

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



Danielle de Almeida Carvalho

Contaminação do solo de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ), por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos: uma análise socioambiental preliminar e um breve histórico da ocupação do território

Rio de Janeiro

2020

Danielle de Almeida Carvalho

Contaminação do solo de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ), por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos: uma análise socioambiental preliminar e um breve histórico da ocupação do território

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, da Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para a obtenção de título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Toxicologia Ambiental.

Orientador: Prof^o Dr. Sérgio Rabello Alves.

Coorientador: Prof^a Dr^a Rosália Maria Borges de Oliveira.

Rio de Janeiro

2020

Título do trabalho em inglês: Soil contamination of Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ), by polycyclic aromatic hydrocarbons: preliminary socio-environmental analysis and a brief history of the occupation of the territory.

Catálogo na fonte
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
Biblioteca de Saúde Pública

C331c Carvalho, Danielle de Almeida.
Contaminação do solo de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ), por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos: uma análise socioambiental preliminar e um breve histórico da ocupação do território / Danielle de Almeida Carvalho. — 2020.
196 f. : il. color. ; graf. ; mapas ; tab.

Orientador: Sérgio Rabello Alves.
Coorientadora: Rosália Maria Borges de Oliveira.
Tese (doutorado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2020.

1. Monitoramento Ambiental. 2. Poluentes Orgânicos. 3. Solo.
4. Poluição Ambiental. 5. Saneamento. 6. Indústrias. I. Título.

CDD – 23.ed. – 363.7285

Danielle de Almeida Carvalho

Contaminação do solo de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ), por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos: uma análise socioambiental preliminar e um breve histórico da ocupação do território

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz como requisito parcial como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Toxicologia Ambiental.

Aprovada em: 19 de junho de 2020.

Banca Examinadora

Prof^a Dr^a Célia Regina Sousa da Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Química

Prof^a Dr^a Mônica de Avelar Figueiredo Mafra Magalhães
Fundação Oswaldo Cruz - Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde

Prof^a Dr^a Maria José Salles
Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Prof^a Dr^a Ana Cristina Simões Rosa
Fundação Oswaldo Cruz – Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana

Prof^a Dr^a Rosália Maria Borges de Oliveira (Coorientadora)
Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Prof. Dr. Sérgio Rabello Alves (Orientador)
Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Rio de Janeiro

2020

AGRADECIMENTOS

Como todo trabalho (científico ou não) esta tese faz parte de uma construção de conhecimento. Por isso sinto a necessidade de agradecer a diversas pessoas que atuaram direta ou indiretamente na sua realização.

Primeiramente, como cristã, gostaria de agradecer à Deus. Acredito nessa força maior que nos impulsiona e nos direciona para seguirmos o nosso caminho aqui na Terra.

Agradeço aos meus pais, que mesmo sem possuir estudos sempre acreditaram em mim. Me incentivaram, respeitaram as minhas escolhas e sempre apoiaram os meus projetos profissionais e pessoais.

Quero fazer um agradecimento especial às minhas filhas Júlia Carvalho Grijó e Laura Carvalho Viana por compreenderem (à sua maneira) as minhas ausências necessárias. Espero que todo sacrifício, lutas, choros, estresses e brigas sirvam como incentivo para que elas estudem e se dediquem às carreiras que escolherem na vida. Tudo que faço é por elas.

Ao Guilherme Mendes Barbosa, que como companheiro me ajudou a superar as dificuldades e o desânimo ao longo da caminhada. E aturar meus momentos de cansaço e nervosismo. Obrigada por todo apoio e compreensão.

Ao meu bolsista e amigo Eduardo Junior Andrade dos Santos por toda ajuda antes, durante e depois do trabalho de campo. Pelas memórias de coleta e de comunidade passada. Sem você esse trabalho certamente não teria o mesmo valor. Eduardo me passou uma visão da comunidade que apenas um morador nascido e criado no lugar saberia. Obrigada pelas coletas, pela memória, pelo auxílio tecnológico e pelas visitas guiadas à comunidade. Obrigada também por me salvar inúmeras vezes das perdas tecnológicas ao longo do tempo de construção desse trabalho.

