



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Departamento de Geografia

Trabalho de Graduação Individual (TGI)

Diagnóstico entre as relações climáticas, ambientais e o número de óbitos por doenças respiratórias e circulatórias no extremo sul no Município de São Paulo/ SP.

Diagnosis between the relations of climate, environment and death rates from respiratory and circulatory diseases in the extreme south of the municipality of São Paulo/ SP.

Susan Alves Bezerra Silva

São Paulo

2021

Diagnóstico entre as relações climáticas, ambientais e o número de óbitos por doenças respiratórias e circulatórias no extremo sul no Município de São Paulo/ SP.

Trabalho de Graduação Individual

Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Severino e Suzana e ao meu irmão Bernardo. Porém, com destaque especial a minha mãe, uma mulher incrível que deixou o sertão pernambucano na juventude em busca de estudo e trabalho, sobrevivendo na metrópole paulista como milhares antes e depois dela, para, por muitos anos, abdicar de muitas coisas para que eu e meu irmão pudéssemos alcançar tudo que nos propuséssemos a fazer; uma mãe dura, mas que sempre acreditou em mim e me incentivou a tentar fazer muito a partir de pouco.

Ao prof. Dr. Emerson Galvani por toda a assistência e incentivo desde 2018, quando inventei que queria trabalhar com a climatologia. Primeiro com um projeto de Iniciação Científica que nunca vingou, depois por ter me aceitado para trabalhar com seu Projeto Unificado de Bolsas (PUB) e, agora, com este trabalho. Mas, sobretudo, por me receber sempre para conversas paralelas, conselhos e assistências.

Ao meu companheiro Bruno Janini por me incentivar e me acompanhar todos os dias, principalmente durante a pandemia de Covid-19. Por todas as receitas executadas com uma boa margem de aproveitamento, por todas as horas assistindo bobeira, por todos os épicos passeios no mercado e por dividir as mordidas do Tito. Sem você eu não teria sobrevivido esse último ano tão bem.

Aos meus amigos e colegas de turma Andre Perón, Beatriz Pereira, Giovanne Russo, Henrique Ferreira, Jaqueline Rocha, Mateus Porto, Samuel Magaton e Thalles Motta, por todo o arranjo para trabalhos em grupo, logística de encontros no mezanino para seleção do melhor cardápio de bandejão para a janta, pelas piadas, companheirismo e incentivo. Levarei vocês comigo para sempre.

À todo o corpo de docentes do Departamento de Geografia e de funcionários da FFLCH pelo serviço essencial em prol da ciência e educação pública de excelência.

À banca pelo tempo, atenção e paciência com este trabalho.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, fazem parte de mim e da minha caminhada.

“De onde nem tempo, nem espaço
Que a força mande coragem
Pra gente te dar carinho
Durante toda a viagem
Que realizas no nada
Através do qual carregas
O nome da tua carne”

Caetano Veloso – Terra (1978)

RESUMO

As subprefeituras Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros no extremo sul do Município de São Paulo configuram os territórios mais pobres da zona sul, cuja parte deste território é circundante e/ ou inserida em áreas de preservação e das represas Billings e Guarapiranga em importante área de mananciais que, dentre outras finalidades, acabam funcionando como regulador térmico. Recentemente, apesar do decréscimo do crescimento populacional no Município de São Paulo, a região vem experimentando uma elevação em seu nível de ocupação devido à expansão dos limites urbanos em direção às periferias, ocasionando na modificação da configuração de uso e ocupação do solo. Esta situação pode vir a interferir no microclima, principalmente em decorrência do adensamento de moradias precárias e da concentração de poluentes atmosféricos que pode propiciar o aparecimento e agravamento de doenças relacionadas, refletidas no número de óbitos.

O aparecimento de óbitos por doenças relacionadas, como as doenças respiratórias e circulatórias, se manifesta de forma desigual dentre os habitantes dos distritos inseridos nas cinco subprefeituras, indicando que as relações ambientais, climáticas e socioeconômicas que formam as características presentes nesse território se apresentam de forma complexa e de forma intrínseca, devendo ser avaliada como um todo.

Palavras-chave: Poluição atmosférica, saúde pública, uso e ocupação do solo, doenças do aparelho respiratório, doenças do aparelho circulatório.

ABSTRACT

The subprefectures Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim and Parelheiros in the extreme south of Municipality of São Paulo configure the poorest territories in the south zone which part are near and/ or within the protected areas of Billings and Guarapiranga dams in important area of springs that, among other purposes, end up functioning as a thermal regulator. Recently, despite the decrease in population growth in the city of São Paulo, the region has been experiencing an increase in its level of occupation due to the expansion of urban limits towards the peripheries, causing the modification on configuration of land use and occupation. This situation may interfere in the microclimate,

especially in the concentration of air pollutants that can promote the onset and worsening of related diseases, reflected in the number of deaths.

The emerge of the deaths by related diseases, such as respiratory and circulatory diseases, manifest itself unevenly among inhabitants of the districts inserted in the five subprefectures, indicating that the environmental, climatic and socioeconomic relations that form the characteristics present in this territory are presented in a complex and intrinsic way, demanding an evaluation as a whole.

Key words: Atmospheric pollution, public health, land use and occupation, diseases of the respiratory system, diseases of the circulatory system.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa do Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros. Org.: SILVA, 2021.....	18
Figura 2: Classificação de Köppen adaptada por Alvarez <i>et al.</i> (2013) com recorte para o Município de São Paulo e com destaque para as subprefeituras de interesse. Org.: SILVA, 2021.....	25
Figura 3: Classificação climática do Brasil (1:5.000) elaborada pelo IBGE (2010) com recorte para o Município de São Paulo e com destaque para as subprefeituras de interesse. Org.: SILVA, 2021.....	26
Figura 4. Vegetação do Município de São Paulo, com destaque para a área de interesse. Org.: SILVA, 2021.....	29
Figura 5. Vista da cobertura vegetal da região de Parelheiros (orientação: Sul) capturada de barco na Represa Billings. Acervo pessoal, janeiro de 2019.....	30
Figura 6. Unidades de relevo com recorte para o Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse. Org.: SILVA, 2021.....	32
Figura 7. Mapa de classificação das unidades climáticas urbanas do Município de São Paulo. Fonte: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. <i>Os climas na cidade de São Paulo</i> (2001). Elaborado por Tarifa e Armani, 2000. Adaptado por SILVA, 2021.....	47
Figura 8. Mapa de classificação das unidades climáticas urbanas do Município de São Paulo aproximadas para cada subprefeitura observada. Fonte: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. <i>Os climas na cidade de São Paulo</i> (2001). Elaborado por Tarifa e Armani, 2000. Adaptado por SILVA, 2021.	48
Figura 9. Emissões relativas por tipo de fonte – RMSP. Fonte: CETESB, 2020. p.67.....	50
Figura 10. Construção de prédios ao lado de casebres de autoconstrução em encosta muito íngreme no distrito de Campo Limpo (orientação: oeste). Arquivo pessoal, outubro de 2021.....	52
Figura 11. Vegetação suprimida em clareira aberta próxima ao Parque Natural Municipal Itaim (orientação: Oeste). Acervo pessoal, dezembro de 2018.....	53
Figura 12. Ocupação irregular na Área de Proteção e Recuperação aos Mananciais (APRM) da Represa Guarapiranga e do Parque M'Boi Mirim no distrito de Jardim Ângela (orientação: Leste). Arquivo pessoal, setembro de 2017.....	54
Figura 13. Equipamentos de saúde inseridos na área de estudo. Org.: SILVA, 2021.....	55
Figura 14. Estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar da CETESB inseridas na área de estudo com atribuição de distritos. Org.: SILVA, 2021.....	62
Figura 15. Taxas brutas média de óbitos por 1.000 habitantes para doenças do aparelho respiratório em cada distrito das subprefeituras da área de estudo entre os anos de 2013 e 2018. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.....	74
Figura 16. Taxas brutas média de óbitos por 1.000 habitantes para doenças do aparelho circulatório em cada distrito das subprefeituras da área de estudo entre os anos de 2013 e 2018. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.....	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Configuração da população segundo Censo Demográfico 2010 no Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse.	16
Tabela 2. População Recenseada e Taxas de Crescimento no Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse.	19
Tabela 3. Cobertura Vegetal do Município de São Paulo.	28
Tabela 4. Estrutura do Índice de Qualidade do Ar. Qualidade do Ar.	50
Tabela 5. Qualidade do ar e efeitos à saúde. Qualidade do Ar.....	51
Tabela 6. Classificação Internacional de Doenças (CID-10).	56
Tabela 7. CID-10 - Lista de tabulação para morbidade com recorte para o Capítulo X.	56
Tabela 8. CID-10 - Lista de tabulação para morbidade com recorte para o Capítulo IX.....	57
Tabela 9. Correlação de Pearson entre as médias mensais de taxa bruta de mortalidade e variáveis ambientais.	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. População Recenseada do Município de São Paulo. Fonte: INFOCIDADE/ PMSP; IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010; Elaboração: SMDU/Deinfo. Adaptado por SILVA, 2021.....	20
Gráfico 2. Média de população residente nas subprefeituras da área de estudo por faixa etária entre os anos de 2013 a 2018. Fonte: Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/PRO-AIM – CEInfo –SMS-SP, 2021. Org.: SILVA, 2021.....	22
Gráfico 3: Climograma do Município de São Paulo/ SP. Organizado a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Org.: SILVA, 2021.....	24
Gráfico 4. Cobertura Vegetal e população do Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse. Fonte: Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente (SVMA/PMSP). Elaboração: SMUL/DEINFO. Adaptado por SILVA, 2021.....	28
Gráfico 5. Média mensal da radiação global total e radiação ultravioleta entre os anos de 2013 e 2018 das estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021.....	34
Gráfico 6. Média mensal da radiação global total temperatura do ar entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021	35
Gráfico 7. Média mensal da umidade relativa do ar (%) e da temperatura do ar (°C) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.....	36
Gráfico 8. Média mensal da umidade relativa do ar (%) e da temperatura do ar (°C) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021.....	37
Gráfico 9. Média mensal da umidade relativa do ar (%) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações CapãoRedondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB e da Estação Mirante de Santana referente ao período de 1981-2010. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021; Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Org.: SILVA, 2021	38
Gráfico 10. Temperaturas médias máximas e médias mínimas do ar (°C) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.....	39
Gráfico 11. Média mensal das temperaturas máximas e mínimas absolutas do ar (°C) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.....	39
Gráfico 12. Médias das temperaturas absolutas máximas e mínimas por ano do registro (°C) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.....	40
Gráfico 13. Média mensal da temperatura do ar (°C) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB e temperatura média do ar (°C) no Município de São Paulo/ SP referente ao período de 1981-2010 na estação Mirante de Santana. Fonte: Sistema de	

informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021; Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2021. Org.: SILVA, 2021	40
Gráfico 14. Média mensal da intensidade do vento (m.s ⁻¹) e pressão atmosférica ao nível do barômetro (hPa) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.....	42
Gráfico 15. Média mensal da pressão atmosférica (hPa) e da velocidade dos ventos (m/s) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021	43
Gráfico 16. Média climatológica: série histórica do registro de chuva, iniciada em 1933 contanto até 2018. Fonte: Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/ USP). Estação do IAG Água Funda. Elaboração: SMDU/Geoinfo. Org.: SILVA, 2021.	45
Gráfico 17. Média mensal de concentração de poluentes (µg/m ³) nas estações automáticas de monitoramento de Capão Redondo (esquerda), Grajaú-Parelheiros (centro) e Interlagos (direita) da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021..	63
Gráfico 18. Média mensal da taxa de concentrações de poluentes (µg/m ³) e temperatura média do ar (°C) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.	64
Gráfico 19. Média mensal da taxa de concentrações de poluentes (µg/m ³) e radiação ultravioleta (W/m ²) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.....	64
Gráfico 20. Média mensal da taxa de concentrações de poluentes (µg/m ³) e pressão atmosférica (hPa) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021..	65
Gráfico 21. Soma da Causas de Morte por doença para o Município de São Paulo. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.....	67
Gráfico 22. Soma da Causas de Morte por doença para os distritos das subprefeituras de interesse. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.....	68
Gráfico 23. Composição da porcentagem da soma da Causas de Morte: recorte para doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório para as subprefeituras de interesse. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.....	69
Gráfico 24. Soma da Causas de Morte: recorte para doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório para as subprefeituras de interesse para o período de 2013 a 2018. Fonte: Tabnet/DataSUS. Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.	69
Gráfico 25. Média de óbitos por doenças do aparelho circulatório em relação às faixas etárias da população das subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M’Boi Mirim e Parelheiros para os anos de 2013 a 2018. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/PRO-AIM – CEInfo –SMS-SP, 2021; Fundação SEADE, 2021. Org.:SILVA, 2021.....	70
Gráfico 26. Média de óbitos por doenças do aparelho respiratório em relação às faixas etárias da população das subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M’Boi Mirim e	

Parelheiros para os anos de 2013 a 2018. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/PRO-AIM – CEInfo –SMS-SP, 2021; Fundação SEADE, 2021. Org.:SILVA, 2021.....	71
Gráfico 27. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) anual para doenças do aparelho respiratório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021: Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.....	72
Gráfico 28. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) mensal para doenças do aparelho respiratório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021: Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.....	73
Gráfico 29. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) anual para doenças do aparelho circulatório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021: Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.....	76
Gráfico 30. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) mensal para doenças do aparelho circulatório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021: Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.....	76
Gráfico 31. Média mensal da taxa de mortalidade bruta a cada 1.000 habitantes para doenças do aparelho respiratório (DAR) e doenças do aparelho circulatório (DAC) e das concentrações de poluentes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: Fundação SEADE, 2021; CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.....	78
Gráfico 32. Média mensal da taxa de mortalidade bruta a cada 1.000 habitantes para doenças do aparelho respiratório (DAR) e doenças do aparelho circulatório (DAC) e das concentrações de poluentes (ppb) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: Fundação SEADE, 2021; CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.....	79
Gráfico 33. Correlação linear entre MP_{10} , NO, NO_2 e O_3 e a taxa bruta de mortalidade para 1.000 habitantes por doenças do aparelho circulatório.	80
Gráfico 34. Correlação linear entre MP_{10} , NO, NO_2 e O_3 e a taxa bruta de mortalidade para 1.000 habitantes por doenças do aparelho respiratório.	80

Sumário

RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivos específicos	16
3. ÁREA DE ESTUDO	16
4. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	23
4.1 Vegetação	27
4.2 Meio físico	30
4.3 Climatologia	33
4.3.1 Radiação solar	33
4.3.2 Umidade relativa do ar	35
4.3.3 Temperatura do ar	38
4.3.4 Ventos	41
4.3.5 Precipitação pluviométrica	43
4.3.6 Unidades climáticas específicas da área de estudo	45
4.4 Poluição atmosférica	48
4.5 Configuração populacional	51
4.6 Saúde	54
4.6.1 Equipamentos de saúde	54
4.6.2 Classificação Internacional de Doenças	56
5. MATERIAIS E MÉTODOS	58
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
I. Observações sobre a ocupação do solo e atributos climáticos nas subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros a partir dos dados da estações automáticas da CETESB	60
II. Observações sobre ocupação do solo e a saúde pública nas subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros	66
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

1. INTRODUÇÃO

A expansão da mancha urbana da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), particularmente do Município de São Paulo, tem pressionado, sobretudo nos últimos anos, áreas cada vez mais distantes dos núcleos centrais, alargando esta mancha em direção às áreas consideradas rurais pelo Plano Diretor Estratégico de São Paulo, sancionado em 2014. Dentre essas áreas, destaca-se aqui o extremo sul do município, cuja parte do zoneamento não só é enquadrado como rural, como também abriga importantes reservas de mata atlântica e dois reservatórios de água que compõem o abastecimento da RMSP, as represas Billings e Guarapiranga. Esse fenômeno vem ocorrendo de maneira rápida e desordenada, suprimindo as matas por meio de loteamentos irregulares – sob a conivência do poder público.

Tal configuração faz com que haja alteração no topoclima local, tanto pela redução das áreas verdes como pelo adensamento do uso e cobertura do solo, também afetando os índices de concentração de poluentes a partir da nova composição produtiva da metrópole, visto que a região é enquadrada em diversas categorias de unidades de proteção ambiental, como Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM), duas unidades de Área de Proteção Ambiental (APA) e abriga diversos parques naturais (PNMs) e urbanos.

Tarifa e Armani (2000) definem que “fenômenos climáticos devem ser redimensionados pelas práticas sociais e espaciais existentes em cada unidade climática, pois elas são representações da realidade urbana. Os efeitos e os danos provocados pelo clima (variabilidade, poluição, extremos, etc.) devem ser reavaliados em função de como cada classe social, ou cada segmento de uma classe (crianças, idosos, desnutridos) os recebe”, assim, a preservação do meio ambiente natural ainda presente no extremo sul do Município de São Paulo é importante não só em função da manutenção climática para a consequente manutenção das bacias hidrográficas Billings e Guarapiranga para o abastecimento hídrico da RMSP, como também para a saúde pública, de modo geral, em especial da população que vem se inserindo nas áreas de proteção ou adensando áreas já mais consolidadas em função do processo de expansão da mancha urbana da cidade.

Com a transformação das características produtivas na RMSP, sobretudo entre as décadas de 1980 e 2010, as fontes majoritárias de poluição deixaram de ser provenientes de atividade industrial, passando a ser a queima de combustíveis fósseis pelos veículos leves e pesados cuja dispersão é potencialmente prejudicada pelas características morfológicas do relevo paulistano.

Poluentes atmosféricos como partículas inaláveis (MP₁₀), óxidos de nitrogênio (NO_x e NO₂) e ozônio (O₃), são particularmente danosos à saúde humana, muito embora ainda seja um campo incerto de avaliação individualizada.

A confluência da interação entre variáveis climáticas tanto em escala sinóptica quanto topoclimática e com o uso e a ocupação do solo em suas características socioespaciais, podem ser observadas na mortalidade dos habitantes, especificamente em relação às doenças do aparelho respiratório e circulatório, de modo que a observação integrada destes elementos pode ajudar a compreender como se dá seu impacto sobre a saúde humana na Metrópole Paulista.

2. OBJETIVOS

A ocupação desordenada ainda crescente nas periferias da capital paulista, principalmente em direção a áreas protegidas, pode levar a alterações ambientais tais como piora na qualidade do ar, baixa no volume dos reservatórios e cursos hídricos somadas à instalação irregular de esgotamento e poluição por deposição irregular de lixo e entulho que, por sua vez, podem levar ao aparecimento de doenças, resultando na redução da qualidade de vida da população, principalmente as que estão em situação socioeconômica de maior vulnerabilidade.

Nesse sentido, a observação dos níveis da expansão da mancha urbana no Município de São Paulo, especificamente das subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros, tendo em vista a proximidade ou inserção em características rurais, de mananciais e de mata nativa ainda existentes, podem provocar alterações climáticas nesta região que oferece importante serviço ecossistêmico ao município e sua população.

Essas alterações do uso e ocupação do solo nesse território e seus possíveis reflexos climáticos podem também refletir na qualidade de vida da metrópole paulista, promovendo o surgimento de doenças em sua população que podem ser observadas nos dados disponibilizados para o Município de São Paulo sobre os índices de óbitos por doenças. Assim, se faz importante analisar as causas e configurações da ainda crescente expansão do uso urbano, tendo em vista os serviços e importância das áreas de preservação do extremo sul para compreender se estes fatores podem acarretar em obstes à saúde pública.

Dessa forma, busca-se observar se as características significativas na configuração climática das subprefeituras do extremo sul do Município de São Paulo dentro do período de tempo recortado e se estas características se refletem de maneira negativa na saúde pública por meio da observação de concentração de poluentes e dos óbitos hospitalares registrados em decorrência de doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório na população que habita essas subprefeituras periféricas, ainda em expansão. Partindo-se do pressuposto de que áreas com indicadores mais precários da qualidade de vida (presença de favelas e/ou moradias de baixo padrão muito adensadas) e com maior tráfego de veículos – que representam a maior fonte de poluentes atmosféricos em São Paulo na atualidade –, apresentariam também maiores taxas de mortalidade de seus habitantes.

2.1 Objetivos específicos

Este trabalho tem como objetivo observar se os níveis de concentração de poluentes nos distritos integrantes de cinco subprefeituras do extremo sul do Município de São Paulo (Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros) estão correlacionadas e se refletem nas taxas de óbitos hospitalares de seus habitantes em decorrência de doenças associadas à poluição atmosférica compreendendo o período de 2013 a 2018, considerando as características socioeconômicas e socioespaciais desta população em expansão.

3. ÁREA DE ESTUDO

O Município de São Paulo está inserido no Planalto Atlântico, a uma altitude média de 760 metros, na região Sudeste brasileira, capital do Estado de São Paulo. É a maior cidade da América Latina, com área de 1.525 km², sendo também a mais populosa de todo o Hemisfério Sul, com 12.325.232 habitantes (11.253.503 habitantes pelo último censo realizado, no ano de 2010 – Tabela 1) e um PIB per capita de R\$ 58.691,90 em 2018, o maior do país, segundo o IBGE. São Paulo é, ainda, um grande entroncamento rodoviário que liga o norte e sul do Brasil.

Tabela 1. Configuração da população segundo Censo Demográfico 2010 no Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse.

Subprefeituras	Distritos	Área (km ²)	População (2010)	Densidade Demográfica (Hab/km ²)
Município de São Paulo		1.490,0	11.253.503	1.059.412
Outras Subprefeituras	Outros Distritos	872,8	8.937.724	1.015.584
	Campo Limpo	12,8	211.361	16.513
	Capão Redondo	13,6	268.729	19.759
Campo Limpo	Vila Andrade	10,3	127.015	12.332
	TOTAL	36,7	607.105	16.542
	Cidade Dutra	29,3	196.360	6.702
Capela do Socorro	Grajaú	92,0	360.787	3.922
	Socorro	12,90	37.783	2.929
	TOTAL	134,2	594.930	4.433
	Cidade Ademar	12,0	266.681	22.223
Cidade Ademar	Pedreira	18,7	144.317	7.717
	TOTAL	30,7	410.998	13.388
	Jardim Ângela	37,4	295.434	7.899
M'Boi Mirim	Jardim São Luís	24,7	267.871	10.845
	TOTAL	62,1	563.305	9.071
	Marsilac	200,0	8.258	41
Parelheiros	Parelheiros	153,5	131.183	855
	TOTAL	353,5	139.441	394

Fonte: INFOCIDADE/ PMSP; IBGE - Censo Demográfico 2010. Elaboração: SMDU/Deinfo. Org.: SILVA, 2021.

As subprefeituras de interesse – Campo Limpo, Capela do Socorro, M’Boi Mirim e Parelheiros – correspondem a 617,2 km² da área total do município e abrigam 2.315.779 de seus habitantes segundo o recenseamento do IBGE de 2010, sendo que há uma notável disparidade entre Campo Limpo, (16.542 hab/km²) a mais adensada, e Parelheiros (394 hab/km²), a menos adensada.

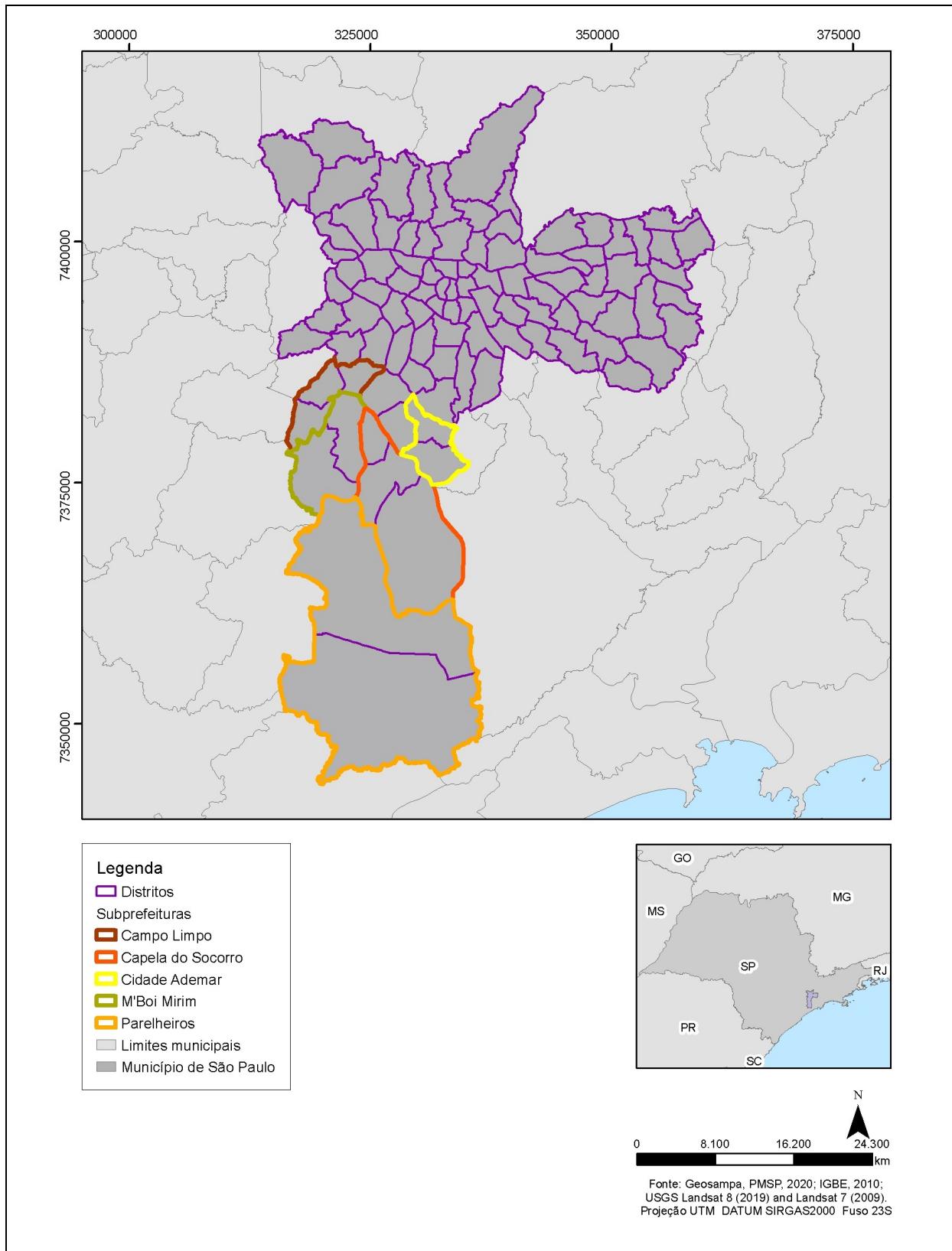


Figura 1: Mapa do Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros. Org.: SILVA, 2021.

A partir de meados do século XX o processo de urbanização brasileiro deixa de ser um fenômeno de concentração demográfica expressiva dos grandes núcleos. Primeiro ocorre aumento do número de núcleos com mais de 20 mil habitantes; passa-se a aumentar também o número de cidades de médio porte para então dar-se o estágio de metropolização (aproximadamente 500 mil habitantes) – este último revelando-se uma tendência que chega a constituir 51% da população brasileira já na década de 1980 (SANTOS, 2018).

Milton Santos (2018) observa que as regiões metropolitanas das duas maiores capitais, Rio de Janeiro e São Paulo – esta última com ganhos populacionais cada vez maiores em relação à primeira –, detinham mais de dois terços do incremento populacional, correspondendo às outras nove regiões metropolitanas entre 1940 e 1950, porém vêm este total decrescer para apenas 57,4% na década seguinte, oscilando entre pequenos acréscimos e quedas com o passar das décadas, entretanto, sem a pujança ora experimentada na primeira metade do século XX, uma vez que a população urbana brasileira passa a apresentar maior desagregação, crescendo em médias cidades.

A urbanização, em seu contingente populacional exacerbado, consolidado entre as décadas de 1940 e 1980, apresenta oscilações no período, porém com tendência de queda. Todavia, esta tendência de queda de acréscimo demográfico total da metrópole paulista, ainda que em níveis ainda superiores à metrópole fluminense, se apresenta de forma inversa nas periferias, sobretudo nas subprefeituras aqui destacadas (Tabela 2 e Gráfico 1).

Tabela 2. População Recenseada e Taxas de Crescimento no Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse.

População Recenseada e Taxas de Crescimento								
Subprefeituras	Distritos	1980	Tx. Cresc. 1980/1991	1991	Tx. Cresc. 1991/00	2000	Tx. Cresc. 2000/2010	2010
Município de São Paulo		8.493.226	1,16	9.646.185	0,88	10.434.252	0,76	11.253.503
Outras Subprefeituras	Outros Distritos	7.360.792	-38,14	8.083.834	-37,80	8.397.358	-15,09	8.937.724
	Campo Limpo	110.556	3,39	159.471	2,06	191.527	0,99	211.361
Campo Limpo	Redondo Vila Andrade	128.194	3,81	193.497	2,46	240.793	1,10	268.729
	TOTAL	261.334	13,13	395.544	10,80	505.969	7,69	607.105
	Cidade Dutra	122.990	2,92	168.821	1,40	191.389	0,26	196.360
Capela do Socorro	Grajaú	117.301	4,67	193.754	6,22	333.436	0,79	360.787
	Socorro	40.738	0,53	43.194	-1,10	39.097	-0,34	37.783
	TOTAL	281.029	8,12	405.769	6,52	563.922	0,71	594.930
Cidade Ademar	Cidade Ademar	219.649	0,45	230.794	0,59	243.372	0,92	266.681
	Pedreira	63.058	2,86	86.001	4,47	127.425	1,25	144.317

	TOTAL	282.707	3,31	316.795	5,06	370.797	2,17	410.998
M'Boi Mirim	Jardim Ângela	107.580	4,70	178.373	3,63	245.805	1,86	295.434
	Jardim São Luís	163.634	2,04	204.284	1,77	239.161	1,14	267.871
	TOTAL	271.214	6,74	382.657	5,40	484.966	3,00	563.305
Parelheiros	Marsilac	4.439	2,76	5.992	3,83	8.404	-0,18	8.258
	Parelheiros	31.711	5,24	55.594	7,07	102.836	2,46	131.183
	TOTAL	36.150	8,00	61.586	10,90	111.240	2,28	139.441

Fonte: INFOCIDADE/ PMSP; IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010; Elaboração: SMDU/Deinfo. Adaptado por SILVA, 2021.

