônio Carlos Magalhães, 7744, Iguatemi	Dentro da área do DETRAN
Itaigara	Av. Antônio Carlos Magalhães, S/N, (Praça Bahia Azul - ao lado do Parque da Cidade)	
Barros Reis	Av. Barros Reis, S/N, Barros Reis	Canteiro central (em frente a Fiori Veículos)

# ANEXO – Classificação do CID10 J12.0-18.9.

Código do CID	Classificação
J12.0	Pneumonia devida a adenovírus
<u>J12.1</u>	Pneumonia devida a vírus respiratório sincicial
<u>J12.2</u>	Pneumonia devida à parainfluenza
<u>J12.8</u>	<u>Outras pneumonias virais</u>
<u>J12.9</u>	Pneumonia viral não especificada
<u>J13</u>	Pneumonia devida a Streptococcus pneumoniae
<u>J14</u>	Pneumonia devida a Haemophilus infuenzae
<u>J15.0</u>	Pneumonia devida à Klebsiella pneumoniae
<u>J15.1</u>	Pneumonia devida a Pseudomonas
<u>J15.2</u>	Pneumonia devida a Staphylococcus
<u>J15.3</u>	Pneumonia devida a Streptococcus do grupo B
<u>J15.4</u>	Pneumonia devida a outros estreptococos
<u>J15.5</u>	<u>Pneumonia devida a Escherichia coli</u>
<u>J15.6</u>	Pneumonia devida a outras bactérias aeróbicas gram-negativas
<u>J15.7</u>	Pneumonia devida a Mycoplasma pneumoniae
<u>J15.8</u>	Outras pneumonias bacterianas
<u>J15.9</u>	Pneumonia bacteriana não especificada
<u>J16.0</u>	Pneumonia devida a clamídias
<u>J16.8</u>	Pneumonia devida a outros microorganismos infecciosos especificados
<u>J17.0</u>	<u>Pneumonia em doenças bacterianas classificadas em outra parte</u>
<u>J17.1</u>	Pneumonia em doenças virais classificadas em outra parte
<u>J17.2</u>	<u>Pneumonia em micoses classificadas em outra parte</u>
<u>J17.3</u>	Pneumonia em doenças parasitárias classificadas em outra parte
<u>J17.8</u>	Pneumonia em outras doenças classificadas em outra parte
<u>J18.0</u>	Broncopneumonia não especificada
<u>J18.1</u>	<u>Pneumonia lobar não especificada</u>
<u>J18.2</u>	Pneumonia hipostática não especificada
<u>J18.8</u>	Outras pneumonias devidas a microorganismos não especificados
<u>J18.9</u>	Pneumonia não especificada



Instituto de Ciências da Saúde Programa de Pós Graduação Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100 Salvador, Bahia, Brasil

http://www.ppgorgsistem.ics.ufba.br