À minha bolsista e amiga Manoella dos Santos Borborema Fernandes por toda ajuda nas análises das amostras e na compilação dos dados. Obrigada pelo apoio de sempre e por não me deixar desistir nos momentos em que minhas forças já estavam se esgotando.

A todos os meus bolsistas: Geralda, Cristine, Graciara, Mara Cristina, Daiana e Deividson pelo excelente trabalho de campo que possibilitou a coleta de amostras de solo, fundamentais nesse trabalho. Felipe e Caroline pelo trabalho no laboratório no desenvolvimento e aplicação da metodologia analítica.

À minha amiga Priscila Gonçalves Moura que não mediu esforços para me ajudar na concretização desse sonho, me dando a força tão necessária. Com ela eu compartilhei angústias, preocupações, aflições, alegrias e esperança. Obrigada pela amizade sólida construída ao longo desses anos de trabalho. Sua amizade e ajuda foram primordiais para a realização dessa conquista.

À minha amiga Virginia Finete por acreditar em mim e não me deixar desistir.

A todos do Laboratório de Micropoluentes Ambientais do DSSA por suas contribuições nas análises químicas das amostras do projeto de pesquisa.

Ao meu orientador Sergio Rabello Alves por aceitar a difícil tarefa de me ajudar nessa jornada.

À minha orientadora e amiga Rosália Maria Borges de Oliveira pela credibilidade, incentivo, confiança depositada, exemplo de vida e ensinamentos passados. Espero tanto aqui, quanto na minha vida não fazer mau uso destes.

Ao professor Paulo Roberto de Abreu Bruno pelo tempo dedicado, críticas e contribuições na elaboração do projeto de pesquisa, por me fornecer informações e materiais sobre os aspectos socioambientais do território de Manguinhos. Sem ele eu não saberia nem por onde começar.

Finalmente, também fazem parte deste trabalho os não-humanos. Assim, agradeço à Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP/FIOCRUZ), ao Programa de Apoio à Pesquisa Estratégica (PAPES VI – ENSP/FIOCRUZ), ao Programa de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Saúde Pública (PDTSP/TEIAS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por viabilizar financeiramente a realização deste trabalho.

Agradeço ainda, ao meu celular, ao GPS, à máquina fotográfica, o Cromatógrafo Gasoso e ao meu computador por não terem me deixado na mão, pelo menos na maioria das vezes. Sem eles esse trabalho até poderia ser possível, mas certamente seria muito diferente.

Numa vasta extensão
Onde não há plantação
Nem ninguém morando lá
Cada um pobre que passa por ali
Só pensa em construir seu lar
E quando o primeiro começa
Os outros depressa
Procuram marcar
Seu pedacinho de terra pra morar
E assim a região
Sofre modificação
Fica sendo chamada
De a nova aquarela
É aí que o lugar
Então passa a se chamar favela...

(Música Favela; Padeirinho)