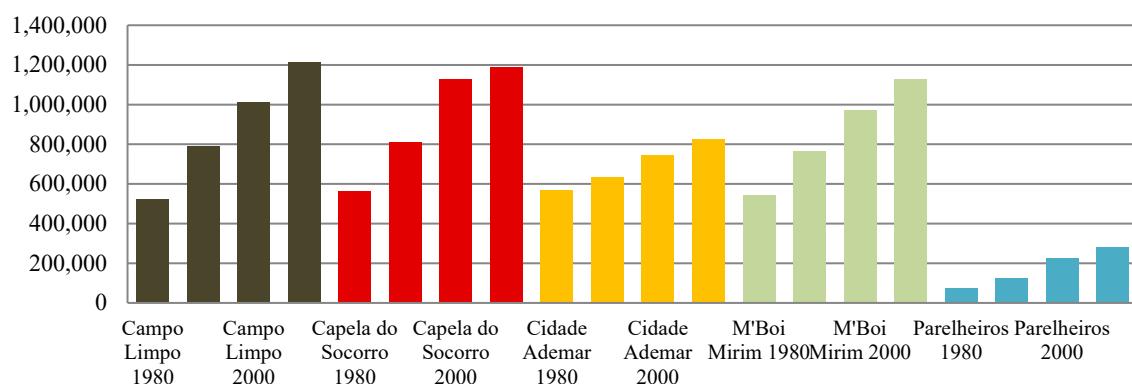


Gráfico 1. População Recenseada do Município de São Paulo. Fonte: INFOCIDADE/ PMSP; IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010; Elaboração: SMDU/Deinfo. Adaptado por SILVA, 2021.

Nesse período, avalia Santos¹, em que há uma reestruturação da divisão territorial do trabalho, deu-se um “movimento de concentração das formas de intercâmbio, no nível nacional, estadual e regional, tanto no âmbito material como no intelectual”, acompanhado pela concentração econômica e geográfica das forças econômicas, atribuindo às cidades um caráter intrinsecamente ligado à dinâmica de circulação e dispersão geográfica. Desta forma, esse fenômeno favorece a cidade de São Paulo e, consequentemente, a sua região metropolitana, devido à acumulação de atividades intelectuais ligadas à nova modernidade, assegurando àquele espaço um caráter de possibilidade de promoção de postos em atividades produtivas de ponta, garantindo preeminência e capacidade polarizante em relação às demais localidades brasileiras.

Tendo em vista essa capacidade de centralização de São Paulo e sua região metropolitana – o maior e mais populoso núcleo urbano brasileiro –, tornam-se mais visíveis

¹ SANTOS, M. A urbanização brasileira. 5^a ed., 4. reimpr. – São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2018. p. 100.

as mazelas e carências que ela abriga e mais diferenciadas são suas atividades e estrutura de classes, uma vez que seu território é ocupado de forma desigual, seguindo à lógica segmentada e verticalizada dessa polarização. A urbanização corporativa, efetivamente, apresenta-se como a expressão de um capitalismo devorador de recursos públicos, reorientando-os à seu favor em detrimento de sua finalidade essencial social.

Assim, se uma vez os trabalhadores eram capazes de produzir àquilo que necessitavam para reproduzir seu modo de vida, ao passo que se desenvolve o sistema capitalista, são alijados desses instrumentos, de seu tempo e também da terra – tornando a habitação em um tipo de mercadoria que é disposta às camadas sociais à depender do nível de acesso e tipo de infraestrutura de serviços e, por tanto, determinadas pelo interesse do Estado alinhado à elite econômica tendendo a promover, o que Kowarick (1980) chamou de “pauperização da população e acirrando o processo de espoliação urbana”. Tendo em vista as características segregadoras em que se dá o espaço urbano, logo é necessário ao trabalhador urbano que solucione o problema de habitação atrás do aluguel de moradias deterioradas, da construção de barracos em favelas ou da autoconstrução.

O endividamento associado à necessidade de moradia e à expansão da centralidade da metrópole alarga as periferias da cidade. Observando, principalmente, a zona sul, nota-se que em seu auge de expansão, na década de 1970 (ALVES, 2018) tínhamos distritos como Capão Redondo como o extremo da cidade, hoje este distrito encontra-se completamente urbanizado e, apesar de distante do centro, conta com considerável malha de transporte público que faz esta ligação (diversos terminais de ônibus e linha de metrô). Para além deste, as áreas consideradas como rurais pelo Plano Diretor Estratégico de 2014 (distritos de Parelheiros e Marsilac) enfrentam grande pressão da expansão imobiliária. Não incomum, encontram-se em pontos de ônibus e postes da zona sul cartazes que oferecem a venda de lotes por preços consideravelmente baixos em áreas de proteção ambiental.

A nova população que se instala no extremo sul da cidade não partilha das tradições que lá existem. Parelheiros e Marsilac, além da forte colonização alemã, ainda abrigam sete aldeias Guarani. Neste território, a busca pela reativação do sentimento de pertencimento associado à busca pela preservação ambiental tem promovido diversas iniciativas de organizações que atuam com arte, turismo ambiental, educação e etc. a fim de que os novos habitantes que chegam e mesmo os filhos daqueles que já moram há algum tempo no território, o valorizem de forma positiva, visto que muitos encaram como um lugar ermo que pouco reproduz suas vidas.

Essa área rural que até poucas décadas era tradicionalmente ocupada por imigrantes japoneses, alemães e suíços, cujos remanescentes hoje são de idade bastante avançada, seus filhos ou netos – que já não mantêm ligação com o território – tentam vender suas chácaras e sítios, com o argumento de que seus pais ou avós não deveriam morar sozinhos e afastados de hospitais – diferentemente do que ocorre em áreas urbanas consolidadas como Campo Limpo e M’Boi Mirim, em que a maior parcela dos habitantes se concentra entre as idades produtivas (Gráfico 2). Os cartazes afixados em pontos de ônibus que atravessam Capão Redondo, Jardim Ângela e Grajaú, muitas vezes, dizem respeito a loteamentos desses sítios ou chácaras.

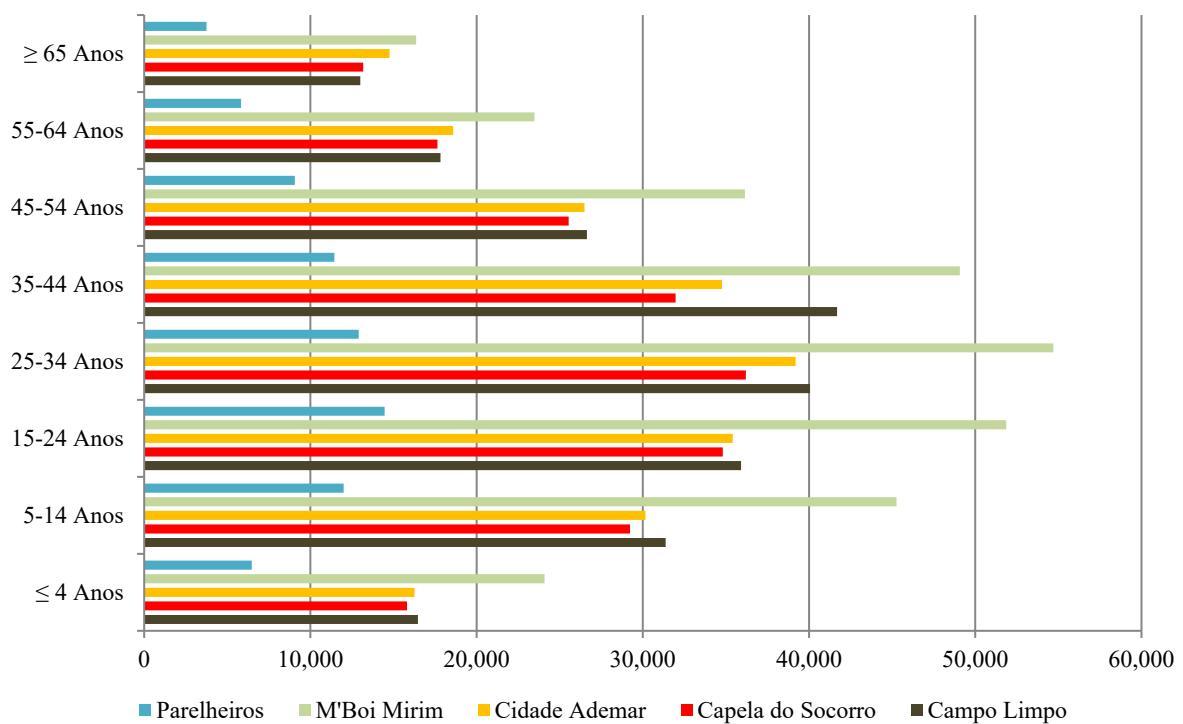


Gráfico 2. Média de população residente nas subprefeituras da área de estudo por faixa etária entre os anos de 2013 a 2018. Fonte: Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/PRO-AIM – CEInfo –SMS-SP, 2021. Org.: SILVA, 2021.

Assim, o conjunto da área de estudo parte, de norte a sul, de territórios muito adensados, com favelas e edificações verticalizadas de médio e baixo padrão onde o microclima urbano pode significar agravamento das condições de vida a territórios rurais com baixa densidade, com importantes reservas de mata nativa e altos totais pluviométricos, ameaçados pela expansão da mancha urbana.

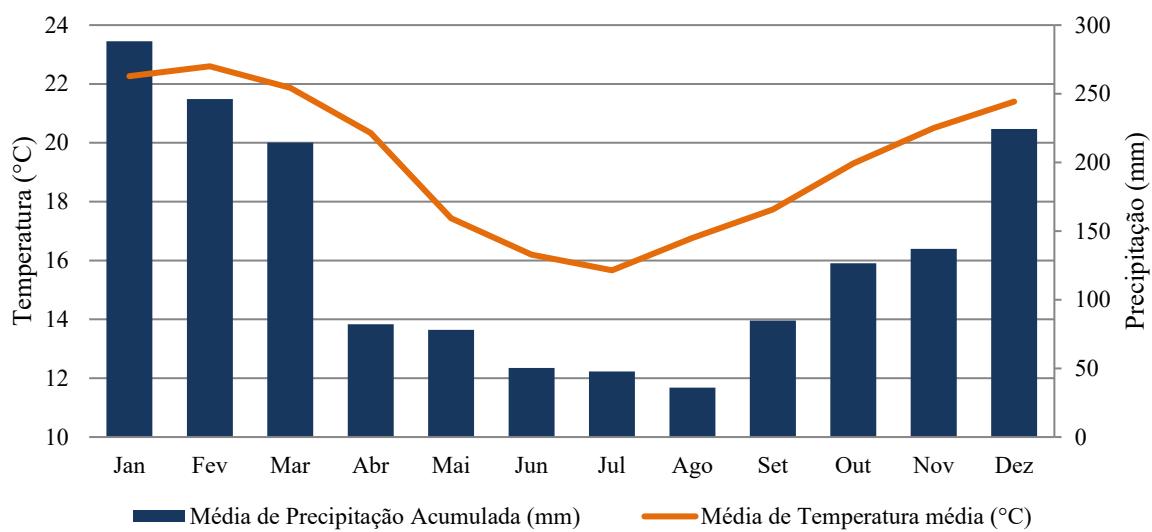
4. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

O Município de São Paulo, capital do estado de São Paulo (aproximadamente 23°21' S e 46°44' O), cortada pelo Trópico de Capricórnio a Norte, é influenciado pela transição climática entre climas Tropicais Úmidos de Altitude, de períodos secos definidos e àqueles subtropicais, permanentemente úmidos do Brasil meridional; em um compartimento de planalto com altitudes entre 720 e 820 m.

Monteiro (1974) considera que a Bacia Paulistana deve ser observada de forma individualizada, do ponto de vista climático, no Planalto Atlântico, devido a certa diminuição da pluviosidade em relação às áreas planálticas imediatas e ao litoral, representativamente, a Baixada Santista, apesar de a Serra do Mar apresentar-se como fator favorecedor às perturbações do ritmo climático, ainda é possível identificar um período seco.

Pela classificação de Köppen adaptada por Alvarez *et al.*(2013), o Município de São Paulo se insere, majoritariamente na classificação climática Cfb (clima úmido subtropical de influência oceânica sem estação seca e com verão temperado), com pequenas manchas de clima Cfa (clima úmido subtropical de influência oceânica sem estação seca e com verão quente) nos extremos noroeste e sudeste e uma pequena mancha Af (Tropical sem estação seca) no extremo sudeste, imediatamente a Serra do Mar (Figura 2). Já pela classificação proposta pelo IBGE (2010), o Município configura a abrangência os climas Tropical do Brasil Central subquente e mesotérmico brando, cujas temperaturas médias variam entre 10 e 18°C e o regime de chuvas vão de super-úmido sem secas a de 1 a 2 meses secos (Figura 3).

Segundo os dados contidos na série histórica que comprehende o período de 1981 a 2010, a estação meteorológica de Mirante de Santana, na zona norte de São Paulo, registrou temperaturas médias máxima de 25,7°C e mínima de 16,2°C; umidade relativa média do ar de 74,3% e precipitação média anual de 1.616 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso, com 288,2 mm acumulados e agosto o mais seco, com apenas 36 mm acumulados (Gráfico 3).



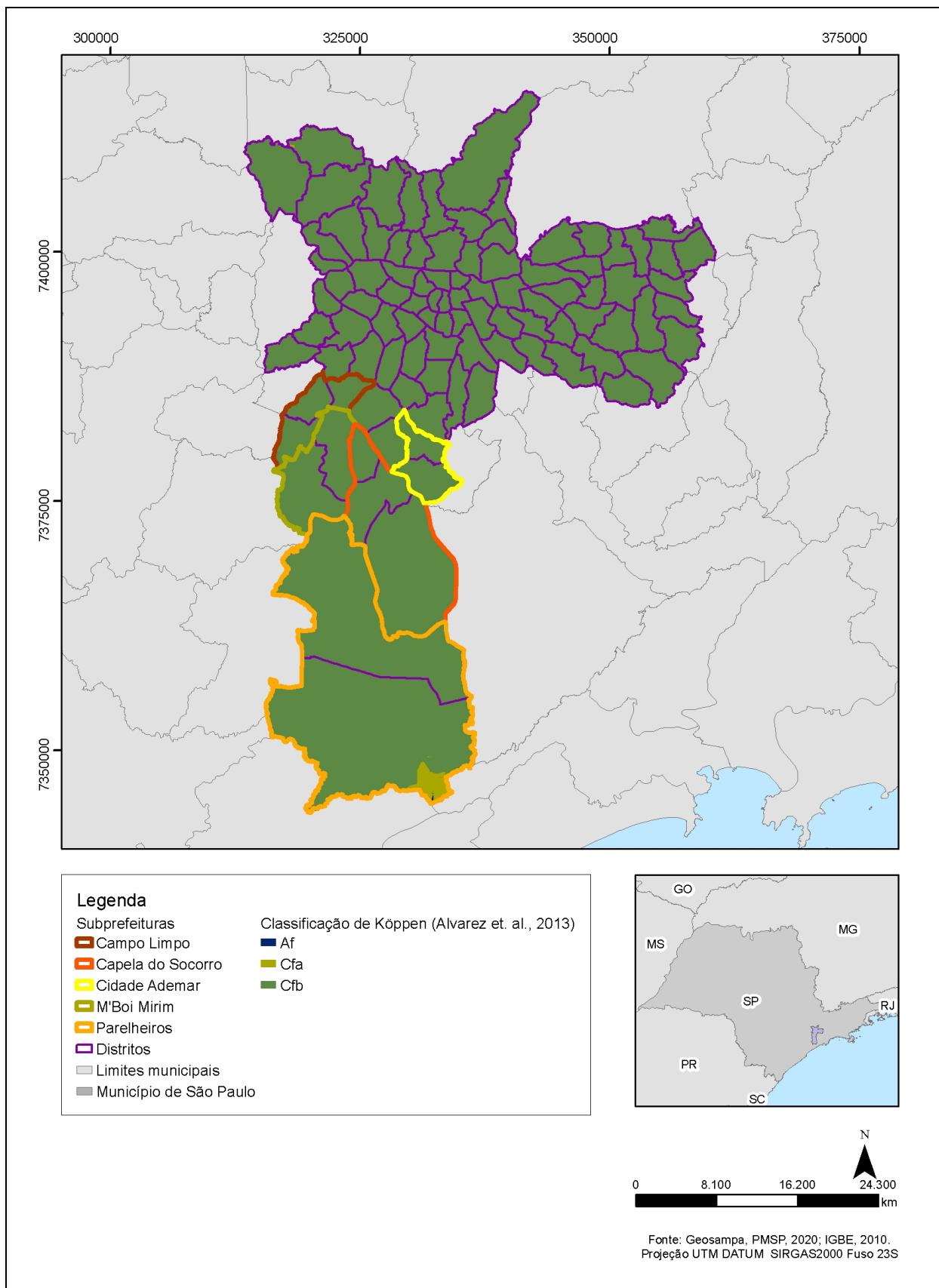


Figura 2: Classificação de Köppen adaptada por Alvarez *et al.* (2013) com recorte para o Município de São Paulo e com destaque para as subprefeituras de interesse. Org.: SILVA, 2021.

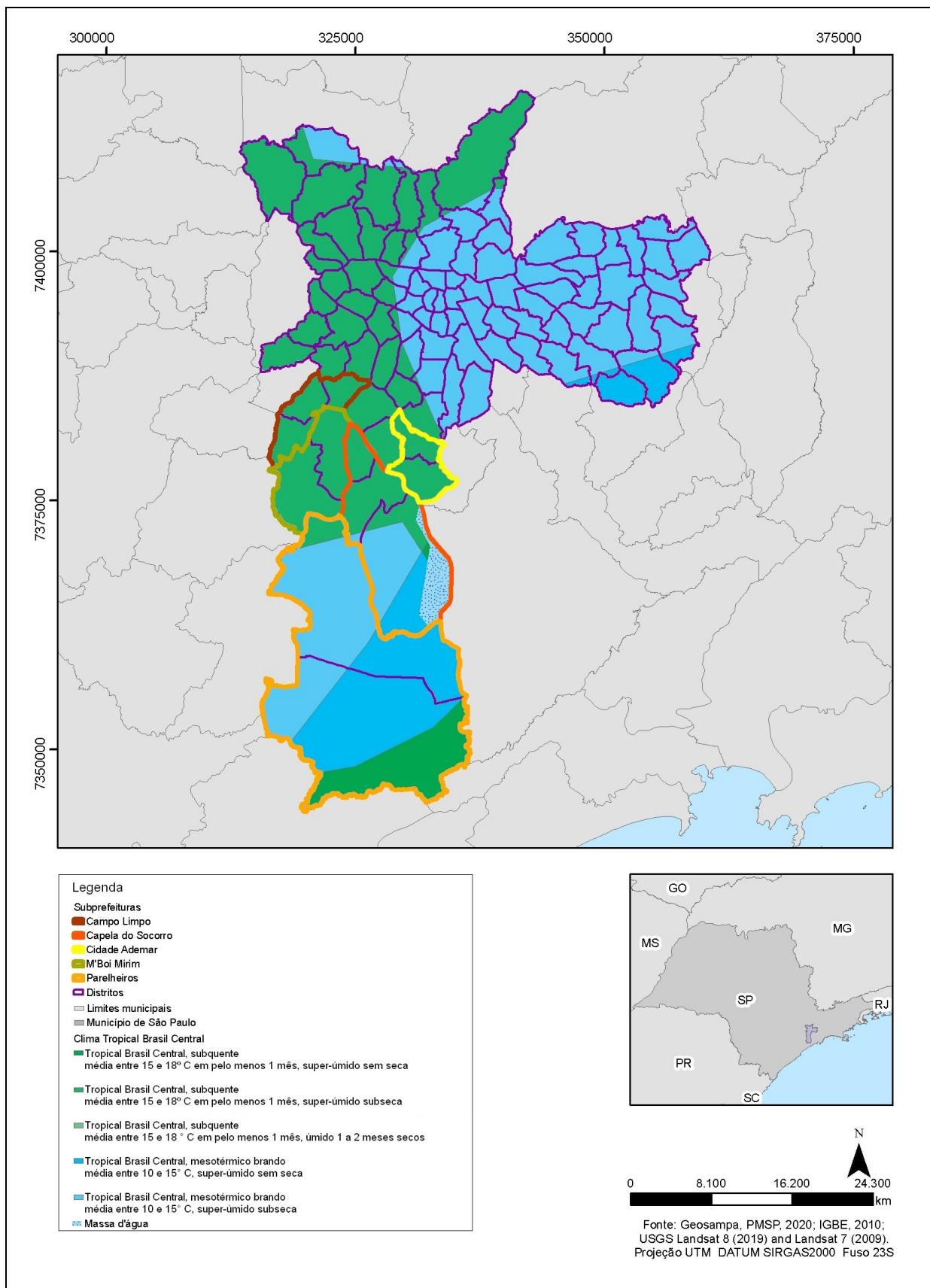


Figura 3: Classificação climática do Brasil (1:5.000) elaborada pelo IBGE (2010) com recorte para o Município de São Paulo e com destaque para as subprefeituras de interesse. Org.: SILVA, 2021.

4.1 Vegetação

No bioma das florestas tropicais, no domínio morfoclimático de mares de morro (áreas mamelonares tropical-atlânticas florestadas), a Mata Atlântica ocupa grande parte na extensão da costa leste brasileira, de norte a sul, desde o estado do Rio Grande do Norte até Santa Catarina. Influenciada pelos altos índices pluviométricos litorâneos, composta por diversas formações como a Floresta Ombrófila (densa, mista, estacional, decidual, aberta) e vários ecossistemas associados como restingas, manguezais, campos de altitude, brejos interioranos e enclaves florestais (PMSP, 2017).

Mata Atlântica, sob tensão desde os princípios da colonização brasileira. Sendo a Mata Atlântica um dos biomas que abriga grande biodiversidade e elevado grau de endemismo – 1.361 espécies, sendo que 567 são endêmicas, representando 2% de todas as espécies do planeta, a Mata Atlântica, possui 20.000 espécies de plantas sendo 40 % endêmicas (SOS Mata Atlântica, 2006) – é também um dos mais ameaçados pela ação antrópica, restando apenas, aproximadamente, 8,5% de sua cobertura original.

No Município de São Paulo, as áreas mais bem preservadas se restringem aos parques, principalmente os naturais municipais (PNM) e as áreas de proteção ambiental (APA) Bororé-Colônia (Figura 5) e Capivari-Monos, no extremo sul da capital, entre os distritos de Capela do Socorro e Engenheiro Marsilac, que não somente são áreas de uso sustentável como também de mananciais (Figura 4). Contudo, estas últimas vêm sofrendo intensa pressão devido à crescente expansão da malha urbana em sua direção, alargando as periferias da cidade.

O Portal das Águas na Avenida Teotônio Vilela, na altura do número 5000, marca o início das áreas de manancial e de proteção ambiental (APAs) da cidade. Essas áreas, de uso sustentável, conciliam o uso da população com atividades de baixo impacto (residencial, rural, comércios) com a preservação ambiental, segundo previsto no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Tabela 3 e Gráfico 4). Contudo, o índice de área verde por habitante na cidade de São Paulo é de 16,5 m²/hab, porém, se retirarmos as grandes áreas de proteção ambiental e parques estaduais situados nos extremos norte e sul da cidade, esse número cai para apenas 5m²/hab (SILVA, 1993), havendo ainda, do referido ponto em diante, em direção ao Sul, é possível notar diversas áreas desmatadas, principalmente no arco mais próximo ao distrito de Grajaú.

Tabela 3. Cobertura Vegetal do Município de São Paulo.

Unidades Territoriais	1999		2010		2015				
	Cobertura vegetal (m ²)	População	Cob. veg, por habitante	Cobertura vegetal (m ²)	População	Cob. veg, por habitante	Cobertura Vegetal (m ²)	População	Cob. veg, por habitante
Município de São Paulo	760142700	10319857	73,66	615.565.697	11.271.503	54,61	676.286.882	11.504.120	58,79
Outras Subprefeituras	286.336.800	8.345.421	34,31	216.537.332	8.955.724,00	24,18	265.917.836	9.070.841,36	29,32
Campo Limpo	10.761.300	491.980	21,87	6.890.365	607.105	11,35	6.884.188	659.911	10,43
Capela do Socorro	76.752.000	542.190	141,56	57.373.747	594.930	96,44	60.671.681	599.683	101,17
Cidade Ademar	8.792.100	363.919	24,16	7.338.370	410.998	17,86	7.232.451	424.501	17,04
M'Boi Mirim	27.711.900	472.210	58,69	21.844.163	563.305	38,78	20.830.157	595.811	34,96
Parelheiros	349.788.600	104.137	3358,93	305.581.719	139.441	2191,48	314.750.570	153.372	2052,21

Fonte: Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente (SVMA/PMSP). Elaboração: SMUL/DEINFO.

Adaptado por SILVA, 2021.

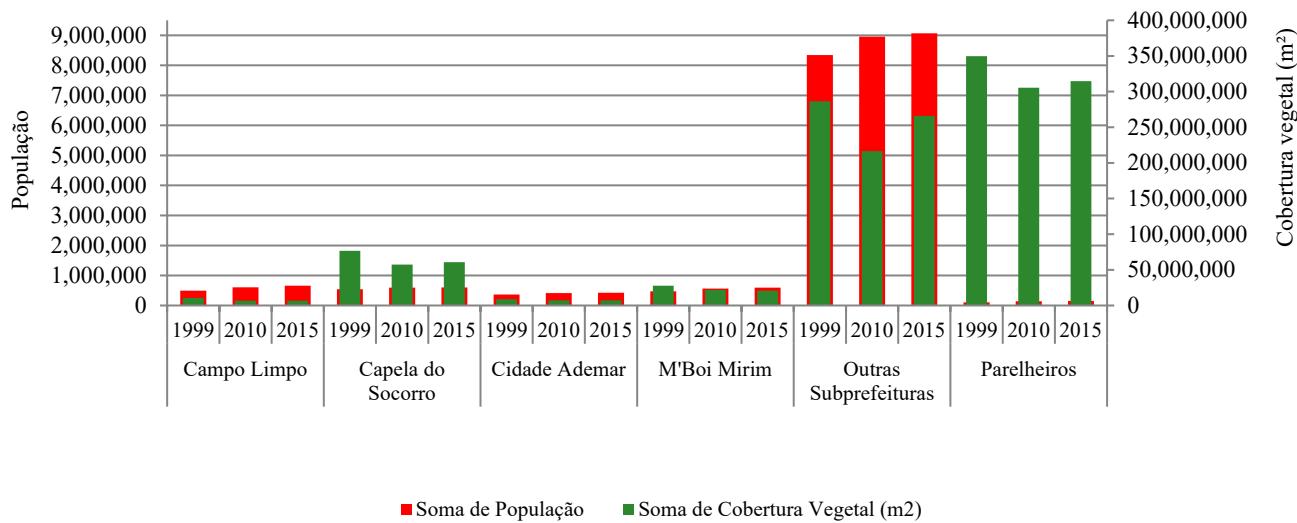


Gráfico 4. Cobertura Vegetal e população do Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse. Fonte: Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente (SVMA/PMSP). Elaboração: SMUL/DEINFO. Adaptado por SILVA, 2021.