RESUMO

Este trabalho analisa o território de Manguinhos, no Rio de Janeiro (RJ), através dos dados socioambientais e de contaminação do solo por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs). Manguinhos é constituído por 12 comunidades, cuja população residente totaliza cerca de 36 mil pessoas. Essa região recebe poluentes de fontes diversas, como a Refinaria de Petróleo e a Avenida Brasil onde circulam milhares de veículos/dia. Possui um dos piores IDH do município do RJ. Metodologia utilizada inicia com a descrição da ocupação humana e industrial da região, segue com a determinação e quantificação das concentrações residuais dos HPAs no solo de Manguinhos (2014), relacionando as concentrações com os dados meteorológicos (testes estatísticos) e com os dados socioambientais (ferramentas de geoprocessamento). Os resultados mostraram que 5 comunidades (Parque Oswaldo Cruz, Vila Turismo, Vila União, Mandela de Pedra, DESUP) apresentaram resultados do \sum dos 10 HPAs superiores a 4,1mg/kg (Valor de Alerta) considerando os valores máximos e a comunidade Vila União apresentou resultados superiores a 4,1mg/kg considerando os valores máximos e a mediana. Os mapas de calor mostraram que os HPAs são contaminantes presentes na camada superficial do solo, com localidades críticas apresentando concentrações superiores aos Valores de Intervenção; os Diagramas de Voronoi revelaram áreas delimitadas que sofrem influência da contaminação a partir dos pontos georreferenciados. Os dados sugerem que a contaminação é difusa e decorrente, principalmente, de atividade humana e do fluxo intenso de veículos automotores. O mapa de Buffer associado aos indicadores de vulnerabilidade ambiental mostrou que as áreas com maior risco de contaminação correspondem a áreas com maiores densidades demográficas. Os mapas do Perfil Socio Econômico Preliminar mostraram que os moradores sofrem com a falta de investimentos em saneamento básico e que há uma relação direta entre saneamento, renda e desigualdade social. A alta densidade populacional e a baixa renda, somada a presença de tráfico torna a região um local de conflitos, com cenas de guerra.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental, ocupação do território, poluentes orgânicos, solo contaminado.

ABSTRACT

This work analyzes the territory of Manguinhos, in Rio de Janeiro (RJ), through socio-environmental data and soil contamination by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Manguinhos consists of 12 communities, whose resident population totals around 36 thousand people. This region receives pollutants from different sources, such as the Oil Refinery and Avenida Brasil, where thousands of vehicles circulate/day. It has one of the worst HDIs in the city of RJ. Methodology used: description of human and industrial occupation of the region, determination and quantification of residual concentrations of PAHs in the soil of Manguinhos (2014), relating concentrations to meteorological data (statistical tests) and socio-environmental data (geoprocessing tools). The results showed that 5 communities (Parque Oswaldo Cruz, Vila Turismo, Vila União, Mandela de Pedra, DESUP) presented results of the sum of 10 PAHs above 4.1mg / kg (Alert Value) considering the maximum values and the community Vila União presented results above 4.1mg/kg considering the maximum values and the median. The heat maps showed that PAHs are contaminants present in the superficial layer of the soil, with critical locations presenting concentrations above the Intervention Values; the Voronoi diagrams revealed delimited areas that are influenced by contamination from the georeferenced points. Data suggest that the contamination is diffuse and mainly due to human activity and the intense flow of motor vehicles. Buffer's map associated with the indicators of environmental vulnerability showed that the areas with the highest risk of contamination correspond to areas with the highest demographic densities. The preliminary socio-economic profile maps showed that residents suffer from a lack of investments in basic sanitation and that there is a direct relationship between sanitation, income and social inequality. The high population density and low income, plus the presence of trafficking makes the region a place of conflict, with scenes of war.

Key words: Contaminated soil, environmental monitoring, occupation of the territory, organic pollutants.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Morro da Favela, Rio de Janeiro (RJ)	27
Figura 2	Morro de Santo Antônio, Rio de Janeiro (RJ)	27
Figura 3	Panorama da distribuição da documentação dos imóveis de acordo com o Censo domiciliar do Complexo de Manguinhos	34
Figura 4	Área de Planejamento 3 (AP3), Rio de Janeiro (RJ)	36
Figura 5	Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ) e bairros vizinhos	36
Figura 6	Foto da planta da antiga Fazenda de Manguinhos, incluindo o Instituto Oswaldo Cruz, na Freguesia de Inhaúma, Rio de Janeiro (RJ), em 1908	38
Figura 7	Ocupação e o saneamento da enseada de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ), em 1920	41
Figura 8	Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Zoneamento proposto por Agache como bairro Industrial, no período de 1928 a 1930	43
Figura 9	Áreas cadastradas com populações expostas ou potencialmente expostas a contaminantes químicos entre os anos 2004 e 2014	51
Figura 10	Distribuição das áreas contaminadas cadastradas no Estado do Rio de Janeiro	52
Figura 11	Manguinhos (RJ) e suas principais empresas, indústrias e atividades industriais	54
Figura 12	Traçado original proposto para Avenida Brasil em 1938, Rio de Janeiro (RJ)	55
Figura 13	Sede administrativa da Refinaria de Manguinhos em 1954, Rio de Janeiro (RJ)	56
Figura 14	Algumas ferramentas de geoprocessamento	62
Quadro 1	Lista dos 16 HPAs prioritários segundo a USEPA	66
Figura 15	Esquema simplificado de ativação enzimática do benzo[a]pireno com formação de dióis	77
Figura 16	Representação esquemática da metodologia utilizada nesta tese	84
Figura 17	Perímetro da Área de Estudo: Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	88
Figura 18	Plano de Amostragem de Solo para Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	91
Figura 19	Caderno de registro de amostras com o protocolo de amostragem de solo superficial	92