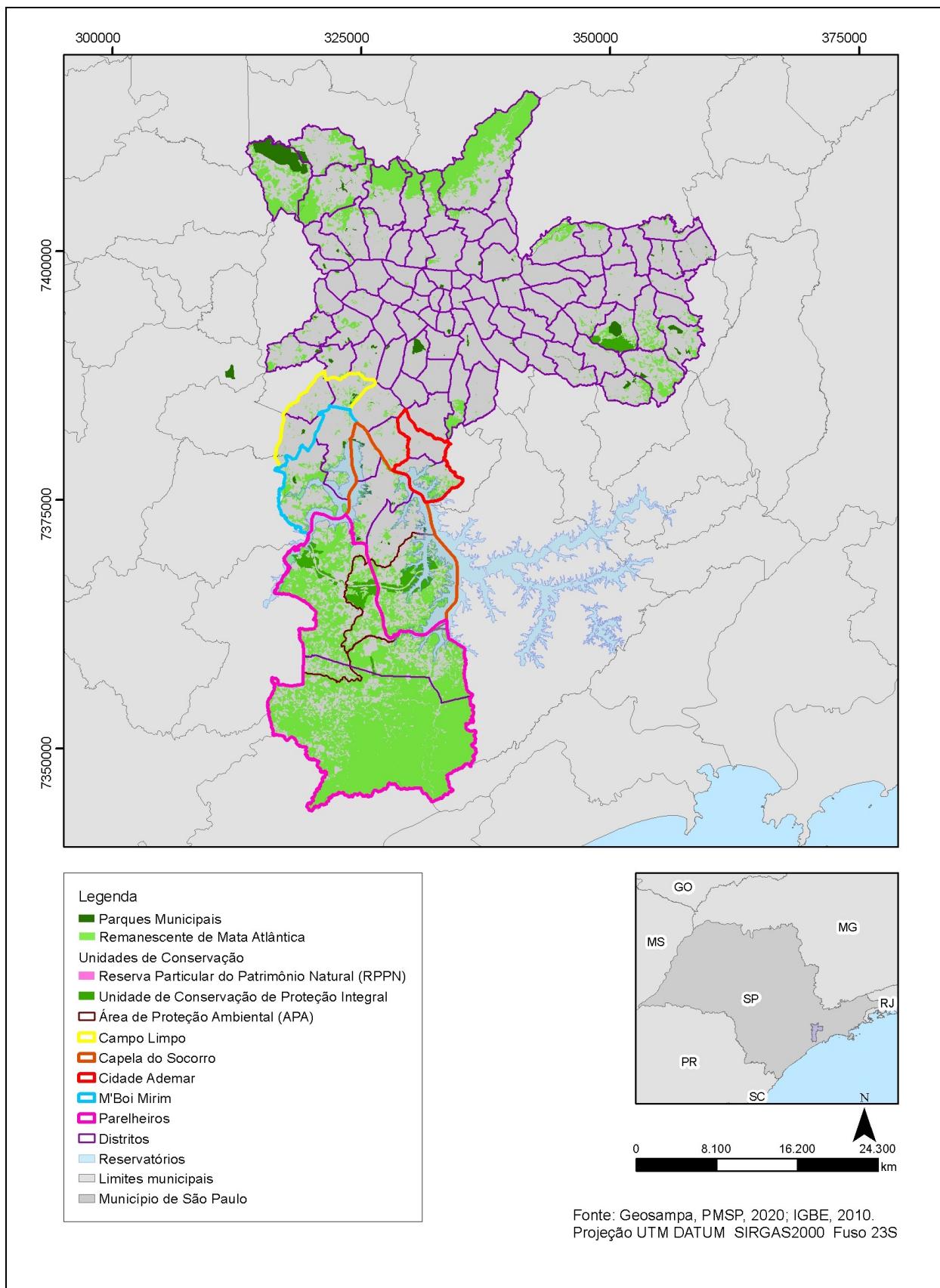


Figura 4. Vegetação do Município de São Paulo, com destaque para a área de interesse. Org.: SILVA, 2021.



Figura 5. Vista da cobertura vegetal da região de Parelheiros (orientação: Sul) capturada de barco na Represa Billings. Acervo pessoal, janeiro de 2019.

4.2 Meio físico

A estrutura morfológica particular da área abrange os compartimentos geomorfológicos da Serra da Cantareira, Bacia Sedimentar de São Paulo e o reverso do Planalto Atlântico. A primeira, a Serra da Cantareira, ocupa a porção norte do município e cuja altitude chega a 1.200 m neste compartimento e a orientação é Leste-Oeste, têm seu divisor de águas coincidindo com o limite entre os municípios de São Paulo e Mairiporã, contribuindo para a captação de água para o sistema de abastecimento de mesmo nome desta Serra.

A Bacia Sedimentar de São Paulo tem como seu principal dreno a bacia do Rio Tietê, orientado no sentido Leste-Oeste, a aproximadamente 720 m de altitude e uma ampla planície de inundação que recebe as águas dos rios que nascem na vertente sul da Serra da Cantareira e no reverso do Planalto Atlântico, como, principalmente, Pinheiros, Tamanduateí e Aricanduva – estes, orientados, coincidentemente, no sentido predominante dos ventos em São Paulo, Sudeste-Noroeste (TARIFA e ARMANI, 2000).

O vetor de ocupação da cidade, historicamente, se deu seguindo as várzeas dos rios Tietê e Tamanduateí e, tendo em vista a ocupação e adensamento das últimas décadas, principalmente de meados do século XX para a atualidade, a ocupação do novo vetor de centralidade econômica chamado de Vetor Sudoeste tem também nas várzeas dos rios, desta vez, Pinheiros e Jurubatuba, sua área de ocorrência, nas quais vêm se deslocando o curso do centro econômico da cidade, da região da Avenida Brigadeiro Faria Lima, do Largo da Batata, em Pinheiros, até a Avenida Doutor Chucri Zaidan, entre Brooklin e Chácara Santo Antônio.

Ao Sul do Município se encontram dois grandes reservatórios (Billings e Guarapiranga) cuja construção fora possibilitada pela reversão do curso do Rio Pinheiros, utilizados para abastecimento de água e geração de energia elétrica para a Usina Henry Borden, em Cubatão/ SP. Esta região do Município tem por configuração um relevo de mares de morros do Reverso do Planalto Atlântico que podem ultrapassar cotas de 800 m de altitude - formando também os divisores de águas entre as bacias que drenam para os reservatórios. Destaca-se, para esta pesquisa, a bacia do Rio Capivari-Monos, cujas nascentes estão ao sul da Represa Billings, no limite do Município de São Paulo, com seu vale encaixado na escarpa da Serra do Mar e que drenam para o litoral (TARIFA e ARMANI, *op. cit.*).

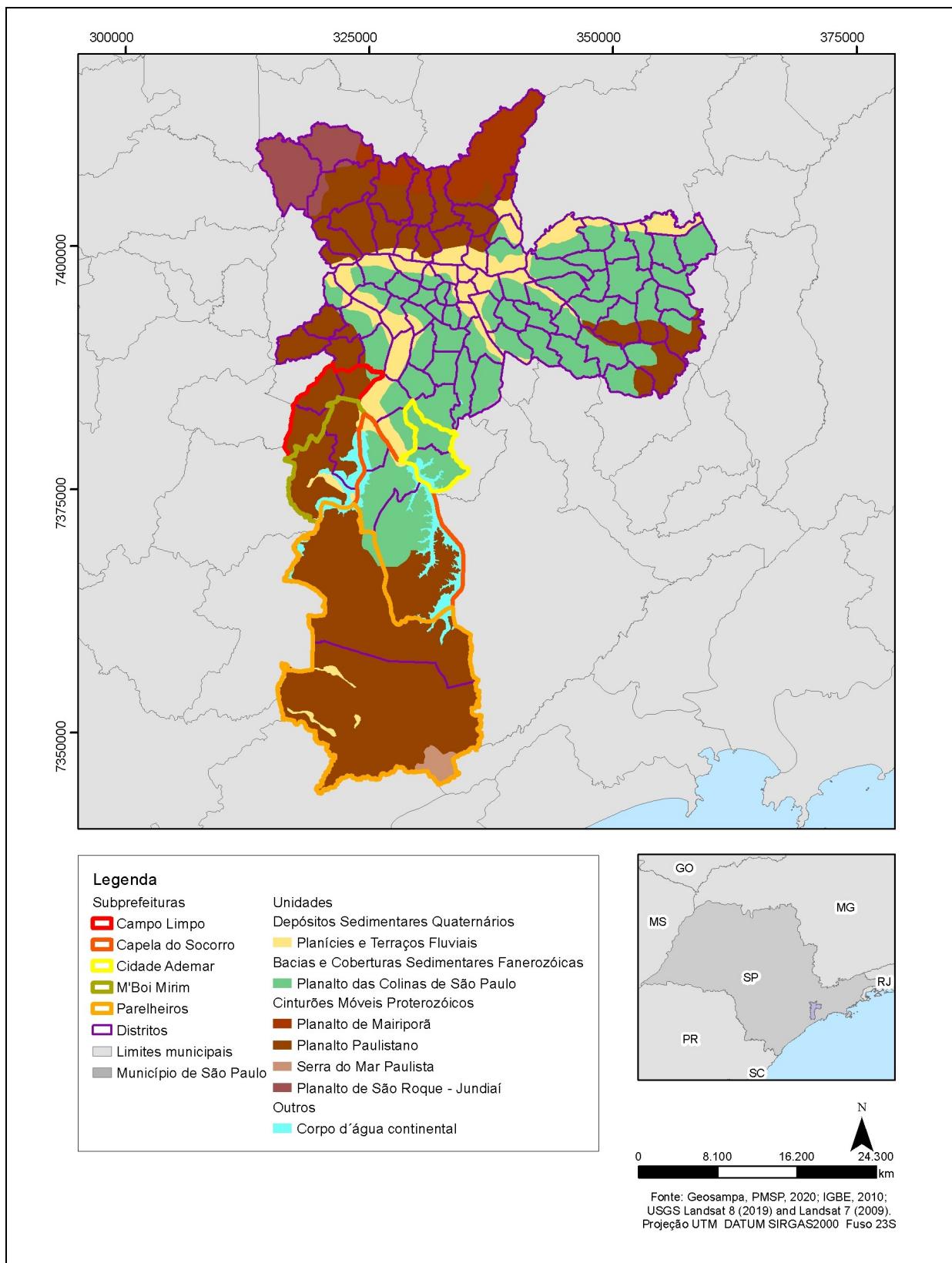


Figura 6. Unidades de relevo com recorte para o Município de São Paulo com destaque para as subprefeituras de interesse. Org.: SILVA, 2021.

4.3 Climatologia

Climatologia é o estudo do clima, compreendendo diversos fatores, tais como aspectos geomorfológicos, topográficos, latitudinais, vegetação, massas d'água, radiação solar, elementos na superfície terrestre e seus efeitos e interações, com temperatura do ar, umidade do ar, precipitação, circulação atmosférica, caracterizada por um período de, pelo menos, trinta anos.

4.3.1 Radiação solar

O Sol, ao verter continuamente parte de sua massa em ondas de radiação eletromagnéticas e em partículas de alta energia para o espaço resultantes de reações termonucleares que emitem, predominantemente, ondas curtas (aproximadamente de 4 μm), é a fonte da energia injetada na atmosfera terrestre (BARRY e CHORLEY, 2009). A interação desigual da radiação solar sobre a superfície do globo terrestre é a principal força geradora de fenômenos meteorológicos, atuando também sobre o regime térmico, evaporação da água e sobre o desenvolvimento de plantas (LIMA, 2014).

Admite-se que 99,9% da radiação solar que atinge a superfície compreendem a faixa de 0,15 a 4,0 μm (LEMON, 1965 *apud* VAREJÃO-SILVA, 2006). Ao interagir com a atmosfera terrestre, a radiação solar de ondas curtas pode ser absorvida ou difundida. Cerca de 18% da energia que chega à atmosfera terrestre é absorvida diretamente pelo ozônio e vapor d'água; aproximadamente 30% da radiação solar é refletida para o espaço imediatamente pela atuação da atmosfera, nuvens e superfície da Terra; assim o restante desta radiação atua aquecendo o planeta e sua atmosfera². Ao atingir a superfície, a radiação é chamada radiação global e pode ser compreendida pela soma de componente direto que procede diretamente do disco solar quando este se mostra total ou parcialmente visível e; pelo indireto, a radiação difusa, resultante do espalhamento da atmosfera que atinge um alvo após um ou mais desvios³ (gases da atmosfera, material particulado em suspensão e gotículas de água). A radiação solar exerce um papel fundamental para a circulação geral da atmosfera terrestre, pois o desequilíbrio entre a radiação recebida entre o equador e os pólos resulta na movimentação das massas de ar, fazendo com que haja transporte de calor ou frio entre estes pontos do

² BARRY, R. G; CHORLEY, R. J. Atmosfera, Tempo e Clima. 9^a ed. Editora Bookman, 2012.

³ VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Versão digital 2. Recife, 2006.

planeta como resultado das diferenças de pressão entre as massas frias e mais densas e quentes e menos densas.

Embora a radiação solar seja predominantemente composta por ondas curtas, a radiação terrestre é composta por ondas longas (entre 4 e 10 μm), emitida pela energia resultante do núcleo terrestre e de todos os objetos e gases que existem sobre a superfície (LIMA, *op. cit.*). Ao se observar o balanço de radiação entre ondas longas e ondas curtas, nota-se que ocorre um superávit de ondas curtas nas latitudes mais baixas e um déficit nas latitudes mais altas, inversamente ao que ocorre com as ondas curtas. Isto se dá pelo recebimento de radiação solar desigual pela superfície terrestre, ocasionando em transporte de calor entre pólos e equador, buscando atingir um equilíbrio relacionado à conservação de energia no sistema. A ROLE (Radiação de Onda Longa Emergente) contribui para a análise de regiões de alta convecção, seu comportamento em relação à distribuição regional e sua evolução. Desta forma, é possível observar a forçante radiativa em relação à presença de nebulosidade e sua influência em determinada localidade. Os dados sobre a ROLE são obtidos através de sensores no espectro do infravermelho termal instalados em satélites que medem a irradiação.

A radiação solar incidente (global e ultravioleta) sobre a área de estudo, segundo a média dos dados das três estações da CETESB para o período apresenta aos maiores índices no verão (214,1 W/m^2 de radiação global em fevereiro e 10,5 W/m^2 de radiação ultravioleta em janeiro) e os menores índices no inverno (122,1 W/m^2 de radiação global em junho e 4,6 W/m^2 de radiação ultravioleta, também em junho), conforme mostra o Gráfico 5:

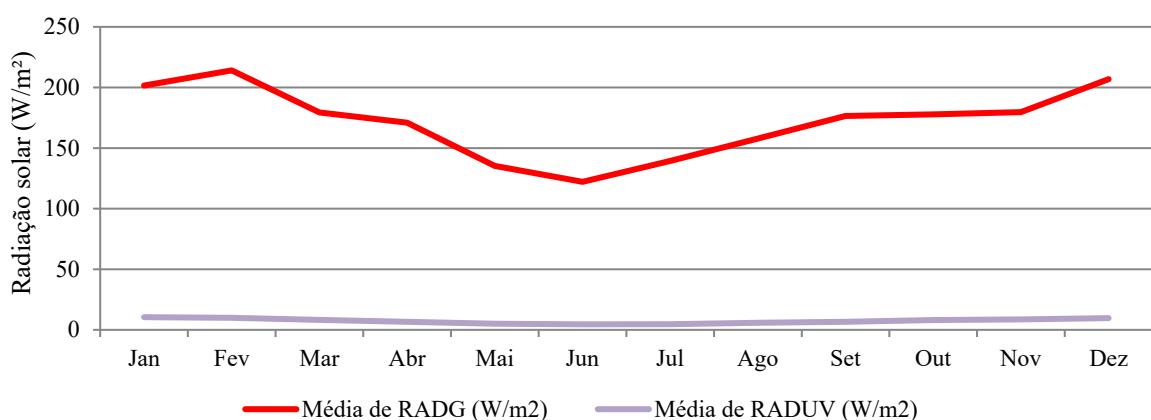


Gráfico 5. Média mensal da radiação global total e radiação ultravioleta entre os anos de 2013 e 2018 das estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021.

Já comparando os dados médios de radiação global e temperatura do ar das três estações da CETESB presentes na área de estudo, no período observado, também se nota a paridade dos índices ao longo do ano, porém, observa-se que, apesar da menor incidência de radiação solar global se dar no mês de junho (122,1 W/m²), as médias de menores temperaturas do ar ocorrem em julho e agosto (16,5 e 17°C, respectivamente), conforme o Gráfico 6:

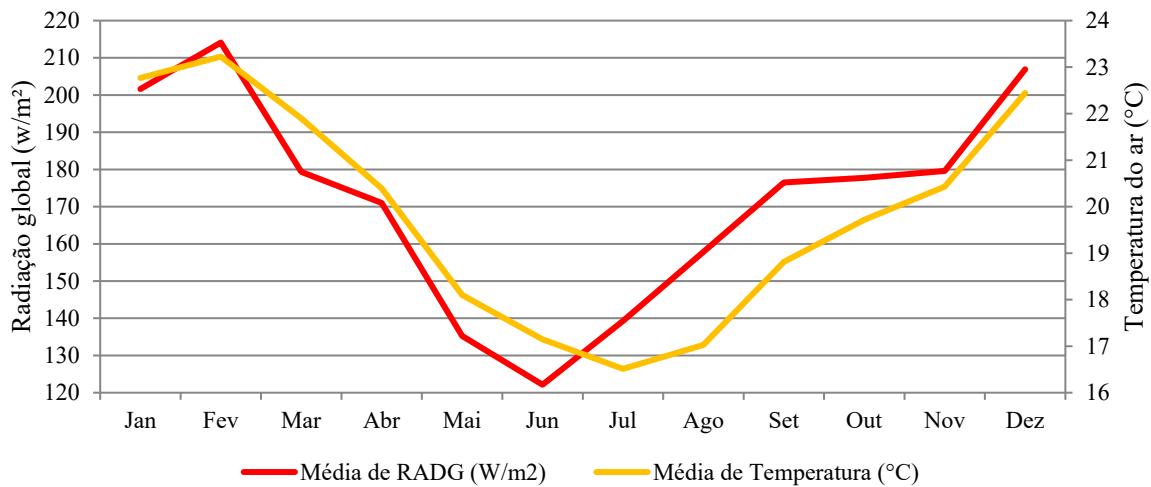


Gráfico 6. Média mensal da radiação global total temperatura do ar entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021

4.3.2 Umidade relativa do ar

A água é a única substância que ocorre naturalmente nos três estados físicos no nível das temperaturas normais da atmosfera, desempenhando papel imprescindível em diversos processos físicos como fonte de energia para circulação e origem de perturbações atmosféricas; liberação de energia por meio de condensação; consumo de energia por meio de evaporação e evapotranspiração e; absorção radiação eletromagnética, tanto de comprimentos de onda provenientes da radiação solar como terrestre, funcionando como reguladora no sistema Terra-atmosfera. A concentração total de vapor d'água na atmosfera varia entre 0% e 4%, sendo os valores de umidade relativa os que indicam o quão próximo o ar está da saturação em determinada temperatura.

Dessa forma, mantendo-se constante a temperatura e adicionando vapor d'água à concentração da atmosfera, ocorrerá o aumento da umidade relativa, assim como se a concentração de vapor d'água se mantiver constante e ocorrer decrescimento na temperatura, ocorrerá diminuição da umidade relativa. Por esse motivo, tempos a ocorrência da oscilação da umidade em dias de outono/inverno sem precipitação, por exemplo, em que com a queda acentuada da temperatura a partir do período da tarde, faz com que ocorra orvalho (condensação do vapor d'água por sua saturação em razão do resfriamento do ar sob uma pressão constante) quando o ar atinge sua menor temperatura (pouco antes do nascer do sol), momento este em que a umidade relativa do ar apresenta seu pico máximo para determinada menor temperatura. Assim, se o ar é bastante úmido e o resfriamento vai além do ponto de orvalho, a condensação ocorre na forma de orvalho, névoa ou geada, dependendo da quantidade de umidade na camada de ar, de sua espessura em resfriamento e do valor do ponto de orvalho⁴.

No geral, a umidade relativa do ar para o Município de São Paulo tende a acompanhar a variação sazonal da temperatura do ar, apresentando maiores índices no verão e menores índices no período de inverno, conforme ilustra o Gráfico 7:

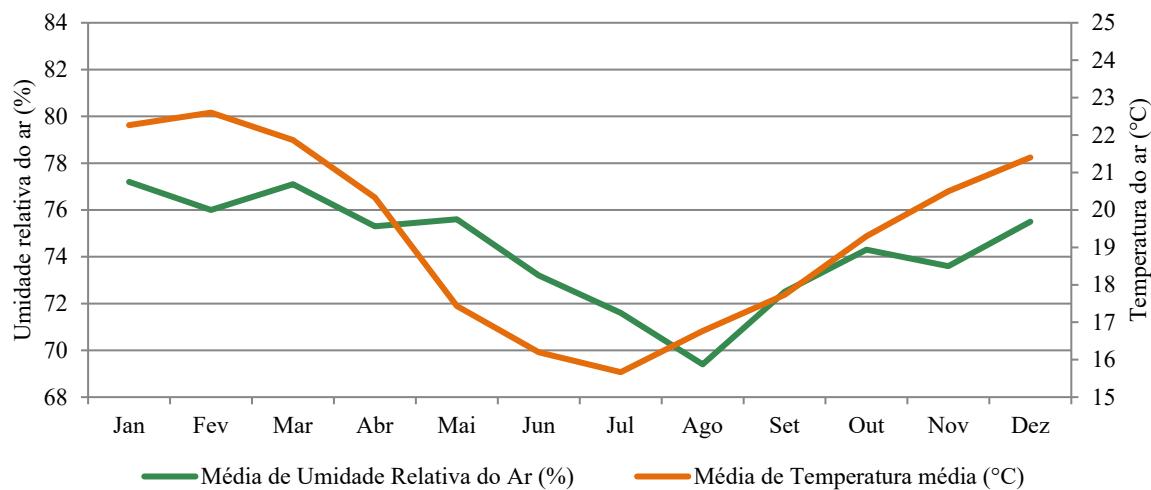


Gráfico 7. Média mensal da umidade relativa do ar (%) e da temperatura do ar (°C) no Município de São Paulo/SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.

Na área de estudo, os dados de umidade relativa do ar média para o período de 2013 a 2018 para as três estações da CETESB, apesar de apresentarem os maiores índices em meses

⁴ BARRY, R. G; CHORLEY, R. J. Atmosfera, Tempo e Clima. 9^a ed. Bookman, 2012.

de verão e menores em meses de inverno, também apresentam índices de baixa em fevereiro (76,9%) e alta em junho (81,2%), muito mais acentuadas do que na média do município no período de 1981 a 2010, conforme o Gráfico 8:

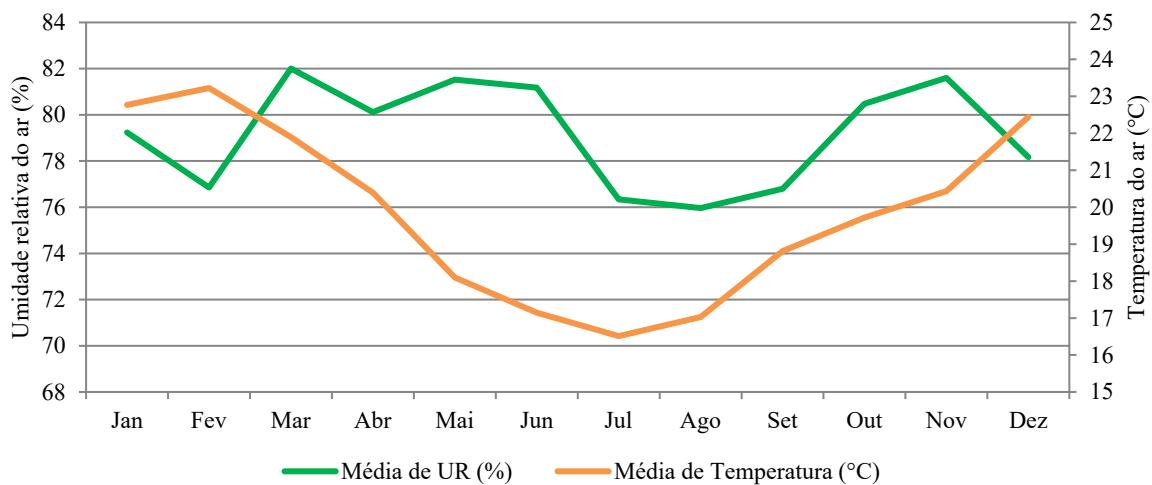


Gráfico 8. Média mensal da umidade relativa do ar (%) e da temperatura do ar (°C) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021.

Comparando as tendências entre as médias das três estações Qualar e de Mirante de Santana, percebe-se uma grande variação entre os valores, tendo em vista que as estações Qualar apresentam maiores taxas de umidade relativa do ar em todos os meses, mas ambas registram os menores valores em agosto (69,4% em Mirante de Santana e 76% nas três estações) e os maiores valores em meses de verão (77,2% em janeiro em Mirante de Santana e 82% em março nas três estações da área de estudo), possivelmente sendo uma diferença decorrente da maior proximidade das três estações da CETESB com grandes áreas vegetadas, dois grandes reservatórios e com a Serra do Mar que influenciam positivamente nos índices de umidade da região, conforme se apresenta no Gráfico 9:

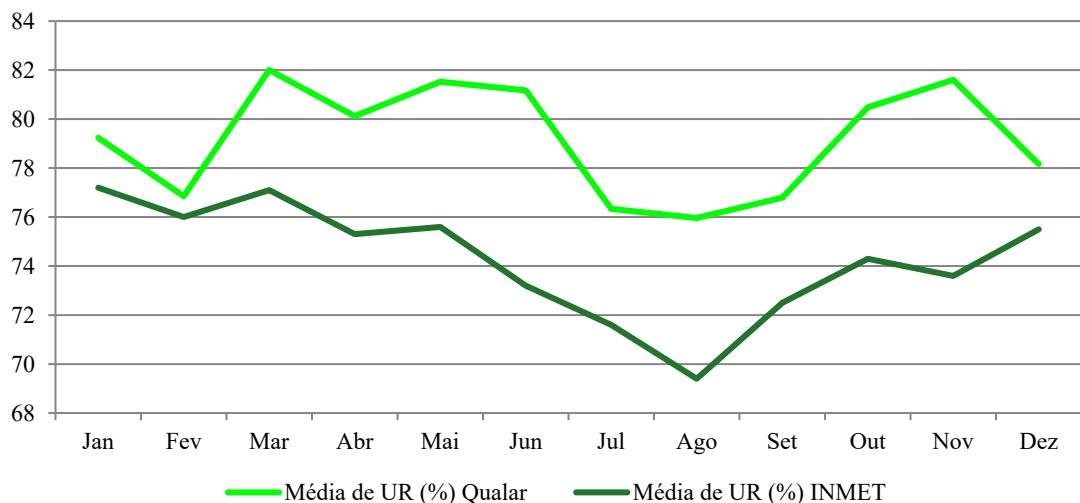


Gráfico 9. Média mensal da umidade relativa do ar (%) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações CapãoRedondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB e da Estação Mirante de Santana referente ao período de 1981-2010. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021; Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Org.: SILVA, 2021.

4.3.3 Temperatura do ar

A temperatura do ar diz respeito à velocidade do movimento de moléculas, configurando o grau de calor que um corpo possui, determinada pela absorção ou emissão de energia de um corpo e sua capacidade em transformá-la em calor latente e sensível (AYOADE, 1991) e, em especial sobre a Terra, a temperatura do ar condiciona-se à interação entre complexos controles físicos tais como latitude, altitude, elevação, umidade e diferença de calor específico entre solo e água, o que determina seus padrões (LIMA, 2014).

Temperaturas mais elevadas ocasionam no aumento da taxa de evapotranspiração, consequentemente, aumentando o teor de água na atmosfera e reduzindo o aporte de energia que chega à superfície, amenizando a temperatura.

Em São Paulo, as temperaturas médias variam entre máximas de 25,7°C, com o mês mais quente em fevereiro (28,8°C), e mínimas de 16,2°C, com mês mais frio em julho (12,3°C), segundo dados do INMET para o período de 1981 a 2010 (Gráficos 10, 11 e 12).

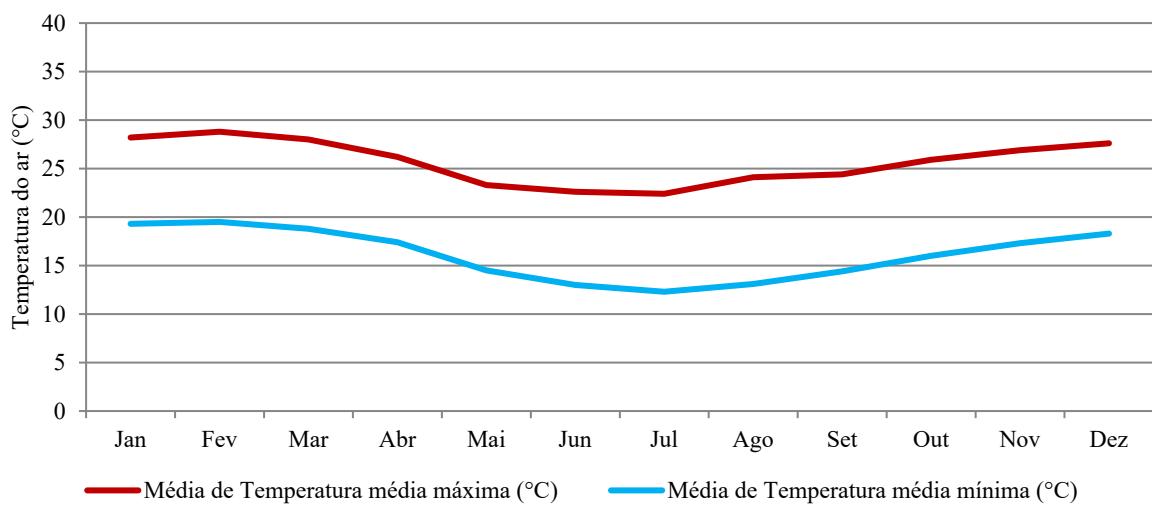


Gráfico 10. Temperaturas médias máximas e médias mínimas do ar (°C) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.

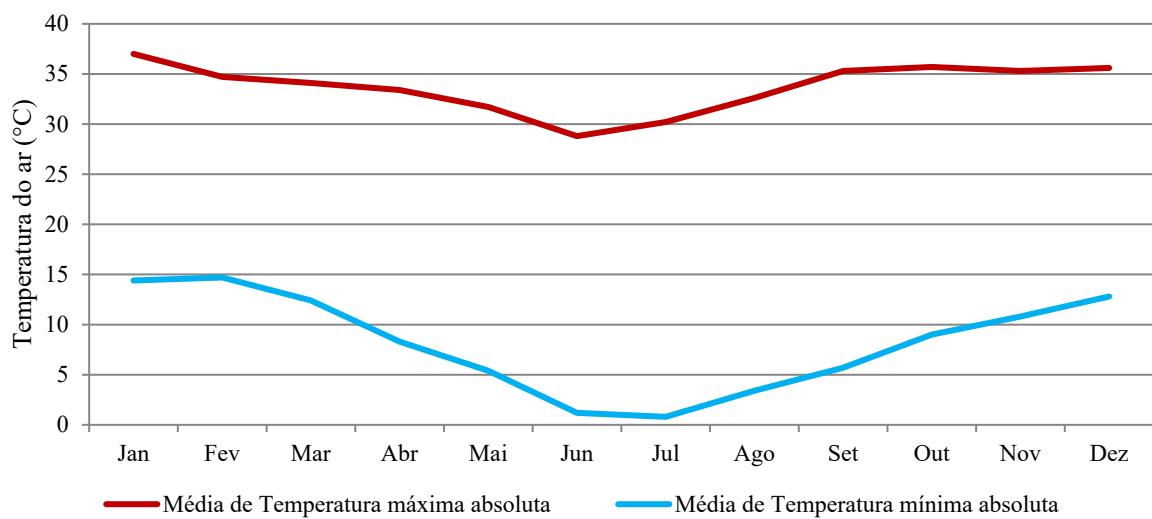


Gráfico 11. Média mensal das temperaturas máximas e mínimas absolutas do ar (°C) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.

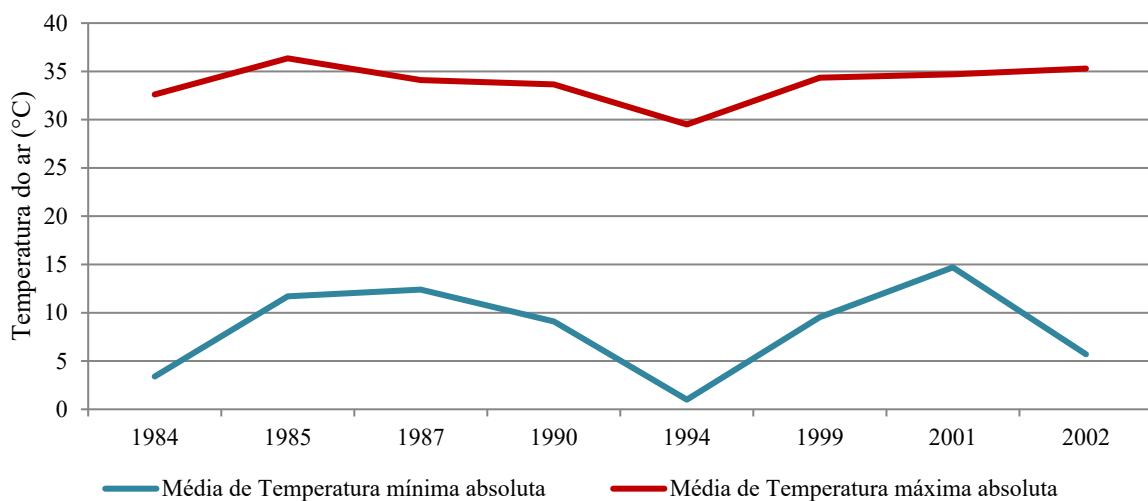


Gráfico 12. Médias das temperaturas absolutas máximas e mínimas por ano do registro (°C) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.

Já na área de estudo, as temperaturas médias para o recorte temporal selecionado seguem a tendência observada para a série de dados da estação do INMET de Mirante de Santana (1981-2010), porém com valores mais amenos, sendo a temperatura média máxima de registrada no mês de fevereiro 22,6°C e média mínima de 15,7°C no mês de junho (Gráfico 13).

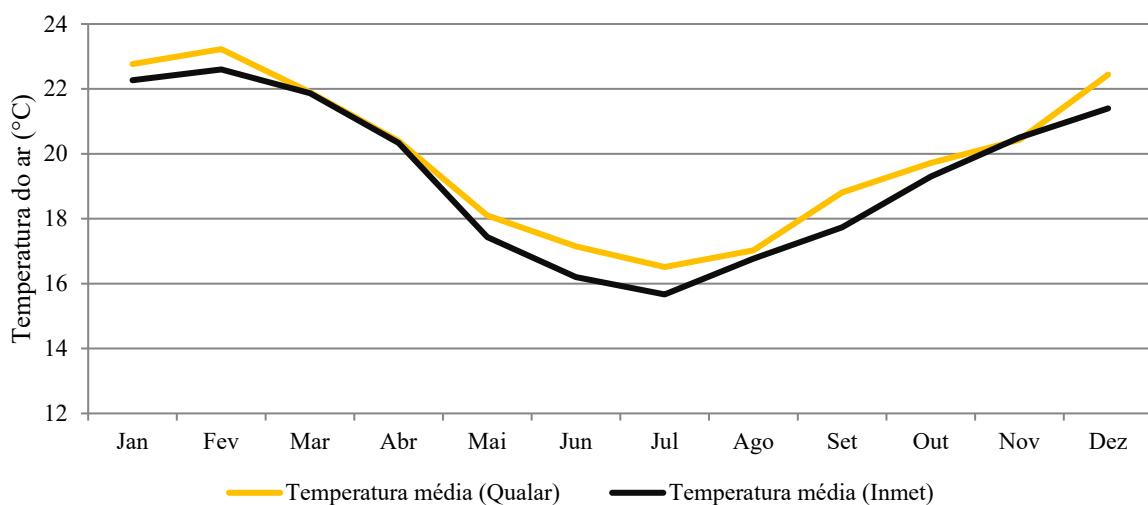


Gráfico 13. Média mensal da temperatura do ar (°C) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB e temperatura média do ar (°C) no Município de São Paulo/ SP referente ao período de 1981-2010 na estação Mirante de Santana. Fonte: Sistema de informações da qualidade

do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021; Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2021. Org.: SILVA, 2021

4.3.4 Ventos

A atmosfera terrestre está, em diferentes escalas, em constante movimento, tanto em pequenas rajadas locais de curta duração ou em sistemas de tempestades quilométricas que duram cerca de uma semana como também de cinturões de ventos globais mais ou menos constantes, submetidos ao controle do campo gravitacional da Terra⁵. Desta forma, a atmosfera terrestre está em constante movimento, sendo este movimento a soma de dois principais componentes: o movimento em relação à superfície e o movimento em conjunto com a Terra conforme esta realiza movimento rotacional em torno de seu próprio eixo, exercendo importante influência sobre a direção tendencial dos ventos.

Tais movimentos têm como causa básica a atuação do campo gravitacional no sentido de seu núcleo que causa redução na pressão conforme a distribuição vertical da massa atmosférica; a topografia; a distribuição das massas continentais e oceânicas e; fundamentalmente, o desequilíbrio na radiação líquida que incide sobre as baixas e altas latitudes da superfície terrestre (AYOADE, 1991).

Esses movimentos ocorrem em padrões de vento e pressão que podem manter constância ao longo do ano ou sazonalmente, determinando os padrões climáticos globais, como depressões, perturbações tropicais e a atuação de anticíclopes em latitudes médias. Em

A média da pressão atmosférica é de 926 hPa com registros mais elevados no período de inverno em decorrência da atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul (em sistema atmosférico em escala sinóptica, formado por uma massa de ar proveniente do anticiclone estacionário no Atlântico Sul que varia de intensidade sazonalmente, sendo mais fortemente atuante no inverno). Em menor escala, sistemas de ventos locais como brisas terrestres e marítimas, ventos catabáticos e anabáticos e ondas de sotavento, são controlados por fatores locais e existem por curtos períodos de tempo, atuando de forma precisamente localizada⁶.

Segundo Chiquetto *et al.* (2018), na capital Paulista a direção majoritária dos ventos é de SE, notadamente em associação às incursões de frentes frias e à brisa marítima, além de ser resultante das barreiras físicas a oeste do Município e, considerando ainda o posicionamento de indústrias no ABC Paulista, é possível inferir que direção dos ventos da tarde (brisa

⁵ BARRY, R. G; CHORLEY, R. J. Atmosfera, Tempo e Clima. 9^a ed. Bookman, 2012. p. 112.

⁶ AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os trópicos. 3^a ed. Bertrand Brasil. São Paulo, 1991. p. 73.

marítima) transposta NO_2 , CO e O_3 em direção ao oeste e noroeste, reduzindo a concentração no centro da cidade, contribuindo para o acúmulo de poluentes não só nas periferias da cidade de São Paulo como também em áreas a oeste, como a Região Metropolitana de Campinas – elevando a dimensão deste problema.

Na área de estudo, a pressão atmosférica segue a tendência apresentada na estação Mirante de Santana do INMET (1981-2010) cujo pico se apresenta no período de inverno (maior valor registrado em julho para ambos – 929,6 hPa em Mirante de Santana e 927,9 hPa nas três estações) e os menores no período de verão (menor valor registrado em dezembro para ambos – 992,9 hPa em Mirante de Santana e 921,1 hPa nas três estações), conforme os Gráficos 14 e 15. Esta similaridade é esperada, tendo em vista que a pressão atmosférica é resultante de sistemas em escala sinóptica. Já a velocidade e intensidade dos ventos segue um padrão inversamente proporcional.

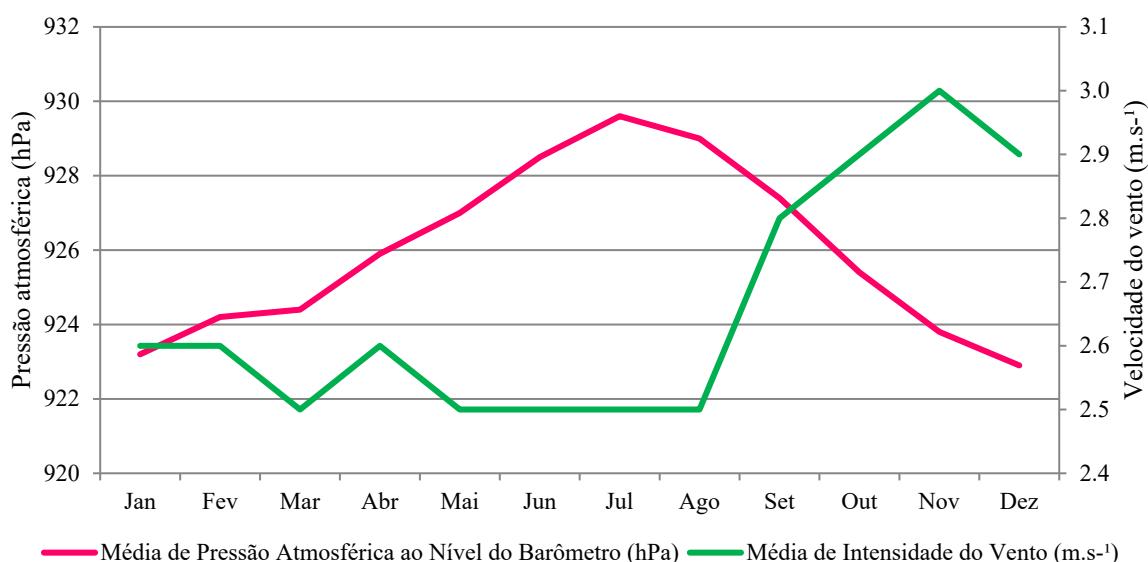


Gráfico 14. Média mensal da intensidade do vento (m.s^{-1}) e pressão atmosférica ao nível do barômetro (hPa) no Município de São Paulo/ SP a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 1981-2010. Estação Mirante de Santana. Org.: SILVA, 2021.

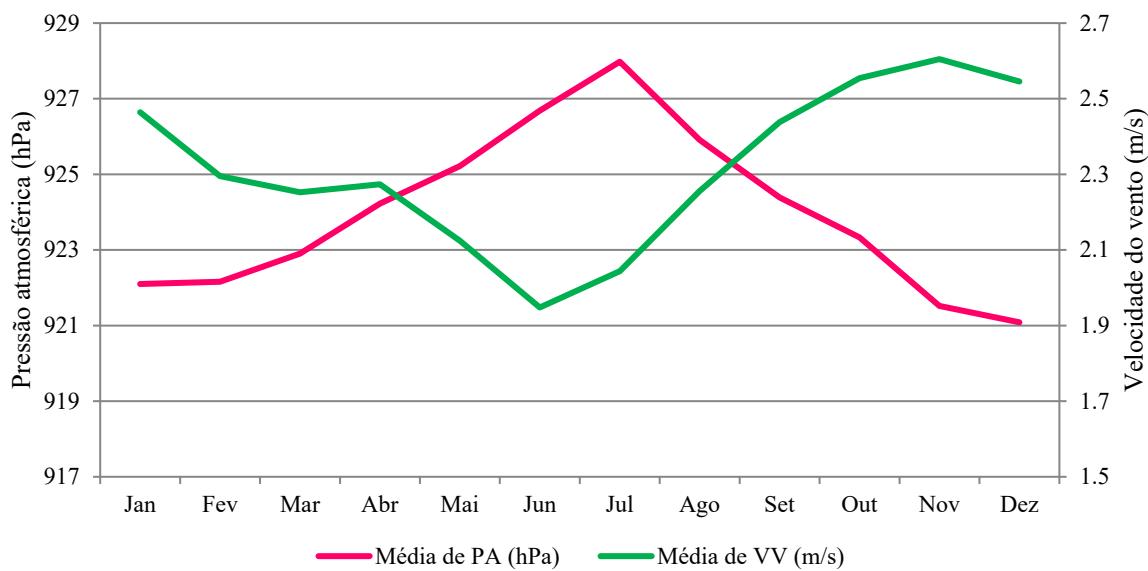


Gráfico 15. Média mensal da pressão atmosférica (hPa) e da velocidade dos ventos (m/s) entre os anos de 2013 e 2018 nas estações Capão Redondo, Grajaú - Parelheiros e Interlagos da CETESB. Fonte: Sistema de informações da qualidade do ar (Qualar) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021. Org.: SILVA, 2021

4.3.5 Precipitação pluviométrica

Precipitação pluviométrica refere-se à água no estado líquido que cai em forma de gotas de diâmetro de 0,5 mm a 2 mm em acumulação de ≥ 1 mm/hora, sendo característico à Climatologia a descrição em termos de precipitação anual e sua variação. Gotas com menos de 0,5 mm são consideradas garoa ou chuvisco⁷.

Comumente, se aceita que as precipitações são formadas a partir do crescimento de cristais de gelo nas nuvens que aumentam em função das gotas d'água das nuvens até se tornarem pesados demais para se sustentarem dentro destas, derretendo no processo de queda ao entrarem em contato com ar mais quente ou caindo parcialmente em forma sólida; ou pela coalescência de pequenas gotas d'água pelas maiores por colisão e pelo acúmulo das gotas que caem. Em áreas tropicais é mais comum que as nuvens sejam quentes em sua base e se estendam até o ponto de congelamento na atmosfera, sendo compostas exclusivamente de gotas d'água que aumentam de tamanho por coalescência⁸.

⁷ BARRY, R. G; CHORLEY, R. J. Atmosfera, Tempo e Clima. 9^a ed. Bookman, 2012. p. 75.

⁸ AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os trópicos. 3^a ed. Bertrand Brasil. São Paulo, 1991. p. 153-154.

Convencionalmente se classifica a precipitação em três tipos: convectivo, associado à instabilidade convectiva a partir de resfriamento adiabático (movimento vertical de uma massa de ar quente ascendente), formando nuvens de profundo desenvolvimento vertical (cumulus e cumulonimbus), cuja precipitação se dá em períodos de curta ou média duração em áreas localizadas e de moderada a grande intensidade, predominantemente no verão.

A precipitação de origem ciclônica ou frontal, associada à convergência em uma depressão (movimento vertical do ar em grande escala no qual o encontro de massas de ar com umidade e temperatura diferente faz com que, forçosamente, a massa de ar quente sobreponha-se à massa de ar frio, resfriando esta massa de ar quente), cujo período da precipitação tende a ser médios ou longos em grandes áreas e de fraca ou moderada intensidade, sendo o este o tipo de precipitação a predominar no inverno em zonas temperadas e subtropicais.

A precipitação de origem orográfica, associada às áreas acidentadas ou montanhosas, em que há elevação do ar úmido sobre estas barreiras, levando-o ao resfriamento adiabático. Contudo, a precipitação tende a acontecer nas áreas montanhosas em detrimento das vertentes à sotavento que passam a sofrer o efeito de sombra de chuva. Entretanto, a depender de instabilidades atmosféricas, a orografia tende a aumentar o volume da precipitação, bem como sua área de incidência (AYOADE, 1991; BARRY e CHORLEY, 2012).

A localização do Município de São Paulo junto ao Trópico de Capricórnio configura uma transição climática entre climas tropicais úmidos de altitude (com período seco definido) e subtropicais permanentemente úmidos do Brasil meridional sob atividade frontal que penetra de sul para norte (Gráfico 16), bem como também se caracteriza pela variação brusca em ritmo e sucessão meteorológica, podendo ocorrer intenso aquecimento e resfriamento em curtos períodos de tempo, como de dias a semanas (MONTEIRO, 1973).

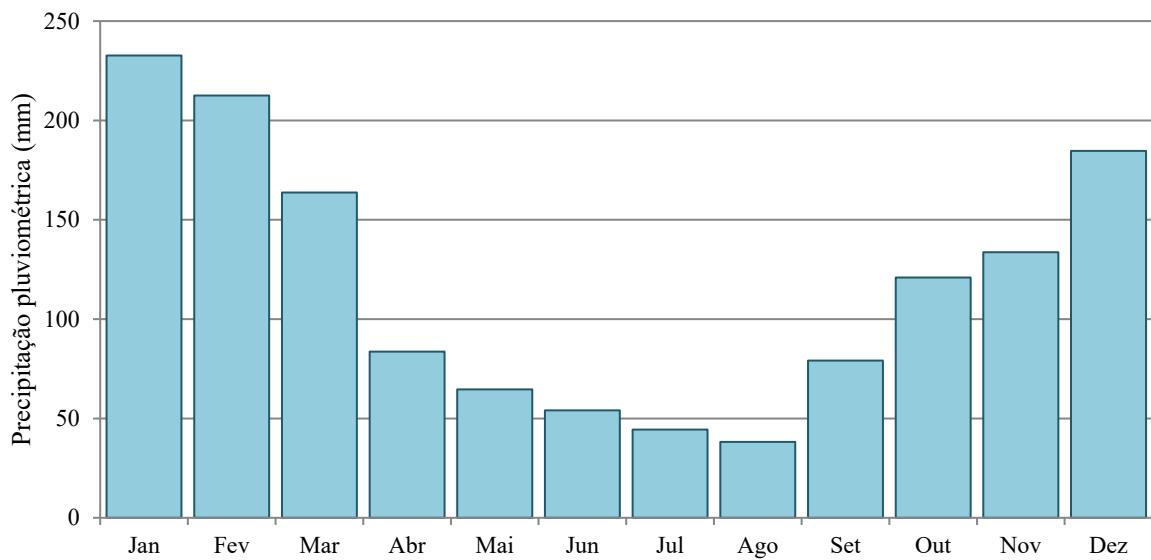


Gráfico 16. Média climatológica: série histórica do registro de chuva, iniciada em 1933 contanto até 2018. Fonte: Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/ USP). Estação do IAG Água Funda. Elaboração: SMDU/Geoinfo. Org.: SILVA, 2021.

4.3.6 Unidades climáticas específicas da área de estudo

No Atlas Ambiental do Município de São Paulo, Tarifa e Armani (2000) classificaram unidades representativas dos climas existentes nos diferentes territórios do Município (Figura 7, ampliada na Figura 8), considerando o padrão de uso do solo vigente e da concentração de poluentes atmosféricos decorrentes dos meso e topoclimas naturais e urbanos que se apresentam e, em associação, ao nível de ambientes microclimáticos, os autores consideraram como fatores as edificações interna e externamente, ruas, praças e etc., observando a existência de alterações qualitativas do estado atmosférico. Na área de estudo, as classes delimitadas pelos autores compreendem a Unidade II (Unidade Climática Urbana Periférica), a Unidade III (Unidade Climática do Urbano Fragmentado) e a Unidade IV (Unidade Climática Não Urbana).

Na Unidade II há alto risco de impactos e danos de grande intensidade, caracterizada por uma alguma “diminuição do fluxo de veículos, muito embora o fluxo de pessoas em trânsito seja localmente elevado e com constantes trocas com o núcleo e as áreas de expansão imediata do núcleo”, cuja composição das habitações em favelas, moradias de autoconstrução e verticalizadas de baixo padrão propicia a existência de ambientes climáticos onde há variações muito altas de temperatura e umidade do ar, bem como as áreas de morros de

elevada declividade podem estar mais suscetíveis a desmoronamentos e deslizamentos quando há elevada pluviosidade. A Unidade III tem como característica ser uma transição do meio urbano para o rural, apresentando de forma descontínua núcleos mais adensados de urbanização que acompanham as ligações férreas (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM), rodoviárias e vias principais; esta Unidade também representa uma faixa de transição para a elevação da pluviosidade em direção ao extremo sul e uma baixa variação térmica média. A Unidade IV é descrita como equivalente às unidades naturais, visto que nela ocorre baixíssima ocupação do solo e sendo esta unidade mais influenciada pelo Oceano Atlântico devido sua proximidade, altitude e relevo; nesta unidade está o distrito de Marsilac (subprefeitura de Parelheiros).

Os distritos de Campo Limpo, Capão Redondo (Subprefeitura de Campo Limpo), Jardim São Luis e Jardim Ângela (subprefeitura de M'Boi Mirim) são abrangidos pela Unidade Climática IID, apresentando características de uso do solo bastante fragmentadas, compostas por unidades habitacionais de baixo padrão – de favelas à habitações verticais tipo COHAB – em que o adensamento consequentemente acarreta na baixa ventilação e insolação. Há também, nesta área, a presença de unidades habitacionais de médio e alto padrão, sobretudo nas proximidades da Represa Guarapiranga (exemplo do bairro Riviera Guarapiranga), onde a maior presença de áreas verdes também contribui para a menor temperatura do solo e que Tarifa e Armani (2000) consideram a Unidade IID3 mais representativa.

Cidade Ademar, Pedreira (subprefeitura de Cidade Ademar), Cidade Dutra e Socorro (subprefeitura de Capela do Socorro) caracterizam-se pela Unidade IIE3. O padrão de ocupação destes distritos é muito variado, sendo locais em que é contínua a ocupação em direção ao sul do município, contendo desde unidades de baixo padrão a áreas de médio padrão, principalmente em trechos próximos às represas Billings e Guarapiranga, em que há maior prevalência de áreas verdes, podendo haver surgimento de nevoeiros e névoas úmidas noturnas e matinais.

O distrito de Grajaú (subprefeitura de Capela do Socorro), no entanto, apresenta características distintas dos demais inseridos na mesma subprefeitura, uma vez que este apresenta uma transição entre o urbano e o rural, classificado como pertencente à Unidade IIE5. Porém, as áreas urbanizadas deste distrito – em constante expansão/ adensamento –, cuja configuração de alta densidade populacional em favelas e alguma verticalização

(classificadas em manchas de Unidade IIE4) em unidades habitacionais de baixo padrão, apresenta também riscos climáticos em associação à pluviosidade.

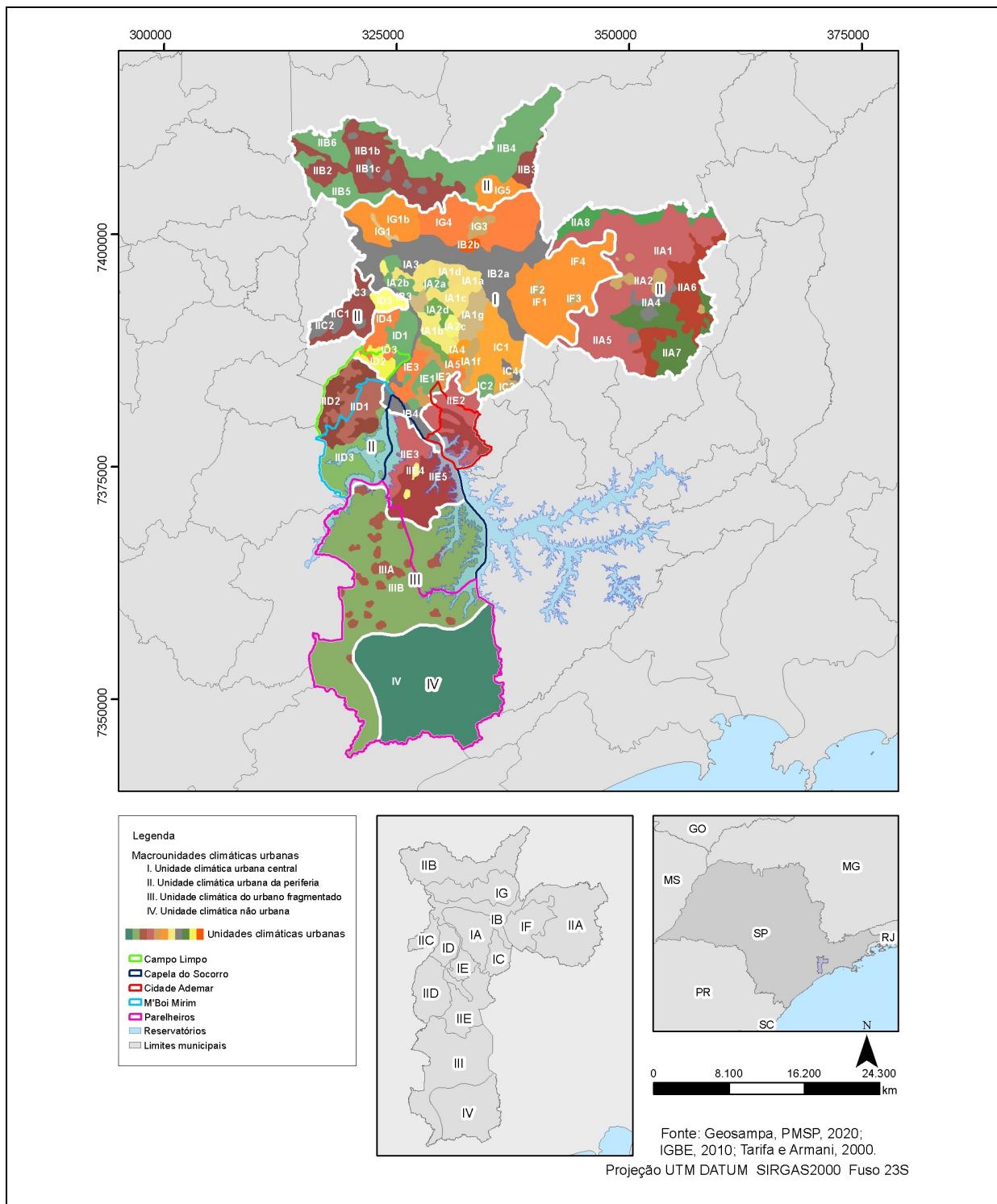


Figura 7. Mapa de classificação das unidades climáticas urbanas do Município de São Paulo. Fonte: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. *Os climas na cidade de São Paulo* (2001). Elaborado por Tarifa e Armani, 2000. Adaptado por SILVA, 2021.

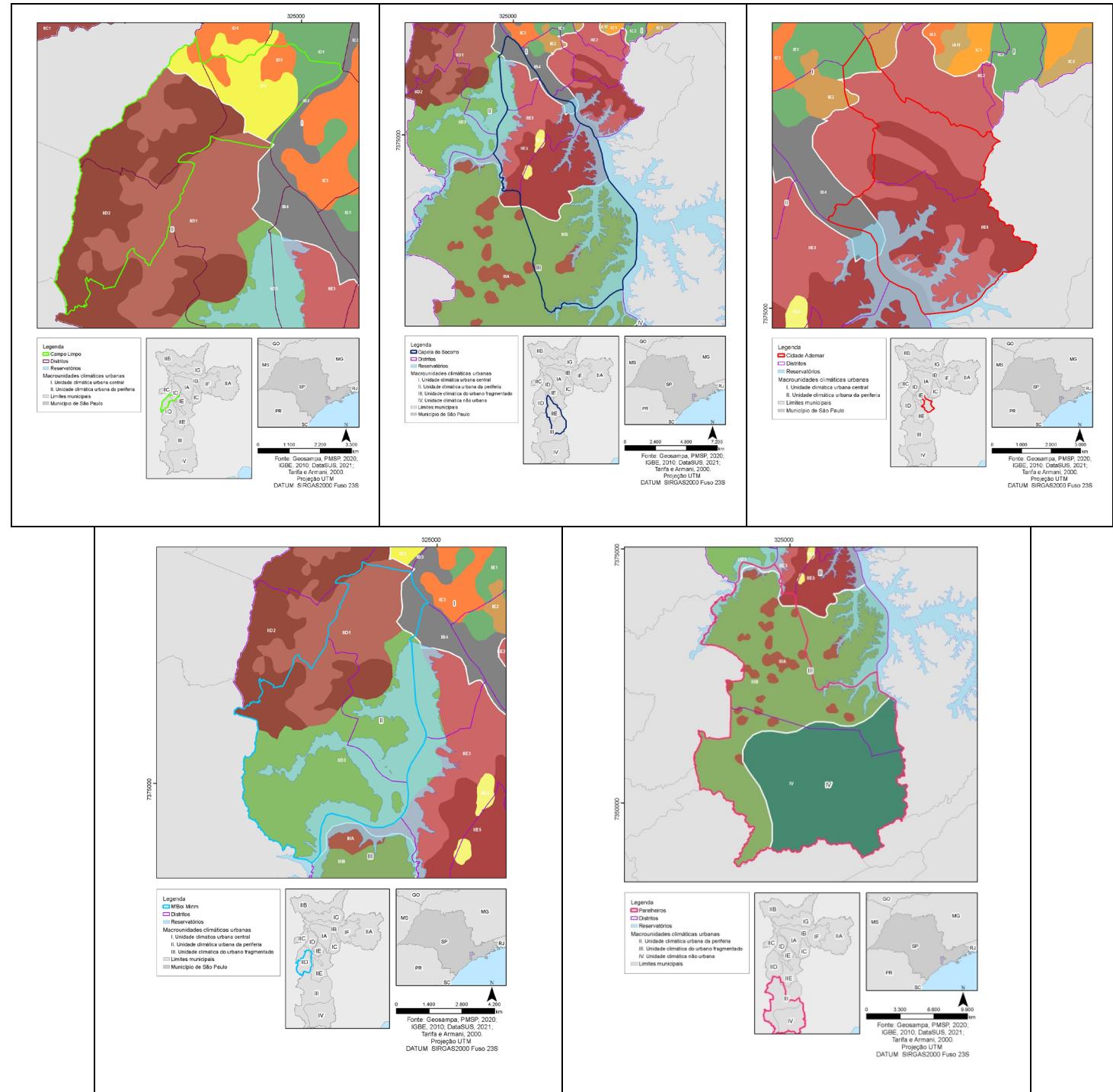


Figura 8. Mapa de classificação das unidades climáticas urbanas do Município de São Paulo aproximadas para cada subprefeitura observada. Fonte: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. *Os climas na cidade de São Paulo* (2001). Elaborado por Tarifa e Armani, 2000. Adaptado por SILVA, 2021.

4.4 Poluição atmosférica

Os gases de menor concentração e aerossóis representam uma pequena parcela da composição da atmosfera terrestre em relação aos gases mais comuns, como hidrogênio (H_2) e

são fundamentais para o equilíbrio bio-físico-químico dos processos atmosféricos do planeta. Os gases do efeito estufa (GEE) contêm majoritariamente vapor d'água (H_2O) – fortemente absorvente à radiação nas faixas entre 2,4-3,1 μm , 4,5-6,5 μm e acima de 16 μm . Gases serem contribuírem para a ocorrência das mudanças climáticas, os efeitos do aumento de sua concentração na atmosfera, resultantes de atividades antropogênicas como a queima de combustíveis fósseis (BARRY e CHORLEY, 2012), impactam a manutenção da vida animal e vegetal, principalmente em áreas urbanas. Além disto, gases como dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) e ozônio (O_3) ainda são particularmente tóxicos.

Os impactos causados por tais poluentes do ar podem se estender ainda sobre o campo socioeconômico, provocando a queda de produtividade agrícola, o aumento de custos dos sistemas de saúde e o aumento da vulnerabilidade de populações carentes, afetando não só as proximidades das fontes de emissão, uma vez que esses poluentes podem ser transportados por milhares de quilômetros pela atmosfera (DAPPER *et al.*, 2016).

A poluição do ar em grandes centros urbanos, como a Região Metropolitana de São Paulo, configura um desafio para a saúde e qualidade de vida de sua população. Nas últimas décadas a fonte majoritária desses gases é veicular e, segundo Habermann e Gouveia (2012), a poluição atmosférica oriunda de tráfego veicular apresenta concentrações maiores nas proximidades de vias de grande circulação, decrescendo gradualmente ao seu distanciamento.

Segundo os parâmetros de qualidade do ar definidos pelo Relatório de Qualidade do Ar da CETESB, o nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação das substâncias poluentes presentes no ar, considerando poluente atmosférico “qualquer forma de material em quantidade, concentração, tempo ou outras características que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”, segundo a Resolução CONAMA nº 491 de 19/11/2018 (BRASIL, 2018 *apud* CETESB, 2019). Tais poluentes podem ainda ser classificados como primários (emitidos diretamente pelas fontes de emissão) ou secundários (formados na atmosfera através de reação química entre poluentes e/ ou constituintes naturais da própria atmosfera).

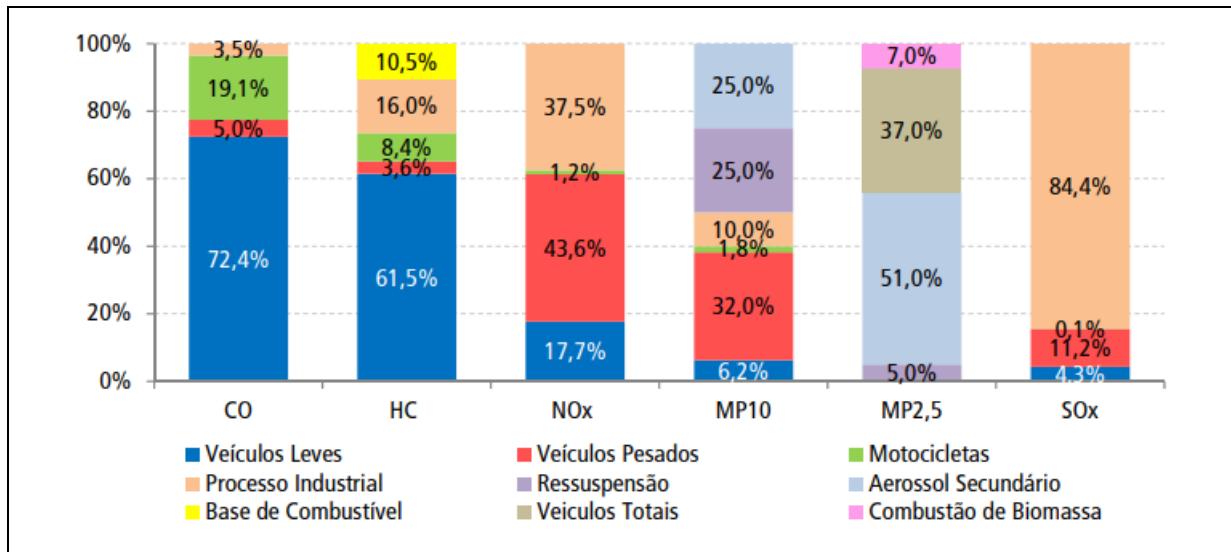


Figura 9. Emissões relativas por tipo de fonte – RMSP. Fonte: CETESB, 2020. p.67.

O Relatório de Qualidade do Ar ainda destaca que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode ser alterada em função das condições meteorológicas que determinam maior ou menor diluição dos poluentes, justificando a piora da qualidade do ar em relação aos parâmetros de CO, SO₂ e materiais particulados (MP_{2,5} e MP₁₀) nos meses de inverno devido às condições menos propícias para a dispersão destes poluentes, enquanto o O₃ apresenta maiores níveis de concentração no período da primavera e verão por ser um poluente secundário que depende para sua formação, dentre outros fatores, de calor e intensa radiação solar.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) classifica os índices de qualidade do ar (Tabela 4) em relação a todos os poluentes acompanhados, caracterizando todos os tipos episódicos e seus efeitos sobre a saúde humana (Tabela 5). Com base nesta classificação, há maior facilidade para o poder público gerenciar medidas emergenciais, como a paralisação de atividades industriais (CHIQUETTO, 2016).

Tabela 4. Estrutura do Índice de Qualidade do Ar. Qualidade do Ar.

Qualidade	Índice	MP ₁₀	MP _{2,5}	O ₃	CO	NO ₂	SO ₂
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 8h	(ppm) 8h	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1h	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h
N1 – Boa	0 – 40	0 – 50	0 – 25	0 – 100	0 – 9	0 – 200	0 – 20
N2 – Moderada	41 – 80	>50 – 100	>25 – 50	>100 – 130	>9 – 11	>200 – 240	>20 – 40
N3 – Ruim	81 – 120	>100 – 150	>50 – 75	>130 – 160	>11 – 13	>240 – 320	>40 – 365
N4 – Muito Ruim	121 – 200	>150 – 250	>75 – 125	>160 – 200	>13 – 15	>320 – 1130	>365 – 800
N5 – Péssima	>200	>250	>125	>200	>15	>1130	>800

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021.

Tabela 5. Qualidade do ar e efeitos à saúde. Qualidade do Ar.

Qualidade	Índice	Significado
N1 – Boa	0 – 40	---
N2 – Moderada	41 – 80	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.
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: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2021.

4.5 Configuração populacional

A periferia da metrópole de São Paulo configura-se como um fenômeno único em suas características e proporções, sociais e espaciais. Seguindo o modelo de organização do espaço dos países capitalistas dominantes, a América Latina e, em especial, a cidade de São Paulo, atingiu já em meados da década de 1970 taxas de urbanização quase equivalente e uma taxa de metropolização superior à européia, não resultante do dinamismo econômico, mas sim do êxodo rural, que por sua vez não também não configura necessária assimilação dos migrantes ao sistema econômico. Este fenômeno resulta então na formação de um tecido urbano truncado e desarticulado no qual sobressai a estrutura de grandes aglomerações – a região metropolitana – que concentram a direção econômica e política de determinado país, configurando “macrocefalia urbana” (CASTELLS, 1973).

Com o acesso à terra na cidade cada vez mais restrito ao trabalhador, resta a busca por habitação nas áreas mais afastadas e, por tanto, de terrenos mais baratos, dando-se o processo de expansão das periferias da cidade. Ainda com a pretensão de corte de gastos, o trabalhador (agora periférico) submete-se, por necessidade, constrói sua própria moradia, o que o leva ao endividamento ampliado pela deterioração salarial que por sua vez o conduz a ampliação de sua jornada de trabalho, em um processo constante, quase infinito, de construção ou reparo da autoconstrução (KOWARICK, 1980).

O contingente de migrantes soma-se ao de expulsos das áreas centrais em busca da sonhada casa própria, expandindo os limites da cidade, alargando as periferias. É o resultado visível da especulação imobiliária. Em meados da década de 1970 ocorre o processo de “implosão-explosão” do centro como resultado da concentração de atividades econômicas, sociais e administrativas da cidade que congestionava as circulações e reduzia fluxos de mercadorias e pessoas, além de encarecer o preço dos aluguéis, impedindo a manutenção de alguns comércios e serviços, obrigando-os a fixarem-se em outras áreas, dando origem à sub-centralidades tradicionais da cidade (Pinheiros, Lapa, Brás, Mooca, Santo Amaro, etc.) e, mesmo essas sub-centralidades tentem, hoje, à subordinação às potencialidades dos novos centros que apresentam maior especialização e seletividade de serviços, perpetuando a segregação socioespacial (ALVES, 2018).

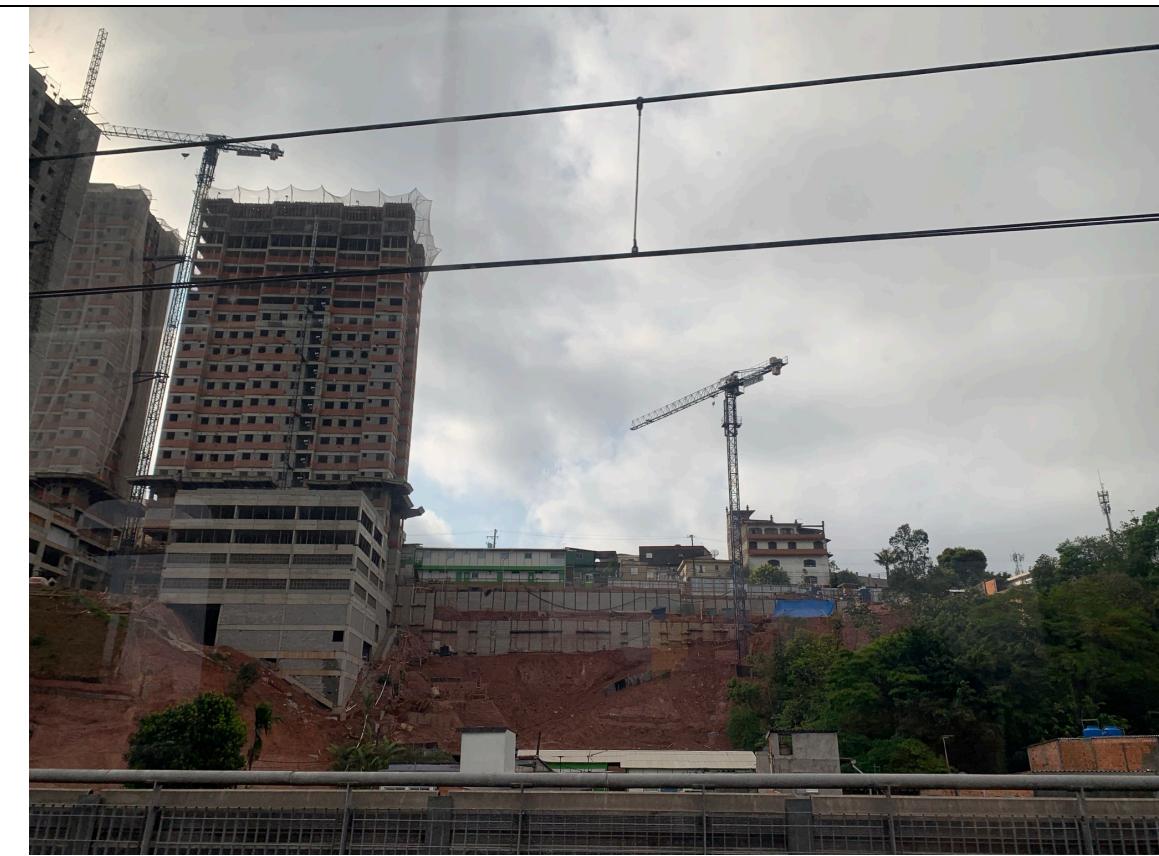


Figura 10. Construção de prédios ao lado de casebres de autoconstrução em encosta muito íngreme no distrito de Campo Limpo (orientação: oeste). Arquivo pessoal, outubro de 2021.

A luta por infraestrutura e serviços nestes distritos esbarra na legislação ambiental. Diferentemente da luta travada historicamente pela população de outras periferias em meados do século passado, Parelheiros e Marsilac contam com estradas que não podem ser asfaltadas (para a infiltração do grande volume de águas que lá precipita), não pode contar com

esgotamento [nos moldes do que se tem nas áreas urbanas], pois não há ligação com a rede, sendo necessária instalação de fossas – que são caras e por isso é comum encontrar despejo direto em córregos e, quando muito, fossas negras –, além da dificuldade em tornar mais denso o fluxo de ônibus que rodam nas estradas de terra.

Grande parte da população que lá habita se instala devido ao sonho da casa própria, mesmo que irregular, que, em função da falta de empregos e da distância de, aproximadamente, três horas das áreas centrais, se vê necessariamente inserida no circuito inferior da economia. Há assim a ampliação territorial das periferias paulistanas, o distanciamento espacial da fronteira da carência e escassez, necessárias para a reprodução capitalista (ALVES, *op. cit.*), ao passo em que também se expande o centro e seus serviços altamente tecnificados.



Figura 11. Vegetação suprimida em clareira aberta próxima ao Parque Natural Municipal Itaim (orientação: Oeste). Acervo pessoal, dezembro de 2018.

Nesse cenário de continuidade da expansão urbana periférica e precarizada, a escassez de áreas verdes torna-se um agravante para as condições de vida na cidade, tendo em vista diversos problemas relacionados ao uso do solo, como inundações e enchentes, formação de ilhas de calor e alta concentração de poluentes, mas também para a qualidade de vida, sustentabilidade e lazer para população que nela habita.



Figura 12. Ocupação irregular na Área de Proteção e Recuperação aos Mananciais (APRM) da Represa Guarapiranga e do Parque M'Boi Mirim no distrito de Jardim Ângela (orientação: Leste). Arquivo pessoal, setembro de 2017.

4.6 Saúde

4.6.1 Equipamentos de saúde

Os equipamentos de saúde, apesar de numerosos (176 no total, compostos por 121 unidades básicas de saúde, 30 ambulatórios especiais, 12 hospitais e 12 unidades de urgência/emergência), não estão distribuídos equitativamente sobre o território estudado (Figura 13), de modo que se destaca evidente um também desigual acesso aos serviços neste sentido, uma vez que, comparativamente, bairros mais populosos apresentam coberturas bastante díspares entre si, bem como ocorre entre os menos populosos. Subprefeituras como Campo Limpo e Cidade Ademar – primeira e penúltima em relação ao número de habitantes segundo Censo de 2010 (Gráfico 1) – possuem redes mais densas de equipamentos de saúde,

enquanto Capela do Socorro, juntamente com Parelheiros – segunda mais populosa e a menos populosa de todas, respectivamente – apresentam redes menos densas.

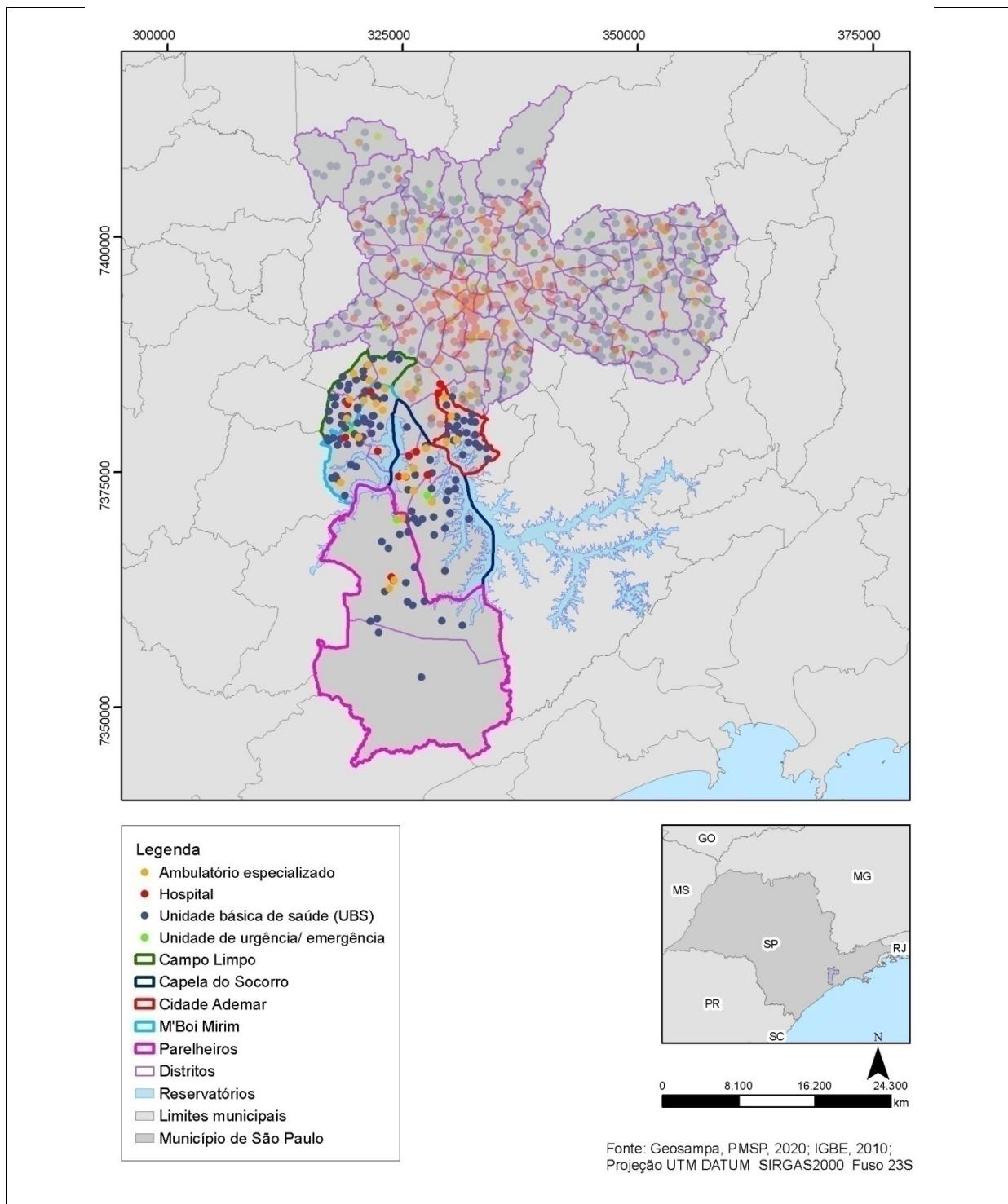


Figura 13. Equipamentos de saúde inseridos na área de estudo. Org.: SILVA, 2021.

4.6.2 Classificação Internacional de Doenças

A Tabela 6 corresponde a todas as classes da Classificação Internacional de Doenças em sua 10^a versão (CID-10), contudo, as doenças que mais comumente afetam a população em decorrência da concentração de poluentes são as que correspondem aos capítulos IX e X cuja relação se encontra a seguir e que serão definidas mais adiante.

Tabela 6. Classificação Internacional de Doenças (CID-10).

Capítulo	Causa (CID-10)
Cap I	Algumas doenças infecciosas e parasitárias
Cap II	Neoplasias (tumores)
Cap III	Doenças do sangue e dos órgãos hematopoéticos e alguns transtornos imunitários
Cap IV	Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas
Cap V	Transtornos mentais e comportamentais
Cap VI	Doenças do sistema nervoso
Cap VII	Doenças do olho e anexos
Cap VIII	Doenças do ouvido e da apófise mastóide
Cap IX	Doenças do aparelho circulatório
Cap X	Doenças do aparelho respiratório
Cap XI	Doenças do aparelho digestivo
Cap XII	Doenças da pele e do tecido subcutâneo
Cap XIII	Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo
Cap XIV	Doenças do aparelho geniturinário
Cap XV	Gravidez, parto e puerpério
Cap XVI	Algumas afecções originadas no período perinatal
Cap XVII	Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas
Cap XVIII	Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte
Cap XIX	Lesões, envenenamento e algumas outras consequências de causas externas
Cap XX	Causas externas de morbidade e de mortalidade

Fonte: SIM-CGIAE/SVS/MS – DataSUS, 2021.

Os dois Capítulos da CID-10 selecionados para este trabalho correspondem às seguintes doenças (Tabelas 7 e 8):

Tabela 7. CID-10 - Lista de tabulação para morbidade com recorte para o Capítulo X.

Capítulo	Código	Descrição	Códigos da CID-10
	165-179	Doenças do aparelho respiratório	J00-J99
X	165	Faringite aguda e amigdalite aguda	J02-J03
	166	Laringite e traqueíte agudas	J04

167	Outras infecções agudas das vias aéreas superiores	J00-J01, J05-J06
168	Influenza (gripe)	J09-J11
169	Pneumonia	J12-J18
170	Bronquite aguda e bronquiolite aguda	J20-J21
171	Sinusite crônica	J32
172	Outras doenças do nariz e dos seios paranasais	J30-J31, J33-J34
173	Doenças crônicas das amígdalas e das adenóides	J35
174	Outras doenças do trato respiratório superior	J36-J39
175	Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas	J40-J44
176	Asma	J45-J46
177	Bronquiectasia	J47
178	Pneumoconiose	J60-J65
179	Outras doenças do aparelho respiratório	J22, J66-J99

Fonte: SIM-CGIAE/SVS/MS – DataSUS, 2021.

Tabela 8. CID-10 - Lista de tabulação para morbidade com recorte para o Capítulo IX.

Capítulo	Código	Descrição	Códigos da CID-10
	143-164	Doenças do aparelho circulatório	I00-I99
	143	Febre reumática aguda	I00-I02
	144	Doença reumática crônica do coração	I05-I09
	145	Hipertensão essencial (primária)	I10
	146	Outras doenças hipertensivas	I11-I15
	147	Infarto agudo do miocárdio	I21-I22
	148	Outras doenças isquêmicas do coração	I20, I23-I25
	149	Embolia pulmonar	I26
	150	Transtornos de condução e arritmias cardíacas	I44-I49
	151	Insuficiência cardíaca	I50
	152	Outras doenças do coração	I27-I43, I51-I52
IX	153	Hemorragia intracraniana	I60-I62
	154	Infarto cerebral	I63
	155	Acidente vascular cerebral, não especificado como hemorrágico ou isquêmico	I64
	156	Outras doenças cerebrovasculares	I65-I69
	157	Ateroesclerose	I70
	158	Outras doenças vasculares periféricas	I73
	159	Embolia e trombose arteriais	I74
	160	Outras doenças das artérias, arteríolas e capilares	I71-I72, I77-I79
	161	Flebite, tromboflebite, embolia e trombose venosa	I80-I82
	162	Veias varicosas das extremidades inferiores	I83
	163	Hemorróidas	I84
	164	Outras doenças do aparelho circulatório	I85-I99

Fonte: SIM-CGIAE/SVS/MS – DataSUS, 2021.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, foram utilizados dados secundários de óbitos totais de residentes do Município de São Paulo por causa com seleção para doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório (Cap. IX e X da CID-10), disponibilizados no Sistema de Informações sobre Mortalidade que reúne dados da Secretaria Municipal de Saúde, da Secretaria Municipal de Transportes e do Serviço Funerário do Município de São Paulo (PRO-AIM/SMS, CET/SMT e SFMSP) e da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) pelo portal Tabnet/DataSUS, entre os anos de 2013 e 2018. Os dados foram selecionados por mês e para os distritos das subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros.

Para as tabelas foram utilizados dados demográficos da Prefeitura Municipal de São Paulo e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e de tipologia de uso e ocupação do solo da Secretaria Municipal da Fazenda e; de cobertura vegetal da Secretaria do Verde e Meio Ambiente disponibilizados pelo sistema INFOCIDADE/PMSP. Também da Classificação Internacional de Doenças e correspondentes que integram os capítulos de interesse do Ministério da Saúde pelo portal DataSUS.

A média de precipitação pluviométrica (mm) no Município de São Paulo é disponibilizada pelo Instituto Astronômico e Geofísico (IAG/USP) para a Estação Água Funda para o período compreendido entre 1933 e 2018. Os dados de temperatura média, temperatura média máxima e média mínima (°C), precipitação acumulada (mm), umidade relativa do ar (%), pressão atmosférica (hPa), insolação total (horas), intensidade do vento (m.s⁻¹) e direção resultante do vento (graus) foi solicitada por *e-mail* ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), compreendendo a série histórica de 1981 a 2010 para a estação meteorológica de Mirante de Santana.

Para os atributos climáticos locais da área de estudo foram utilizados dados disponibilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) referente às três estações localizadas na área de estudo (Capão Redondo, Interlagos e Grajaú-Parelheiros) pelo Sistema de Informações da Qualidade do Ar (Qualar/ CETESB). São disponibilizados (e utilizados) dados de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação total global e radiação total e ultravioleta (W/m²), pressão atmosférica (hPa), velocidade dos ventos (m/s) e direção dos ventos (graus), referentes aos anos de 2013 a 2018.

Os dados de poluentes atmosféricos referem-se também às mesmas três estações da CETESB, com recorte para a concentração de partículas inaláveis (MP₁₀), concentração de Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Óxido de Nitrogênio (NO), Óxidos de Nitrogênio (NOx) e concentração de Ozônio (O₃), tendo em vista que estes dados são coletados comumente nas três estações. Estes dados selecionados também são disponibilizados pela CETESB pelo sistema Qualar. Igualmente, foram selecionados dados referentes ao período de 2013 a 2018.

Para a análise cruzada dos dados de óbitos por doenças do aparelho respiratório e circulatório e de poluentes atmosféricos, foram elaborados gráficos e tabelas no *software* Microsoft Excel. Para dissolver a inconstância de dados diários das estações Qualar, foram utilizadas apenas as médias dos meses e dos anos.

As taxas brutas de óbitos para cada 1.000 habitantes foram calculadas conforme o proposto pela metodologia da Rede Interagencial de Informações para a Saúde (RIPSA):

$$\frac{\text{Número total de óbitos de residentes}}{\text{População total residente}} \times 1.000$$

Os gráficos de correlações lineares foram produzidos no *software* Microsoft Excel utilizando as variáveis poluentes em relação à taxa bruta de mortalidade, bem como os cálculos para a correlação de Pearson e sua correlação R². Para ambos, foram consideradas as médias mensais dos valores de cada um dos poluentes de ar e dos tipos de doenças para o período entre 2013 e 2018.

Os mapas foram elaborados no *software* aberto Quantum GIS a partir de arquivos *shapefile* de reservatórios em nível máximo, vegetação, pedologia, geomorfologia (compartimentos, domínios e unidades geomorfológicas), equipamentos de saúde disponibilizados pelos sítios eletrônicos da Prefeitura Municipal de São Paulo, pelo portal Geosampa; de limites administrativos e classificação climática pelo portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e; também da classificação climática e de Alvarez (*et al.*, 2013) da classificação de Köeppen adaptada para o território brasileiro.

Foram construídos *shapefiles* a partir da localização das estações de coleta de dados atmosféricos da CETESB, a fim de atribuir aos distritos a maior proximidade de determinada estação com intuito de compreender potenciais influências que cada uma pode estar sujeita e possíveis reflexos nos dados captados e também para a taxa bruta de mortalidade para cada 1.000 habitantes dos distritos integrantes das subprefeituras selecionadas. Para o mapa de

Unidades Climáticas Urbanas, elaborado por Tarifa e Armani no Atlas Ambiental do Município de São Paulo de 2000, foi veteado todo o mapa original dos autores.

A escolha de recorte do período de análise de 2013 a 2018 se dá em função destes serem os anos em que há intersecção da disponibilidade de dados mais completa para as três estações da CETESB para os atributos climáticos de maior interesse e do Tabnet/DataSUS para os óbitos em decorrência das doenças circulatórias e respiratórias nos doze distritos das cinco subprefeituras estudadas.

Para os dados do Qualar/CETESB foram selecionados apenas aqueles que são coletados em todas as três estações, excluindo aqueles que aparecem em apenas uma estação, muito embora alguns desses dados pudessem contribuir para uma melhor análise (como CO, SO₂ ou MP_{2,5}) a fim de se observar as configurações da área de estudo da forma mais homogeneizada possível, neste aspecto.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

I. Observações sobre a ocupação do solo e atributos climáticos nas subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros a partir dos dados das estações automáticas da CETESB.

As proporções de expressão espacial da organização urbana e sua dinâmica funcional tomam forma, como se tem na atualidade, a partir de meados do século XX, assumindo impacto máximo da atuação humana sobre a organização na superfície terrestre e na deterioração do ambiente, seja pela implosão demográfica ou pela explosão das atividades, emergindo do contraste com o rural, cuja dicotomia de contraste entre estes dois ambientes tornou evidente a sensível diferença de atmosfera entre eles, tendendo a acentuar ou eliminar diferenças em relação à localização da área (MONTEIRO, 1976).

Assim, a cidade modifica o clima à que deveria estar submetida, pois altera a composição da superfície, aumentando calor – associadamente com a ventilação –, umidade e até mesmo atenua o regime de precipitações, o que resulta em alterações na composição atmosférica devido, principalmente, à concentração de poluentes⁹. Desta forma, a compreensão da metrópole se dá como um fenômeno constituinte de diversas partes cujo

⁹ MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e clima urbano. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia IGEOG/USP (Série Teses e Monografias, n. 25). São Paulo, 1976.

conjunto diz respeito às interações oriundas da produção do espaço através das práticas sociais vigentes no cotidiano (TARIFA e ARMANI, 2000).

Somada à mancha urbana da Região Metropolitana, São Paulo continua a se expandir em direção às periferias, sobretudo sobre as áreas protegidas no extremo sul do município. A cidade, porém, possui um caráter singular do seu ordenamento territorial, bastante heterogêneo, com regiões altamente adensadas e verticalizadas e áreas de baixa densidade de bairros residenciais horizontais.

Essa extensa mancha urbana de ocupação desigual tanto em distribuição como em condições socioeconômicas, associada a agravantes (produção maciça de lixo, assoreamento, desmatamento nas áreas de cabeceiras de nascentes, canalização de corpos d'água, despejo irregular de esgoto industrial e domiciliar nos rios, etc.), compromete a qualidade de vida não só da população humana, mas também põe em risco a manutenção da fauna e flora.

Ao descrever os microclimas dos casebres da paisagem periférica urbana da metrópole, Tarifa e Armani (2001) destacam a multiplicidade climática a que estão submetidos os habitantes das periferias, visto que, ao depender do relevo, determinadas áreas podem apresentar calor extremo ou maior amenidade em altos declives de morros ou por sombreamento de fundos de vale, de forma que “ora parecem desertos, ora rios de lama, sujeira e inundações, ora calor insuportável, ora frio demais, poluição, asma, bronquite, pneumonia de milhões de seres humanos, trabalhadores, operários deste país”. Assim, se faz necessário redimensionar os fenômenos climáticos para as práticas socioespaciais existentes em cada unidade climática a fim de se compreender as representações da realidade urbana em si, reavaliando os efeitos e danos provocados pelo clima em função das classes e seguimentos sociais que por ele são afetados.

Com a finalidade de se observar todos os distritos das subprefeituras destacas para este trabalho alguma caracterização dos dados provenientes das estações Qualar da CETESB, tendo em vista que em todo o território existem apenas três estações em funcionamento, optou-se por atribuir estes dados para mais de uma subprefeitura, conforme mostra a seguir a Figura 14:

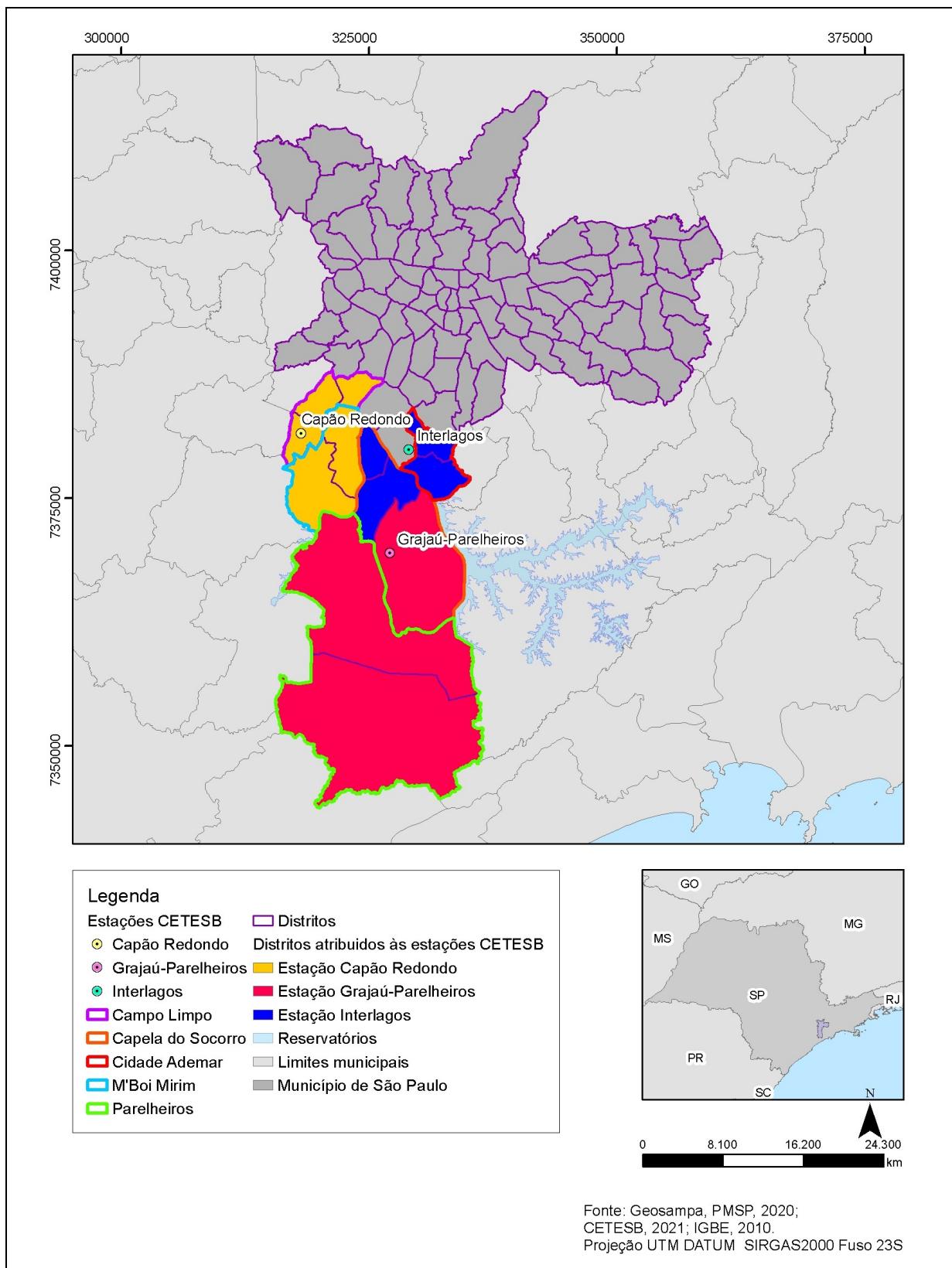


Figura 14. Estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar da CETESB inseridas na área de estudo com atribuição de distritos. Org.: SILVA, 2021.

Assim, os dados médios obtidos do período para cada uma das estações em relação aos poluentes atmosféricos coletados e disponibilizados pela CETESB se apresentam de maneira

bastante distinta entre cada uma das estações em relação à concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de cada um deles mantendo, notadamente, a relação sazonal (Gráfico 17).

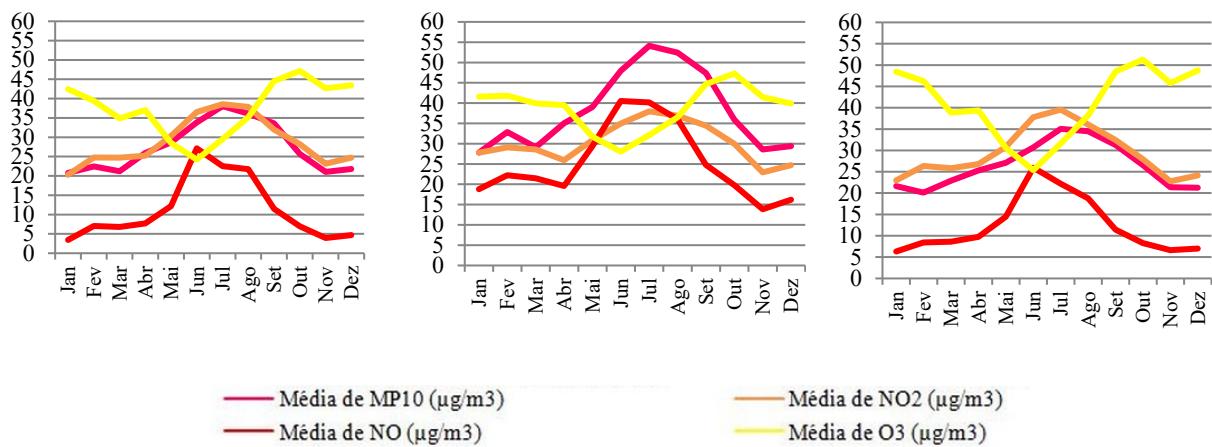


Gráfico 17. Média mensal de concentração de poluentes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nas estações automáticas de monitoramento de Capão Redondo (esquerda), Grajaú-Parelheiros (centro) e Interlagos (direita) da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.

Uma vez que os dados de precipitação pluviométrica não estão disponíveis e poderiam auxiliar de forma mais efetiva na compreensão dos dados apresentados, visto que a ocorrência de precipitações tende a reduzir a quantidade de poluentes atmosféricos presentes, melhorando a qualidade do ar, tal relação sazonal só pode ser observada em relação à concentração média de poluentes (neste caso para o conjunto das três estações) e a temperatura média do ar radiação ultravioleta e pressão atmosférica (Gráficos 18, 19 e 20, respectivamente), notando que a maior concentração de MP₁₀, NO e NO₂ no período de inverno e menor concentração de O₃ no mesmo período (período de maior estabilidade atmosférica).

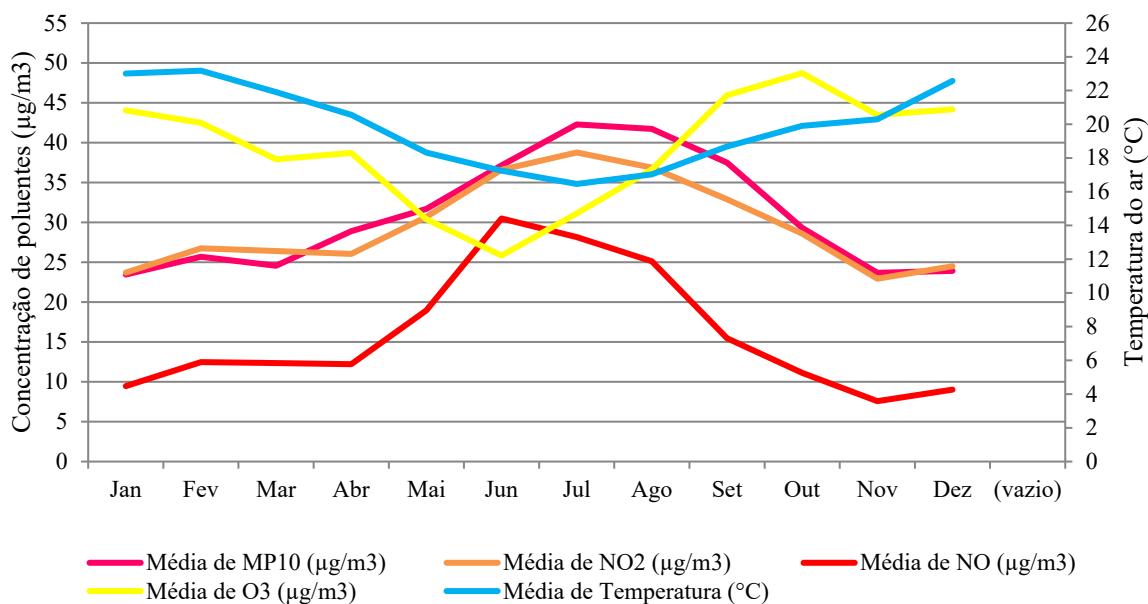


Gráfico 18. Média mensal da taxa de concentrações de poluentes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e temperatura média do ar (°C) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.

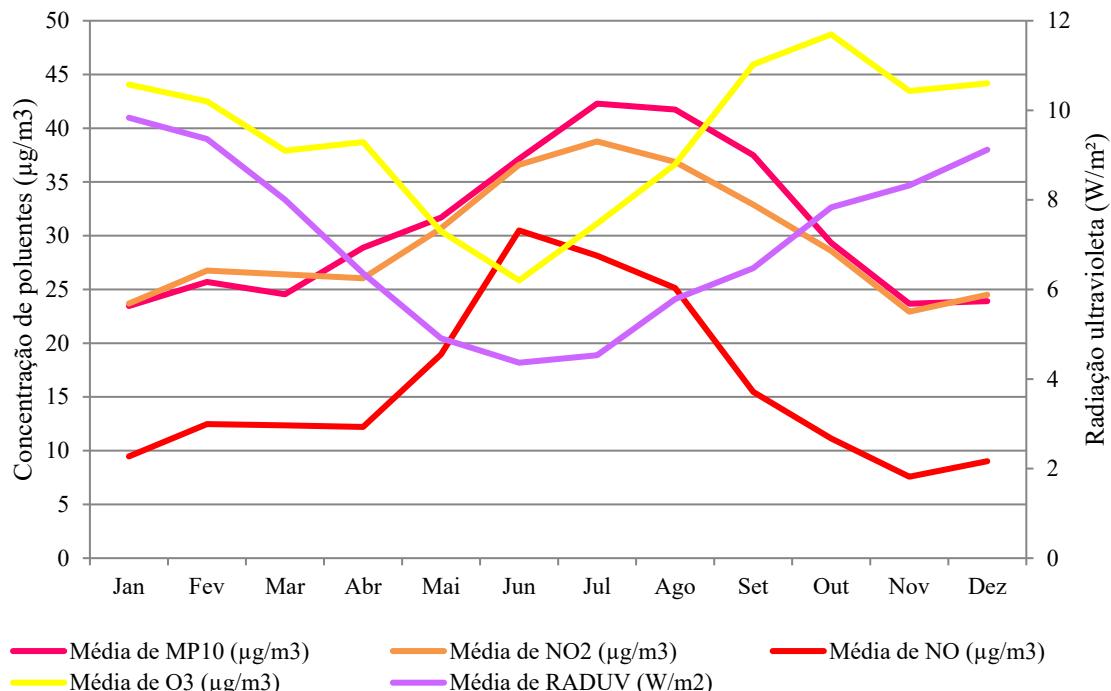


Gráfico 19. Média mensal da taxa de concentrações de poluentes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e radiação ultravioleta (W/m^2) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.

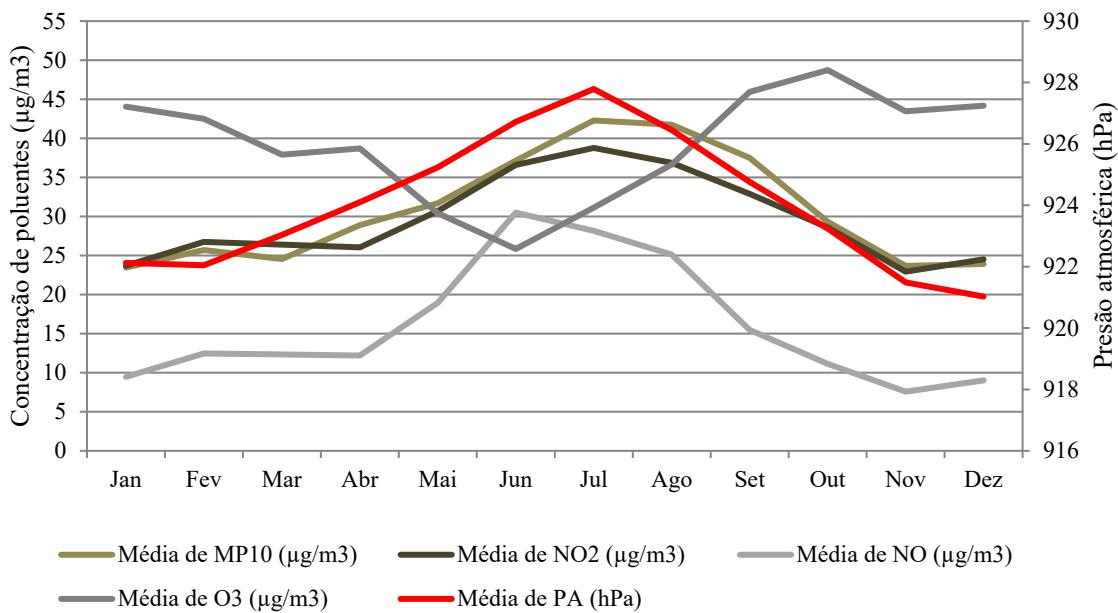


Gráfico 20. Média mensal da taxa de concentrações de poluentes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e pressão atmosférica (hPa) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021

Já os efeitos meteorológicos em escala sinóptica tendem a potencializar o contingente de óbitos que ocorrem em decorrência de doenças relacionadas, como as doenças do aparelho respiratório e circulatório, muito mais em função da permanência de situações sinópticas estáveis do que de picos extremos. Em associação, estas situações de estabilidade sinóptica de configurações estressantes ao corpo humano, forçando o topoclima em estratos sociais pauperizados que habitam moradias adensadas e precárias, juntamente à exposição entendida aos poluentes atmosféricos e baixa cobertura hospitalar, tendem a exortar os óbitos.

Kalkstein (1991) delimitou esse efeito sobre a cidade de St. Louis, identificando que a prolongamento de dias de evento de temperatura do ar próxima de 35°C por várias horas apresenta maior influência sobre a mortalidade do que dias específicos de picos de $37,8^\circ\text{C}$ por curtos períodos de tempo que decrescem rapidamente para temperaturas mais amenas. Desta forma, a condição sinóptica de presença de anticiclones que apresenta maior concentração de poluentes atmosféricos em contraposição às condições sinópticas estacionárias que apresentam concentração de poluentes a baixo da media observada pelo autor, por si, tendem a não refletir tanto a mortalidade humana em decorrência de tais doenças em associação aos poluentes do que o estresse causado pela manutenção desta segunda situação sinóptica em associação as doenças. Efeito semelhante foi descrito por Braga *et al.* (2001) na cidade de Londres em 1952, onde uma inversão térmica que se estendeu sobre a cidade durante três dias

provocou aumento de 4.000 mortes em relação à média do período e; um estudo conduzido na Catalunha, entre 1983 e 2006, aponta também a elevação em 19% na mortalidade total diária com a persistência de eventos extremos de calor que persistem por períodos de três ou mais dias (PINHEIRO *et al.*, 2014).

II. Observações sobre ocupação do solo e a saúde pública nas subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros.

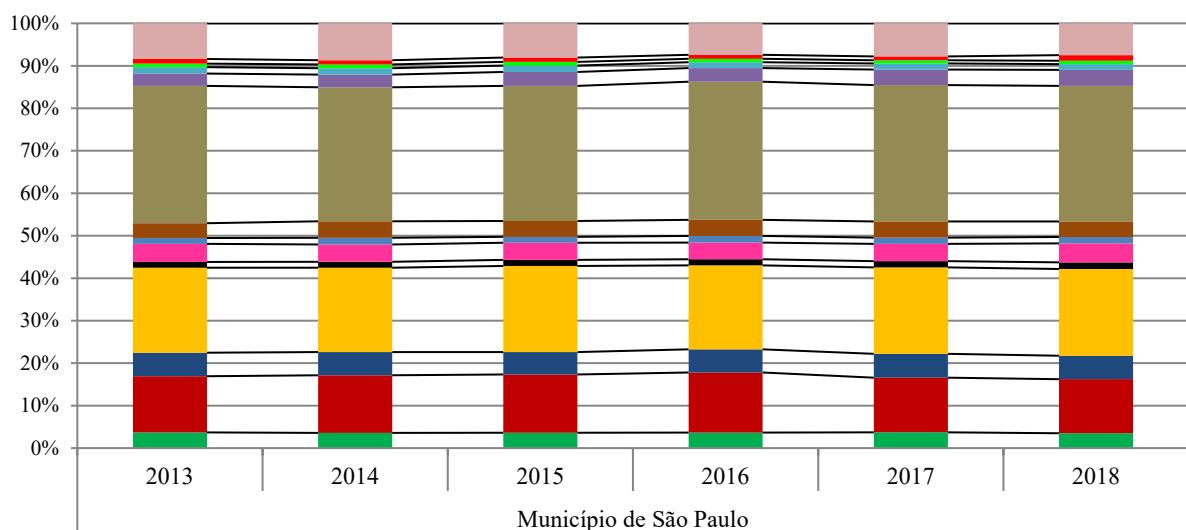
O aumento da ocupação humana de forma desordenada em áreas impróprias como planícies de inundação resulta em condições de vulnerabilidade socioambiental mais agravada, como por exemplo, o desenvolvimento de doenças do aparelho circulatório e respiratório. Com a perspectiva do aumento de eventos meteorológicos extremos para o futuro, é possível que tais impactos possam ser agravados.

Para Jasinski *et al.* (2011), o local de moradia de usuários de serviços de saúde é “um dado fundamental para a análise do fluxo de pacientes entre municípios e distritos sanitários, informação importante para o planejamento e programação da oferta de serviços de saúde e para a alocação de recursos financeiros”.

Segundo Tarifa e Armani,

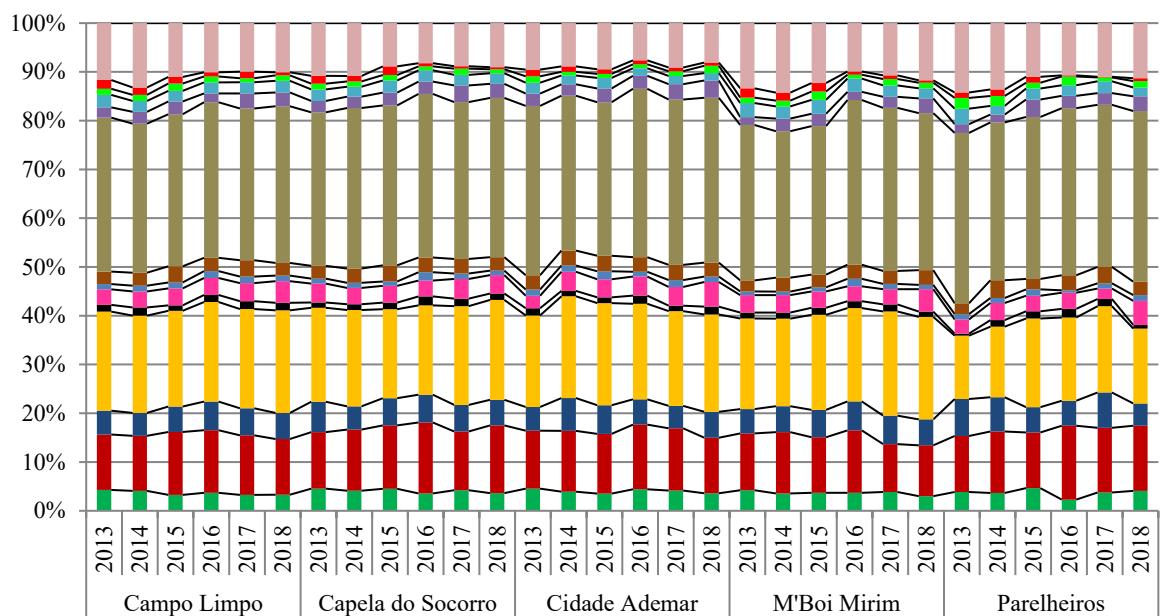
A “causa mortis” muitas vezes é do sistema circulatório ou do coração, mas o agravamento vem de uma totalidade, onde certamente a poluição do ar, o calor extremo, a falta de ventilação ou insolação, as enchentes, ou a ansiedade provocada por estes fatores são controles tão ou mais importantes que a “causa mortis” em si mesma. Mesmo assim, nas últimas décadas, os estudos de saúde pública indicam a morte por problemas relacionados com doenças respiratórias como a segunda causa (Tarifa e Armani, 2001. p. 52).

Na última década, mortes por doenças respiratórias ainda figuram como uma das maiores “causa mortis” no Município de São Paulo, ficando atrás apenas de doenças do sistema circulatório e neoplasias (Gráfico 21), bem como também ocorre nas subprefeituras destacadas (Gráfico 22). Somadas as mortes por doenças do aparelho respiratório e circulatório, têm-se, 45% do total das mortes por doenças em todo o Município de São Paulo durante todos os anos do período avaliado.



- Soma de Causas Externas
- Soma de Mal Definidas
- Soma de Anomalias Congênitas
- Soma de Causas Perinatais
- Soma de Doenças do Aparelho Geniturinário
- Soma de Doenças do Aparelho Circulatório
- Soma de Doenças do Sistema Nervoso
- Soma de Transtornos Mentais
- Soma de Doenças Endócrinas, Nutricionais e Metabólicas
- Soma de Doenças do Sangue, dos Olhos, do Ouvido, da Pele, do Sist. Osteomuscular, Gravidez, Parto e puerpério
- Soma de Tumores (Cancer)
- Soma de Doenças do aparelho digestivo
- Soma de Doenças do aparelho respiratório
- Soma de Algumas doenças infeciosas

Gráfico 21. Soma da Causas de Morte por doença para o Município de São Paulo. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.



- Soma de Causas Externas
- Soma de Mal Definidas
- Soma de Anomalias Congênitas
- Soma de Causas Perinatais
- Soma de Doenças do Aparelho Geniturinário
- Soma de Doenças do Aparelho Circulatório
- Soma de Doenças do Sistema Nervoso
- Soma de Transtornos Mentais
- Soma de Doenças Endócrinas, Nutricionais e Metabólicas
- Soma de Doenças do Sangue, dos Olhos, do Ouvido, da Pele, do Sist. Osteomuscular, Gravidez, Parto e puerpério
- Soma de Tumores (Cancer)
- Soma de Doenças do aparelho digestivo
- Soma de Doenças do aparelho respiratório
- Soma de Algumas doenças infeciosas

Gráfico 22. Soma da Causas de Morte por doença para os distritos das subprefeituras de interesse. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.

Os Gráficos 23 (percentual entre as duas variáveis observadas) e 24 (números absolutos) dimensionam a composição total da soma dos óbitos ocorridos nas subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros entre os anos de 2013 e 2018:

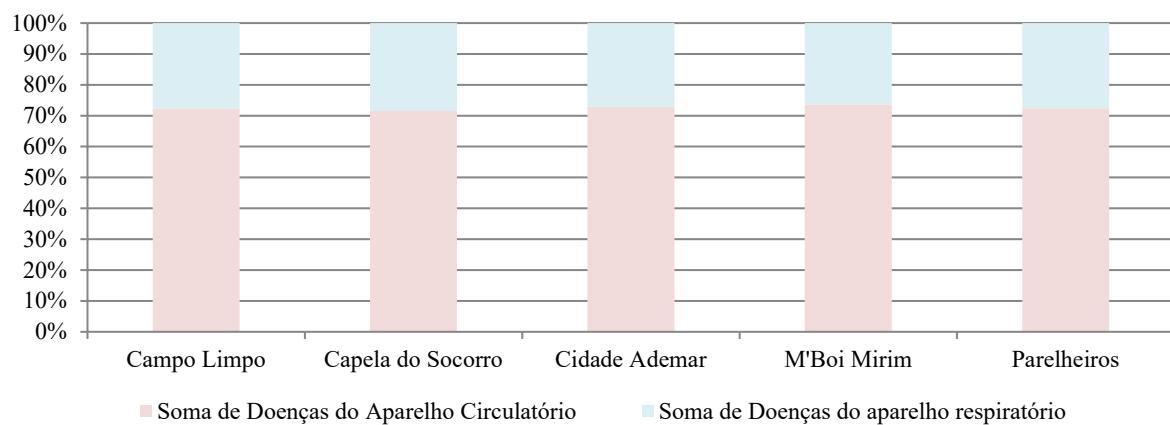


Gráfico 23. Composição da porcentagem da soma da Causas de Morte: recorte para doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório para as subprefeituras de interesse. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.

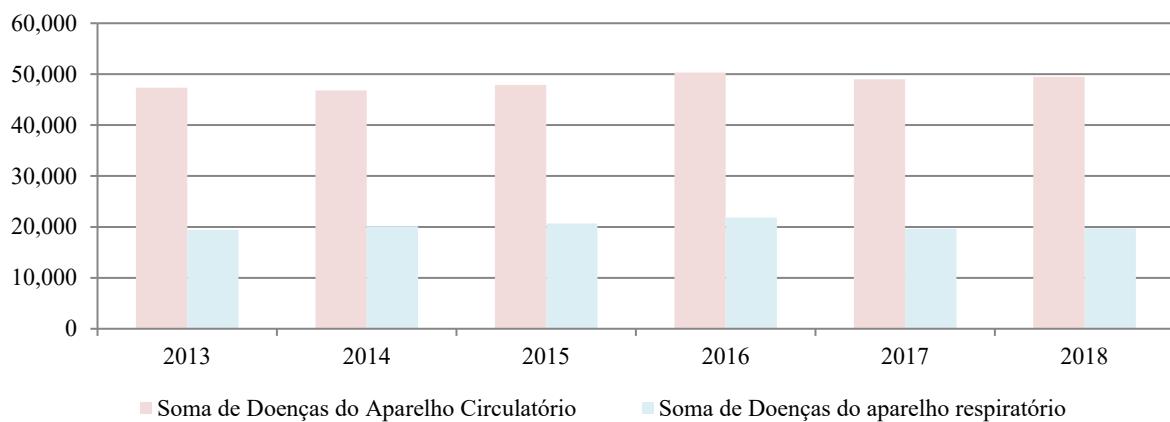


Gráfico 24. Soma da Causas de Morte: recorte para doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório para as subprefeituras de interesse para o período de 2013 a 2018. Fonte: Tabnet/DataSUS. Sistema de Informações sobre Mortalidade – PRO-AIM/SMS – CET/SMT – SFMSP. Org.: SILVA, 2021.

No período observado, o desenvolvimento da curva da taxa bruta de mortalidade em relação às faixas etárias da população, é possível notar que os maiores índices de morbidade ocorrem mais frequentemente a partir dos 35 anos ou mais, preferencialmente, na população com 55 anos ou mais para as doenças do aparelho circulatório (Gráfico 25):

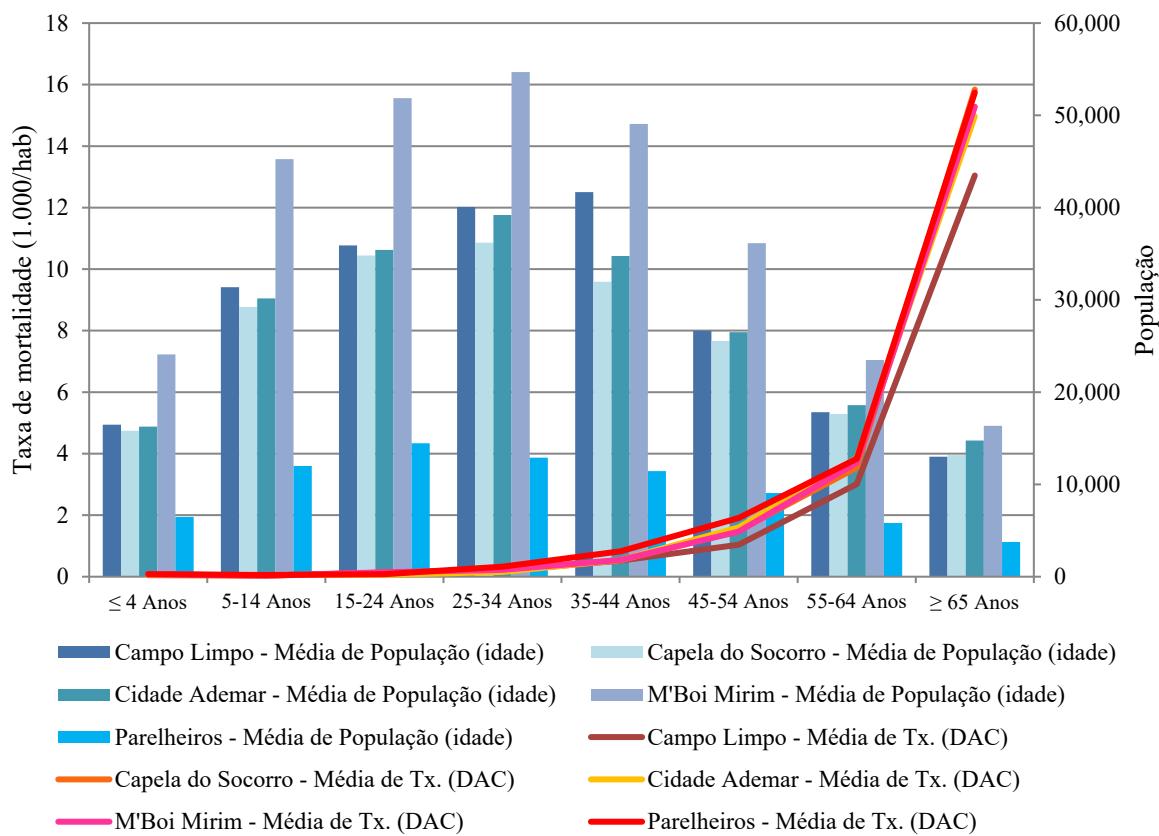


Gráfico 25. Média de óbitos por doenças do aparelho circulatório em relação às faixas etárias da população das subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros para os anos de 2013 a 2018. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/PRO-AIM – CEInfo –SMS-SP, 2021; Fundação SEADE, 2021. Org.:SILVA, 2021.

Já em relação às doenças do aparelho respiratório, apesar da maior morbidade ocorrer na população com 55 anos ou mais, há também pequenas elevações nos valores da taxa bruta de mortalidade entre a população com 4 anos ou menos e entre 25 e 34 anos (Gráfico 26).

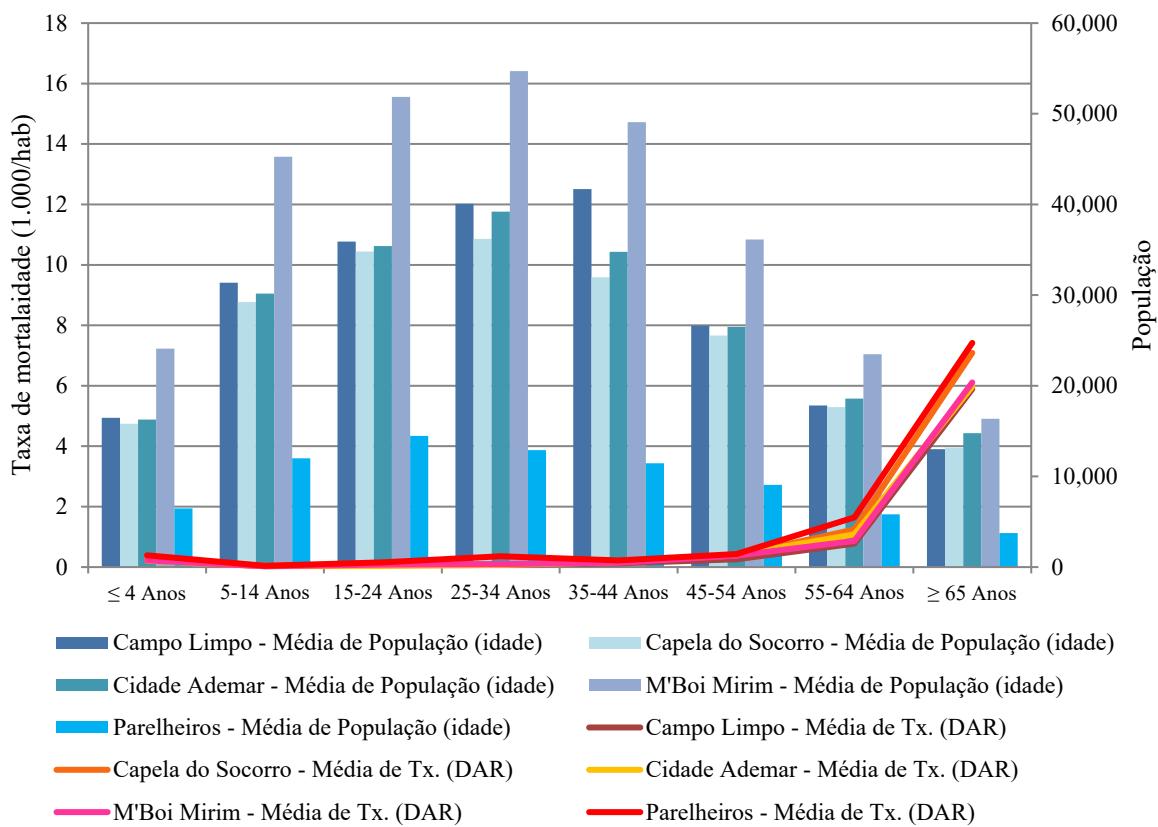


Gráfico 26. Média de óbitos por doenças do aparelho respiratório em relação às faixas etárias da população das subprefeituras de Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim e Parelheiros para os anos de 2013 a 2018. Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/PRO-AIM – CEInfo –SMS-SP, 2021; Fundação SEADE, 2021. Org.:SILVA, 2021.

III. Relação específica entre poluição e óbitos por doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório.

As variáveis climáticas e seus efeitos sobre a saúde humana não podem ser avaliadas levando em consideração estas variáveis isoladamente, uma vez que estas agem de forma integrada e simultânea entre si, ainda em conjunto com o elemento da poluição atmosférica que pode funcionar, em associação, como um mecanismo responsável pela elevação da mortalidade. Todavia, é inviável avaliar a ação de poluentes juntamente com variáveis climáticas individualizadas ou como variáveis independentes, visto que estes elementos variam de forma ligeiramente colinear (KALKSTEIN, 1991).

Segundo Jasinski *et al.* (2011), a poluição atmosférica vem sendo um fator de risco extremamente importante para a saúde humana desde a Revolução Industrial, principalmente em grandes centros urbanos industrializados. A partir de meados do século XX, a concentração de poluentes passa a ser observada com mais seriedade e passa-se a adotar

medidas para controle de emissão de poluentes atmosféricos tendo em vista a redução de episódios de concentração excessiva de poluentes, mesmo que em níveis bem mais elevados que os aceitos atualmente. Com o aprimoramento de recursos de investigação epidemiológica, foi possível observar que mesmo com concentrações abaixo do limite de segurança estabelecido pela legislação vigente, estes poluentes ainda podem acarretar efeitos deletérios à saúde humana, principalmente em indivíduos de faixas etárias mais suscetíveis (crianças e idosos) ou portadores de condições preexistentes, como cardiopatias e pneumopatias.

O impacto à saúde decorrentes da exposição aos poluentes depende de fatores pessoais, além dos ambientais como, por exemplo, o número de horas que um indivíduo passa em áreas externas em que há maior prevalência de materiais como MP₁₀ e O₃, bem como são nestes ambientes que há maior proximidade às fontes de poluição, como o transito veicular (CHIQUETTO, 2016). Doenças relacionadas podem aparecer ou se complicar quando a concentração de poluentes se eleva e a qualidade do ar atinge índices classificados como de qualidade moderada a péssima (Tabelas 6 e 7).

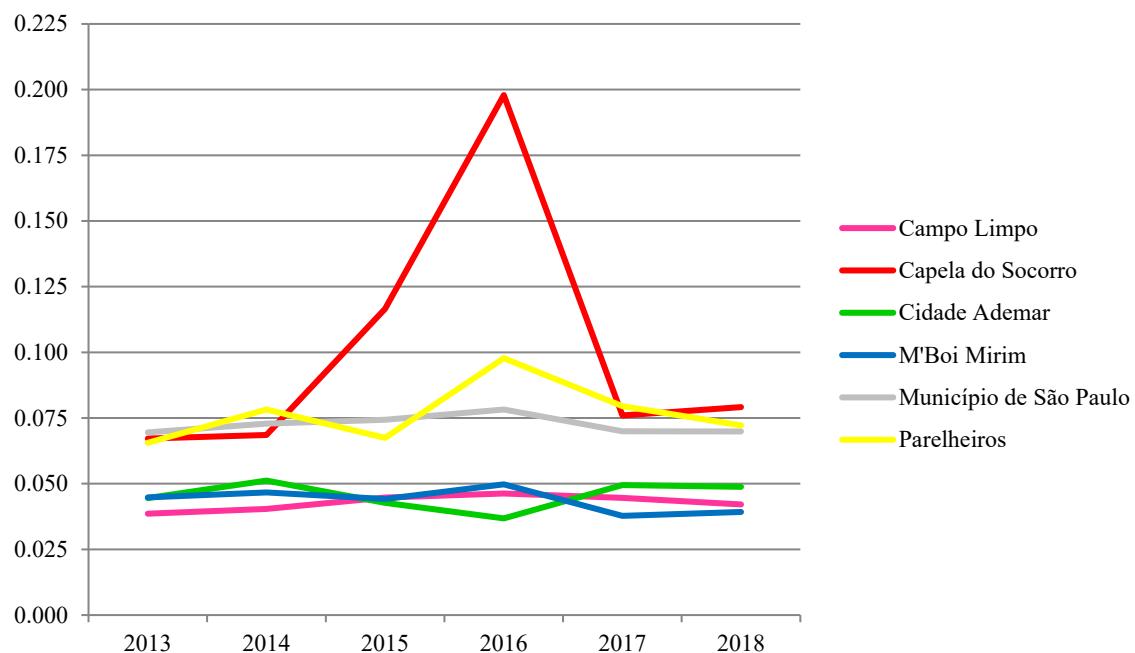


Gráfico 27. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) anual para doenças do aparelho respiratório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021; Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.

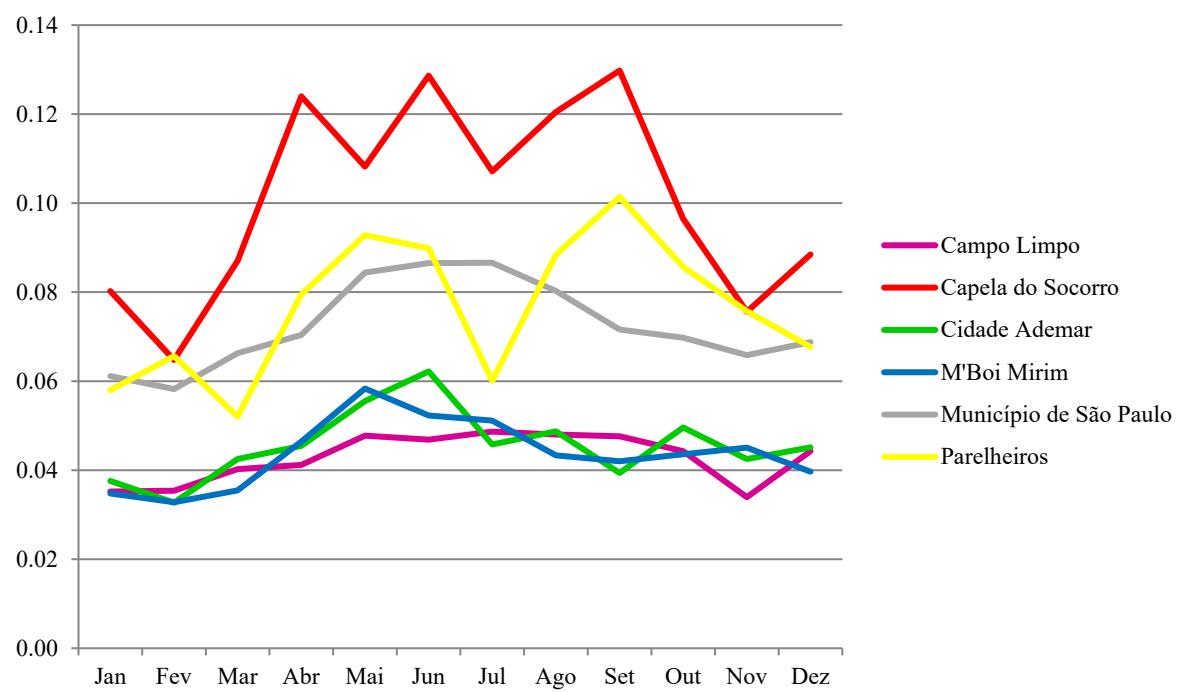


Gráfico 28. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) mensal para doenças do aparelho respiratório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021: Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.

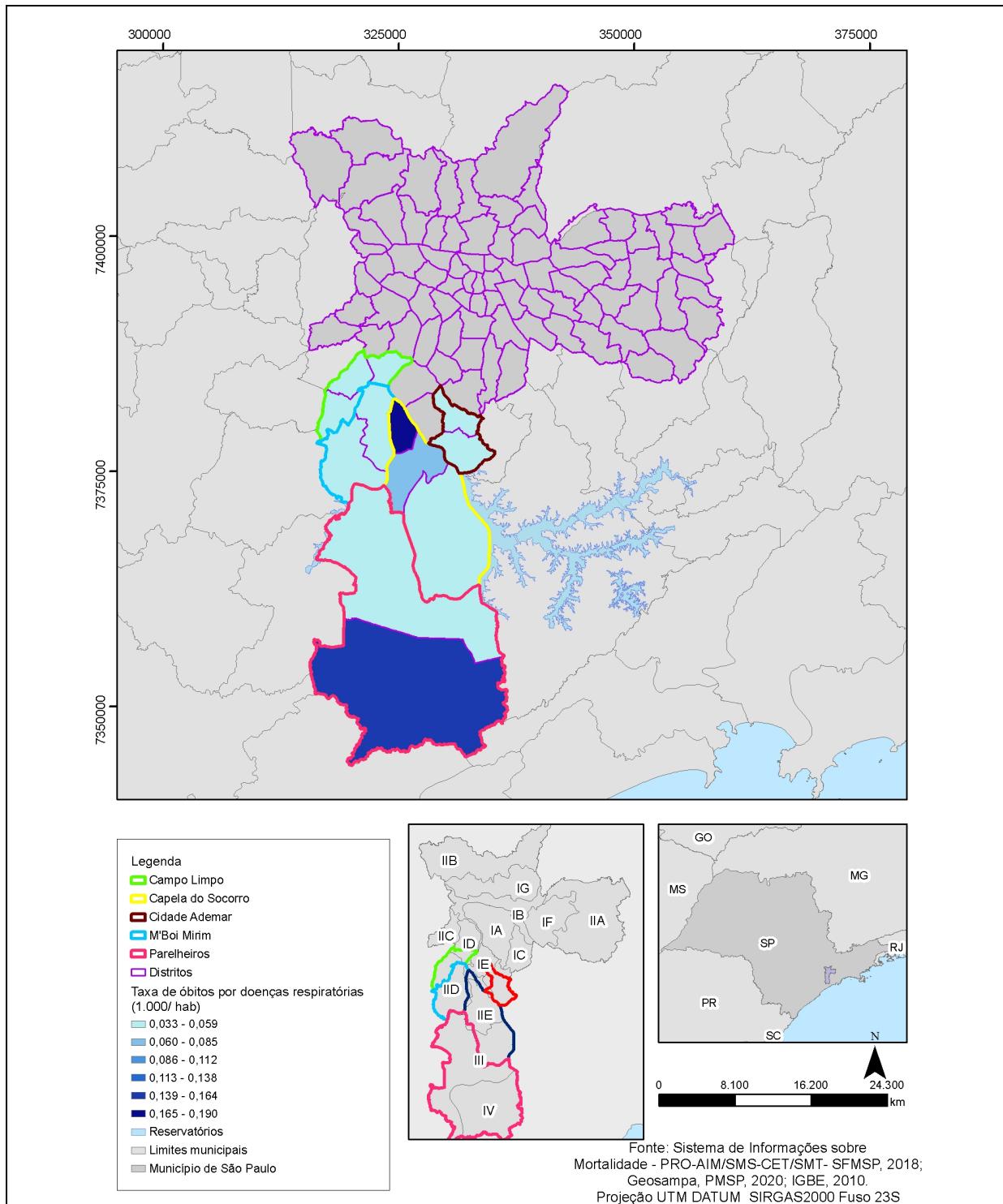


Figura 15. Taxas brutas média de óbitos por 1.000 habitantes para doenças do aparelho respiratório em cada distrito das subprefeituras da área de estudo entre os anos de 2013 e 2018. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.

As curvas encontradas nas taxas brutas de mortalidade médias mensais para o período analisado mostram que a maior ocorrência se dá, sobretudo, nos meses de inverno (junho, julho e agosto) e com algum incremento nos meses de verão (principalmente janeiro e

dezembro), conforme demonstrado nos gráficos 24 e 25. Neste último caso, Gonçalves *et al.* (2005) sugere que estes óbitos estão relacionados, comumente, aos padrões de vida e de moradia da população, indicando uma maior relação destes óbitos com as condições climáticas em si do que com a poluição do ar, apesar das condições do ambiente em conjunto com a temperatura e umidade relativa do ar condicionar a concentração de poluentes.

Para os autores¹⁰, tal acréscimo na morbidade durante o verão pode estar relacionado também às variações meteorológicas decorrentes da atuação de frentes estacionárias, cujo efeito de estabilidade, levando a redução da precipitação/ umidade relativa, condiciona a permanência de poluentes na atmosfera, indicando a existência de uma complexa e provável relação não-linear que pode variar显著mente entre os verões de cada ano. É possível identificar tal relação de poluentes atmosféricos e as condições sinópticas no Gráfico 19, com destaque ao O₃ que, uma vez que este é um poluente de formação secundária, apresenta também uma variação sazonal demarcada, porém com valores mínimos no período de maior insolação do ano e máximos na de menor insolação.

As doenças do aparelho circulatório também se manifestam mais comumente em crianças, idosos e indivíduos com problemas cardiorrespiratórios pré-existentes cujo agravo se associa positivamente à exposição aos poluentes atmosféricos, resultando no agravo do risco para doenças cardiovasculares – ainda que não haja consenso para se precisar os efeitos adversos que cada poluente represente para o sistema cardiovascular. A exposição à poluentes como MP₁₀, MP_{2,5} e O₃ provoca estresse oxidativo no epitélio respiratório, induzindo apoptose celular e desencadeando processos inflamatórios que, por sua vez, induzem hipercoagulação sanguínea, progressão de arteriosclerose e aumento da ruptura das plaquetas ou efeitos no sistema autonômico, gerando arritmias cardíacas, por exemplo¹¹.

¹⁰ GONÇALVES, F. L. T., CARVALHO, L. M. V., CONDE, F. C., LATORRE, M. R. D. O., SALDIVA P. H. N., BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution and meteorological parameters on respiratory morbidity during the summer in São Paulo. *Environment International*, Oxford, 2005. v. 31, p. 343-349.

¹¹ HABERMANN, M., GOUVEIA, N. Tráfego veicular e mortalidade por doenças do aparelho circulatório em homens adultos. *Rev Saúde Pública*, 2012. 46(1). p. 26-33.

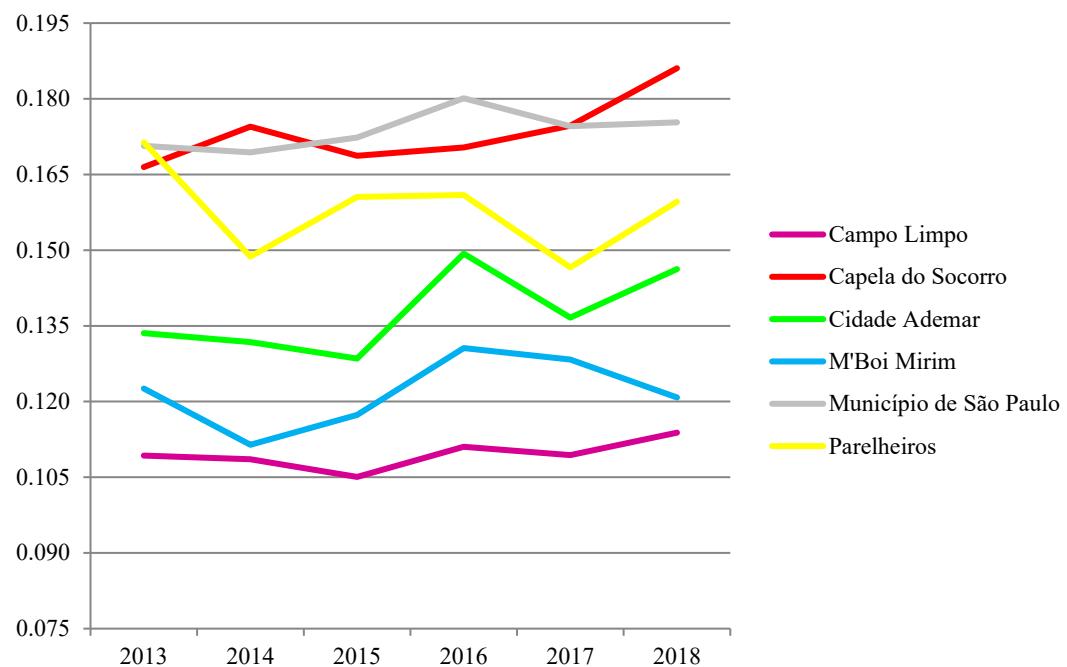


Gráfico 29. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) anual para doenças do aparelho circulatório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021; Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.

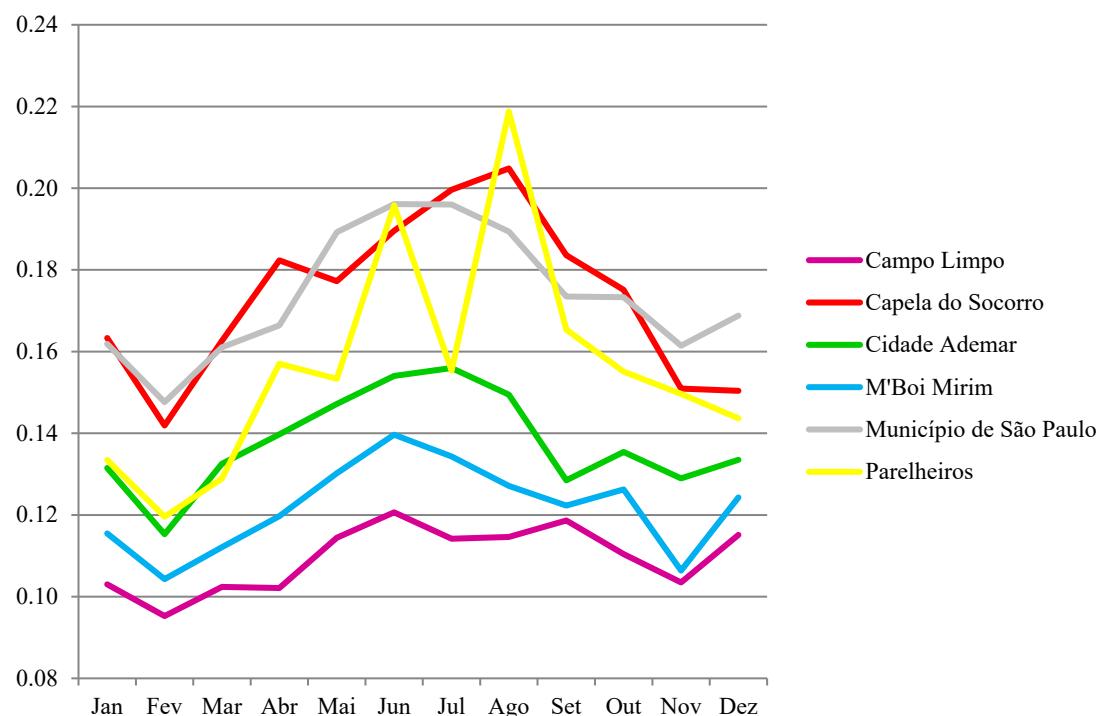


Gráfico 30. Taxa de mortalidade bruta (óbitos a cada 1.000 habitantes) mensal para doenças do aparelho circulatório calculada da população por distrito administrativo do Município de São Paulo destacado residente

projetada em 01 de julho. Fonte: Fundação SEADE, 2021: Tabnet/DataSUS, 2021. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.

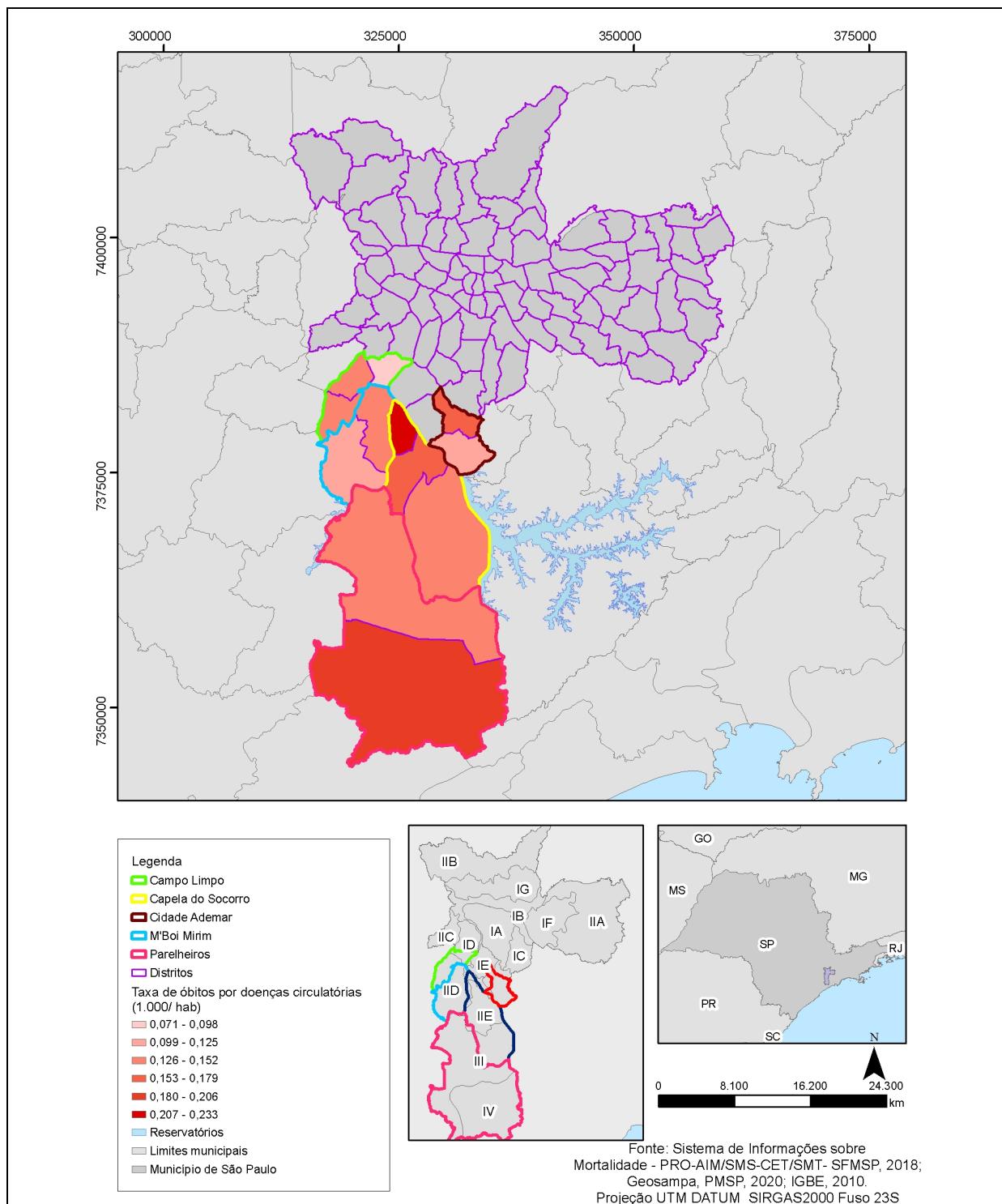


Figura 16. Taxas brutas média de óbitos por 1.000 habitantes para doenças do aparelho circulatório em cada distrito das subprefeituras da área de estudo entre os anos de 2013 e 2018. Organizado e elaborado por SILVA, 2021.

Devido às suas funções interagirem diretamente com o ambiente (captação, umidificação e filtragem do ar), o sistema respiratório é também diretamente impactado variações do tempo e do clima, bem como por condições biológicas pré-existentes. Além de atributos climáticos como temperatura e umidade relativa do ar, a concentração de poluentes atmosféricos pode agravar ou promover tais impactos, sobretudo em crianças e idosos. Crises de asma, bronquite, sinusite, rinite e faringite são doenças comuns, porém, condições ambientais como o aumento de temperatura, podem promover o aumento da concentração de poluentes como o O₃, que contribui para broncoconstricção; o aumento de umidade relativa do ar pode contribuir para o aparecimento de crises de asma, rinites e outras inflamações da mucosa relacionadas à alergênicos internos e externos e; a maior concentração de material particulado pode influenciar negativamente os alvéolos pulmonares (MORAES, 2018).

Mensalmente, a curva da taxa bruta de óbitos hospitalares generalizada entre todas as subprefeituras da área de estudo segue a mesma tendência para as duas doenças, bem como também ocorre para a concentração de poluentes – com exceção de O₃ (Gráficos 28 e 29).

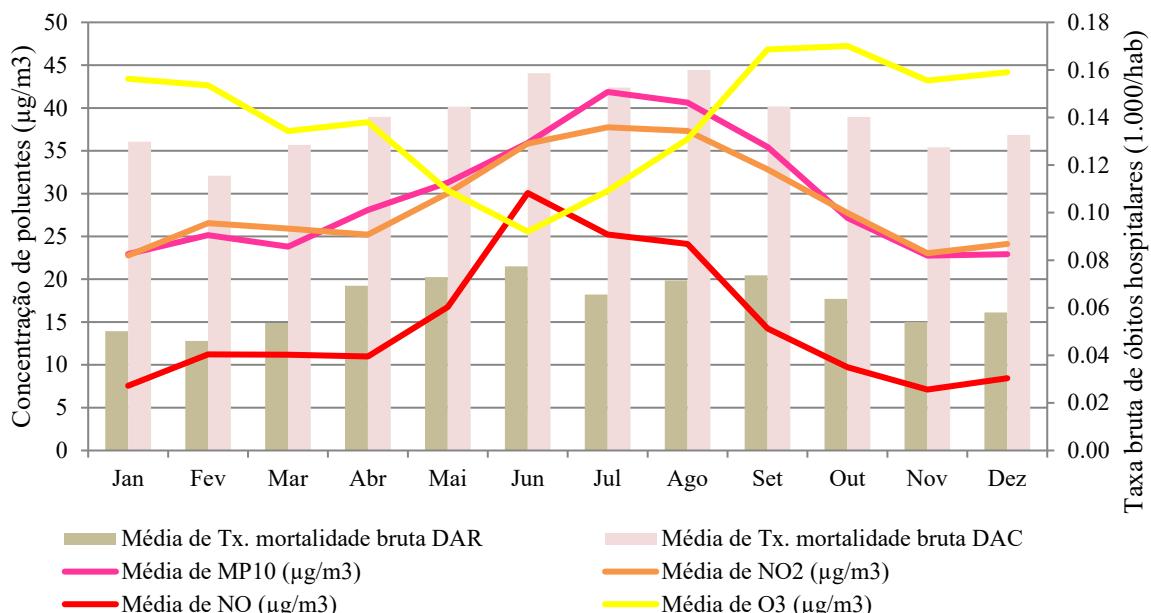


Gráfico 31. Média mensal da taxa de mortalidade bruta a cada 1.000 habitantes para doenças do aparelho respiratório (DAR) e doenças do aparelho circulatório (DAC) e das concentrações de poluentes (µg/m³) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: Fundação SEADE, 2021; CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.

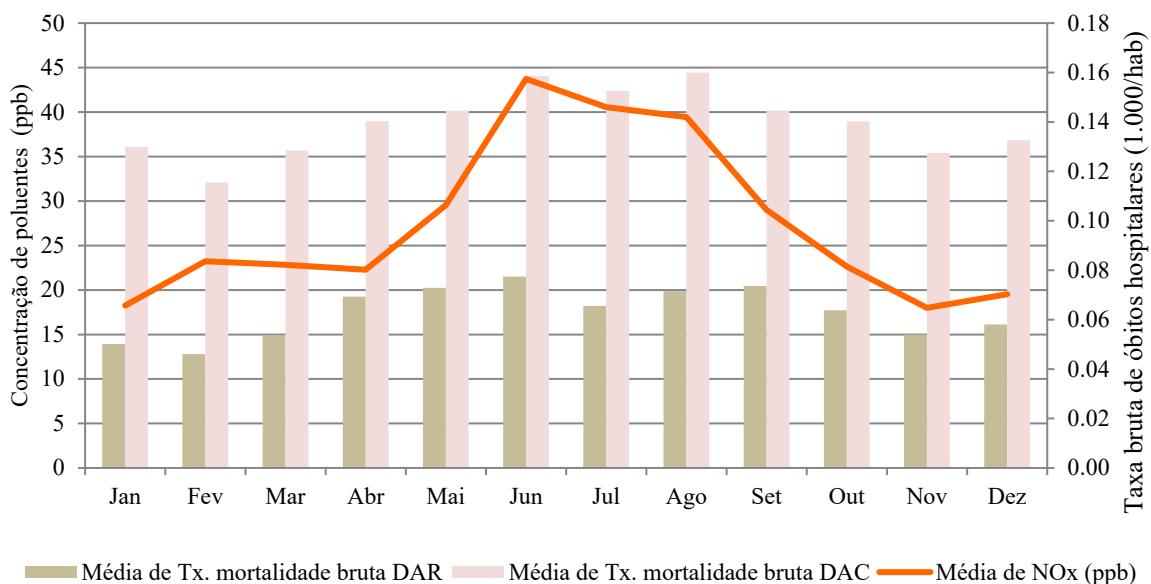
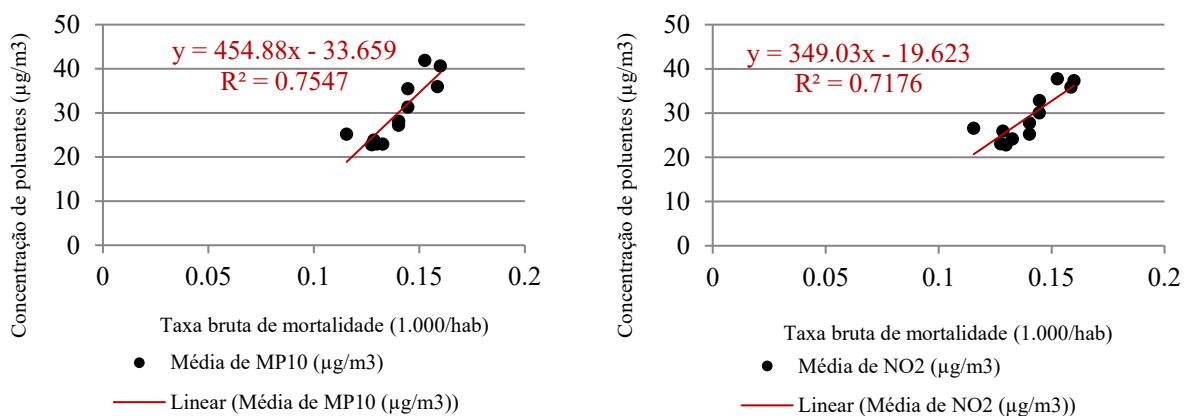


Gráfico 32. Média mensal da taxa de mortalidade bruta a cada 1.000 habitantes para doenças do aparelho respiratório (DAR) e doenças do aparelho circulatório (DAC) e das concentrações de poluentes (ppb) nas estações de automáticas de monitoramento Capão Redondo, Grajaú-Parelheiros e Interlagos da CETESB. Dados referentes ao período de 2013 a 2018. Fonte: Fundação SEADE, 2021; CETESB, 2021. Org.: SILVA, 2021.

Verificando-se a correlação linear entre a taxa bruta de mortalidade para doenças do aparelho respiratório e os quatro poluentes considerados devido as suas constâncias nos dados das três estações da CETESB no período, percebe-se uma correlação entre média e baixa para os poluentes em separado e dispersão da taxa bruta de mortalidade (Gráficos 33 e 34).



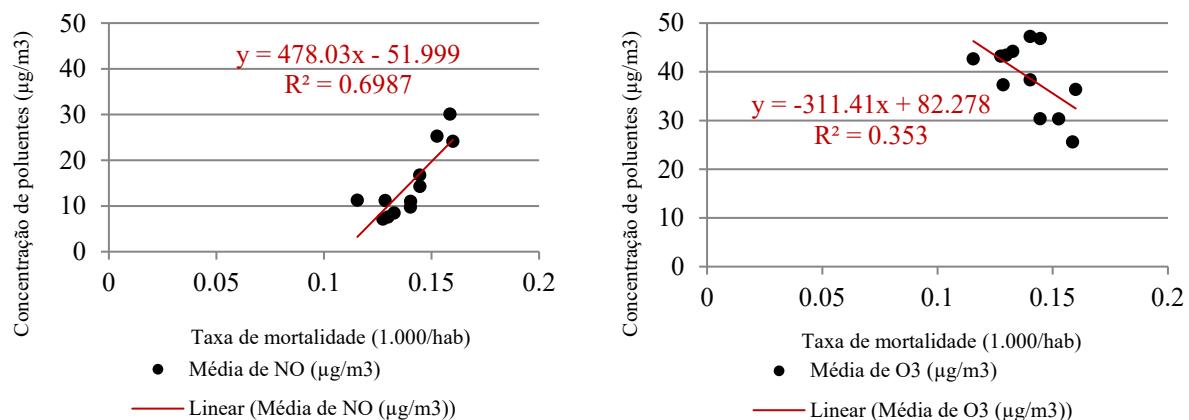


Gráfico 33. Correlação linear entre MP₁₀, NO, NO₂ e O₃ e a taxa bruta de mortalidade para 1.000 habitantes por doenças do aparelho circulatório.

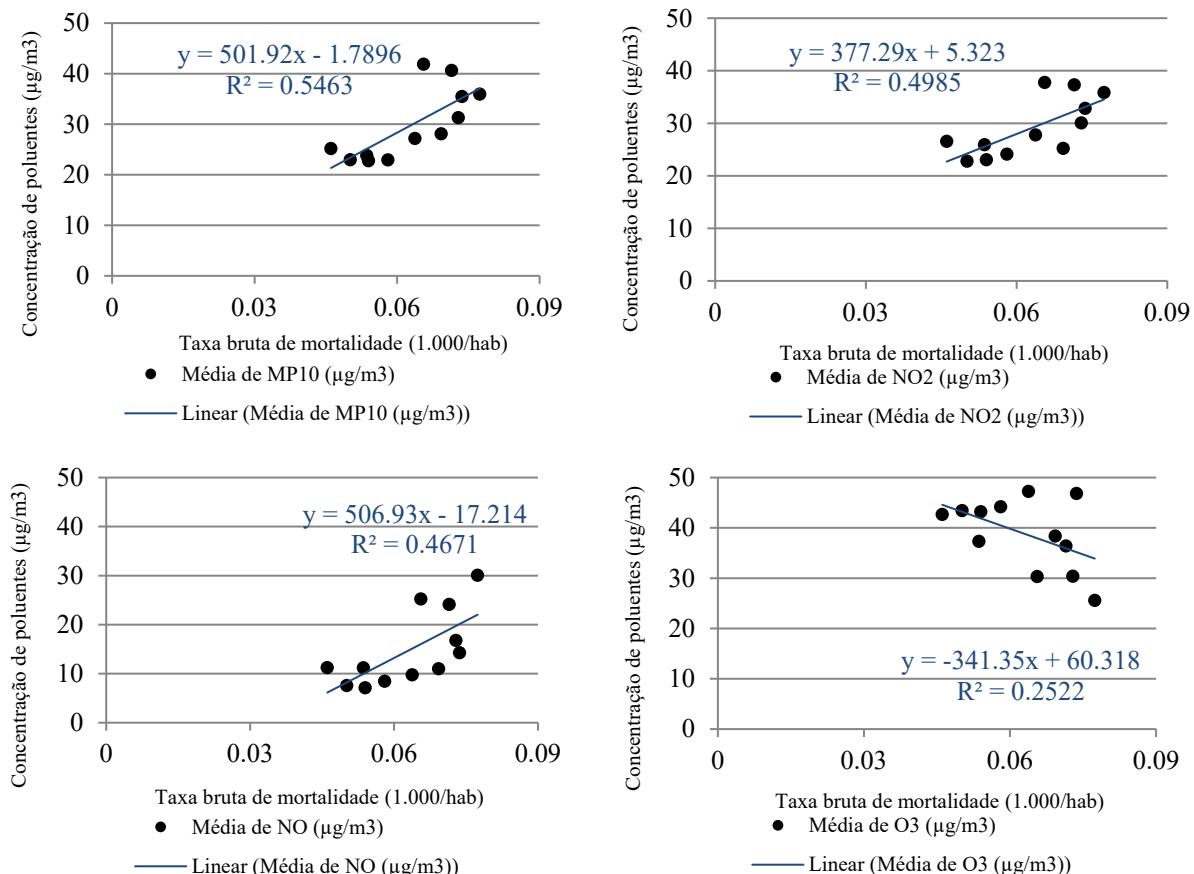


Gráfico 34. Correlação linear entre MP₁₀, NO, NO₂ e O₃ e a taxa bruta de mortalidade para 1.000 habitantes por doenças do aparelho respiratório.

Considerando uma maior efetividade da correlação linear simples para a melhor compreensão dos dados, calculou-se a correlação linear de Pearson. As correlações entre as

taxas brutas de mortalidade dos dois tipos de doenças e das variáveis são bastante altas, em sua maioria. Porém, é preciso notar que ambos os tipos de doenças apresentam maiores correlações com a temperatura do ar do que com a umidade relativa, inclusive as doenças do aparelho respiratório, o que pode ser um resultado relacionado às altas taxas de umidade relativa do ar da região (Tabela 9).

Tabela 9. Correlação de Pearson entre as médias mensais de taxa bruta de mortalidade e variáveis ambientais.

	Tx. DAR	Tx. DAC	UR (%)	TAR (°C)	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Tx. DAR	1							
Tx. DAC	0,892	1						
UR (%)	-0,011	-0,203	1					
TAC (°C)	-0,830	-0,908	0,184	1				
MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,739	0,869	-0,505	-0,909	1			
NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,706	0,847	-0,452	-0,889	0,975	1		
NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,683	0,836	-0,224	-0,836	0,882	0,930	1	
O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-0,502	-0,594	-0,227	0,617	-0,561	-0,600	-0,813	1

Nota-se também que os valores de O₃ em relação aos dois tipos de doenças são inversamente relacionados, uma vez que os valores são negativos, indicando validação, considerando o comportamento sazonal da concentração de O₃ nas três estações. Os valores obtidos para a correlação de Pearson estão todos acima de $\pm 0,5$, variando entre $\pm 0,502$ e $\pm 0,869$ indicando uma correlação entre boa e alta, apresentando os maiores valores para MP₁₀ e NO₂ para ambos os tipos de doenças. Os valores se apresentam mais baixos para O₃ e mais altos para MP₁₀ em ambos os tipos de doenças e NO apresenta um valor bastante alto também de correlação com doenças do aparelho circulatório. Considerou-se assim que os dados são relevantes e correlacionados entre si.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação do local de moradia dos habitantes, seu deslocamento e as características ambientais destas áreas possibilita a compreensão das condições à que estes habitantes estão submetidos diariamente e a suscetibilidade ao desenvolvimento de doenças relacionadas, tais como doenças do aparelho respiratório e do aparelho circulatório e, consequente, possibilidade de óbitos em decorrência destas doenças, compondo uma

informação importante para o planejamento de serviços públicos de saúde voltados ao seu melhor atendimento.

Apesar da possibilidade de determinação do local de residência e de óbito de cada habitante, não é possível saber em quais locais do município estes passavam a maior parte de seu tempo, como local de trabalho e estudo e seu tempo de deslocamento, não sendo evidente, portanto, o verdadeiro cenário de exposição à poluição atmosférica. Desta forma, é possível encontrar altas taxas de óbitos em distritos distintos, como Marsilac e Socorro, tanto para doenças do aparelho circulatório quanto respiratório, o que pode indicar diferenças tanto entre uma possível maior exposição à poluição devido ao tempo desprendido em deslocamento, e/ou maior proximidade, no caso de Socorro, às vias de maior tráfego como também no acesso dos habitantes aos equipamentos de públicos saúde.

Embora a associação entre impactos sobre a saúde e níveis de poluição atmosférica já tenha sido detectada e venha sendo amplamente aceita, ainda não há consenso sobre quais são os níveis de concentração e quantos ou quais poluentes são mais impactantes, apesar de haver esforço neste sentido para a classificação da qualidade do ar adotado pela CETESB. Entretanto, ainda foi possível observar, uma correlação mais elevada entre a taxa bruta de mortalidade e poluentes como MP_{10} e NO_2 e doenças do aparelho respiratório e MP_{10} , NO_2 e NO para doenças do aparelho circulatório.

Um fator limitante para a avaliação do alcance da dispersão de poluentes é o baixo número de pontos de coleta da CETESB em distribuições no município, bem como a falta de uniformidade das variáveis coletadas nas estações e também de regularidade periódica dos dados coletados (ou disponibilizados) da concentração de monóxido de carbono (CO), de $MP_{2,5}$ ou mesmo da precipitação pluviométrica (mm). A impossibilidade material de avaliação diária da concentração de poluentes atmosféricos a fim de observar possíveis enquadramentos nas categorias de qualidade do ar propostas pela CETESB também não permitiu uma observação individualizada dos dias, muito embora seja possível observar na média mensal, especificamente de MP_{10} , entre os meses de julho e setembro, a piora nos índices, ultrapassando para valores que se enquadram na categoria N2 – moderada.

A concentração de O_3 troposférico, como esperado, decresce no período de inverno – no qual está concentrada maior taxa de óbitos – devido à necessidade deste poluente secundário da incidência de radiação solar para sua formação. Este poluente também apresenta as maiores médias mensais na estação de Interlagos – para esta estação foram atribuídos os distritos de Socorro, Cidade Dutra (Capela do Socorro), Cidade Ademar e

Pedreira (Cidade Ademar) –, mais próxima a vias de grande tráfego, como a Marginal Pinheiros. Tal situação pode ser resultante de intensa emissão de poluentes precursores na região, pela configuração geomorfológica do vale do Rio Pinheiros e/ou efeito da estagnação do ar devido a efeito de brisa continental sobre regiões mais periféricas que pode propiciar concentrações mais altas.

Ainda, é necessário considerar que os efeitos meteorológicos em escala sinóptica podem potencializar a ocorrência de óbitos em decorrência dessas doenças, uma vez que situações de estabilidade que permanecem por dias encadeados às condições topoclimáticas que se apresentam pelo uso e ocupação do solo e tendem a provocar estresse sobre o corpo humano, sobretudo se há baixa disponibilidade de equipamentos de saúde. Tais condições de estabilidade tenderiam ainda a apresentar maiores níveis de concentração de poluentes de forma geral, se impondo assim como mais um fator a ser considerado neste tipo de observação.

Esperava-se encontrar associação entre o adensamento do uso e ocupação do solo e maior concentração de poluentes atmosféricos com uma maior taxa bruta (por 1.000 habitantes) de óbitos da população de cada distrito das subprefeituras recortadas, porém, os dados encontrados indicam a não verificação deste pressuposto na totalidade dos distritos, uma vez que distritos como Marsilac e Socorro (subprefeituras de Parelheiros e Capela do Socorro, respectivamente), as duas com maior cobertura vegetal por habitante, se destacam em relação à elevada taxa de óbitos. O primeiro por ser o que apresenta menor urbanização do solo e, consequentemente, menor probabilidade de concentração de poluentes atmosféricos, no geral. O segundo por localizar-se mais próximo as regiões do centro expandido e de grandes vias como a Marginal Pinheiros, confirmando, de certa forma, o pressuposto inicial para este caso, mesmo em termos percentuais, observando que a distribuição dos óbitos pelas duas doenças são muito próximas.

Socorro está inserido nas classes de Unidades Climáticas Urbanas IB4 (área mais aplainada de várzea que potencializa a recepção e absorção de radiação solar) e IIE3 (área com padrão de ocupação variado entre moradias de baixo padrão e áreas verdes), diferentemente de Marsilac que está inserido na classe IV (área não urbana). Assim, mais uma vez se evidencia a impossibilidade de atribuir apenas ao topoclima a influência sobre a saúde sem levar em consideração os outros fatores mencionados anteriormente.

No ano de 2016 as duas subprefeituras de Capela do Socorro e Parelheiros apresentaram uma elevação considerável na taxa de óbitos para doenças do aparelho

respiratório, apesar de não apresentarem grandes alterações na concentração de MP₁₀, NO₂, NO ou O₃, indicando que neste ano algum evento externo, socioambiental ou meteorológico, deve ter impactado a população destas subprefeituras de maneira desproporcional, sendo estabilizado nos dois anos que se seguem no período recortado para este trabalho.

Porém, por fim, a similaridade entre esses dois distritos tão díspares em suas características de ocupação em relação à taxa de óbitos de seus habitantes pode ainda indicar um fator externo em comum: a baixa cobertura de equipamentos públicos de saúde em ambos, indicando que não apenas a exposição à poluição e configurações topoclimáticas impactam diretamente na saúde da população, como também o acesso à saúde pública, evidenciando a interdependência de ações de prevenção ou, ao menos, mitigação de danos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. A. As centralidades periféricas: da segregação socioespacial ao direito à cidade. *IN: CARLOS. A. F. A.; SANTOS, C. S.; ALVAREZ, I. P. (orgs.) Geografia urbana crítica: teoria e método. Contexto.* São Paulo, 2018. p. 109-124.
- ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728(18), dezembro de 2013. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. DOI : <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- AYOADE, J. O. *Introdução à Climatologia para os trópicos.* 3^a ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 1991.
- BARRY, R. G; CHORLEY, R. J. *Atmosfera, Tempo e Clima.* 9^a ed. Editora Bookman, 2012.
- BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; BÖHM, G. M.; SALDIVA, P. Poluição atmosférica e saúde humana. *Revista USP*, [S. l.], n. 51, p. 58-71, 2001. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/35099>>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p.
- CARLOS, A. F. A. São Paulo: do capital industrial ao capital financeiro. *IN: CARLOS. A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. (orgs.) Geografias de São Paulo: a metrópole do século XX. Contexto.* São Paulo, 2004. p. 51-84.
- CASTELLS, M. La urbanización dependiente en América Latina. *IN: CASTELLS, M. (org.) Imperialismo y urbanización en América Latina.* Gustavo Gili. Barcelona, 1973. p. 07-26.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório Anual da Qualidade do Ar do Estado de São Paulo 2019. Divisão de Análise de Dados. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2020/07/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-do-Ar-2019.pdf>>.
- CHIQUETTO, J. B. A distribuição espacial da concentração de ozônio troposférico associada ao uso do solo na região metropolitana de São Paulo. Tese (doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- CHIQUETTO, J. B., RIBEIRO, F. N. D., ALVIM, D. S., YNOUE, R. Y., DA SILVA, J. E SILVA, M. E .S., 2018. Transport of pollutants by the sea breeze in São Paulo under the south atlantic high. *Revista do Departamento de Geografia*, p.148-161.
- DAPPER, S. N., SPOHR, C., ZANINI, R. R., Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos Avançados [Online]*, 2016. v. 30, n. 86, p. 83-97.
- DUARTE, J. L.; DIAZ-QUIJANO, F. A.; BATISTA, A. C.; DUARTE, A. F.; MELCHIOR, L. A. K.; GIATTI, L. L. Variabilidade climática e internações por doenças diarréicas infecciosas em um município da Amazônia Ocidental brasileira. *Ciênc. saúde coletiva.* Rio de Janeiro, 2019. v. 24, n. 8. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.21232017>.
- GONÇALVES, F. L. T.; CARVALHO, L. M. V. de; CONDE, F. C.; et al. The effects of air pollution and meteorological parameters on respiratory morbidity during the summer in São Paulo City. *Environment International*, Oxford, v. 31, p. 343-349, 2005. DOI: 10.1016/j.envint.2004.08.004.

- HABERMANN, M., GOUVEIA, N. Tráfego veicular e mortalidade por doenças do aparelho circulatório em homens adultos. *Rev Saúde Pública*, 2012. 46(1). p. 26-33.
- JASINSKI, R.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 2011. v. 27, n. 11. p. 2242-2252.
- KAKLSTEIN, L. S. A new approach to evaluate the impact of climate on human mortality. *Environ Health Perspect*, 1991. 96:145– 50.
- KOWARICK, L. A espoliação urbana. *Paz e Terra*. São Paulo, 1980. p. 55-74.
- LIMA, N. G. B. Análise microclimática dos manguezais da Barra do Ribeira - Iguape/SP. 2009. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- LIMA, N. G. B. Interação dos atributos climáticos nos manguezais do litoral sul de São Paulo e sua relação com os controles climáticos. 2014. 317f f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MONTEIRO, C. A. de F. A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia IGEO/USP. São Paulo, 1973.
- MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e clima urbano. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia IGEO/USP (Série Teses e Monografias, n. 25). São Paulo, 1976.
- MORAES, A. C. R.; COSTA, W. M. da; TARIFA, J. R.. Tipos de tempo e balanço de energia na Cidade de São Paulo *in Climatologia*, n. 8, Instituto de Geografia, São Paulo, 1977.
- MORAES, S. L. Internações de crianças por doenças respiratórias em São Paulo e suas relações com as condições climáticas e o contexto socioeconômico. 2018. 132f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- RIPSA. Rede Interagencial de Informação para a Saúde. Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações. *Rede Interagencial de Informação para a Saúde (Ripsa)*. 2. ed. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde, 2008.
- ROSS, J. L S., Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. *Oficina de Textos*. São Paulo, 2006.
- SANTOS, M. A urbanização brasileira. 5^a ed., 4. reimpr. – São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2018.
- SILVA, L. O. Subsídios para Formulação de uma Política para Áreas Verdes no Município de São Paulo. In: Prefeitura do Município de São Paulo - Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. *A Questão Ambiental Urbana - Cidade de São Paulo*. São Paulo: SVMA, pp. 425-449, 1993.
- TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Unidades Climáticas Urbanas da Cidade de São Paulo (1a aproximação). *in Atlas Ambiental do Município de São Paulo*, Secretaria do Verde e do Meio Ambiente – SVMA/PMSP Secretaria de Planejamento – SEMPLA/PMSP. São Paulo, 2000.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Versão digital 2. Recife, 2006.