Quadro 2	Condições analíticas para a determinação de HPAs em solo	95
Figura 20	Comunidade Nelson Mandela, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Igreja São Miguel Arcanjo e Rua Beira Rio	101
Figura 21	Comunidade Nelson Mandela, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Ponto de encontro do Rio Jacaré com o Canal Faria-Timbó	102
Figura 22	Comunidade Parque João Goulart, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): construções irregulares ao longo do Rio Jacaré	103
Figura 23	Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): falta de recolhimento de resíduos urbanos	104
Figura 24	Conjunto Habitacional Desup, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	105
Figura 25	Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Parque Aquático/Ginásio	106
Figura 26	Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Colégio Estadual Luis Carlos da Vila	106
Figura 27	Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Biblioteca Parque	107
Figura 28	Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Casa da Mulher	107
Figura 29	Conjunto Habitacional Embratel, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	108
Figura 30	Parque Linear de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	109
Figura 31	Conjunto Habitacional Nova CCPL, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	110
Figura 32	Ciclovias dos Conjuntos Habitacionais Desup/Parque Linear e Nova CCPL, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	111
Figura 33	Via Canal, Ciclovia, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	111
Figura 34	Via Binário, construções irregulares, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	112
Figura 35	Mapa com os pontos de amostragem georreferenciados, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ)	114
Figura 36	Dendograma da concentração do somatório dos 10 HPAs prioritários nos pontos de coleta e os dados meteorológicos: direção do vento, velocidade do vento, temperatura, pressão e umidade	134
Figura 37	Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo no verão	137
Figura 38	Ponto de Coleta nº 55, Comunidade Vila União (2014)	138
Figura 39	Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo no outono	139

Figura 40	Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo no inverno	140
Figura 41	Ponto de Coleta nº 29, Comunidade Vila Turismo (2014)	141
Figura 42	Ponto de Coleta nº 66, Mandela de Pedra (2014)	141
Figura 43	Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo na primavera	142
Figura 44	Ponto de Coleta nº 26, Parque Oswaldo Cruz (2014)	143
Figura 45	Ponto de Coleta nº 80, DESUP (2014)	143
Figura 46	Ponto de Coleta nº 72, Mandela de Pedra (2014)	144
Figura 47	Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, mediana	145
Figura 48	Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, máximas	146
Figura 49	Mapas de Diagrama de Voronoi do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, mediana	147
Figura 50	Mapas de Diagrama de Voronoi do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, máximas	148
Figura 51	Correlograma de Moran do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, máximas	150
Figura 52	Mapas de área de influência (Buffer) com raio de 450m do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, máximas	151
Figura 53	Mapas de Buffer com raio de 450m do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, máximas segundo a densidade populacional do território	152
Figura 54	Taxa de domicílios particulares permanentes no território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	154
Figura 55	Taxa de domicílios particulares permanentes com moradia adequada no território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	155
Figura 56	Manguinhos: tipos de materiais de construção das casas.	156
Figura 57	Taxa de domicílios com abastecimento de água por rede pública, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	158

Figura 58	Manguinhos: abastecimento de água segundo Censo Domiciliar PRODERJ (2010)	159
Figura 59	Taxa de domicílios ligados à rede urbana de esgoto, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	161
Figura 60	Manguinhos: destino do esgoto segundo Censo Domiciliar PRODERJ (2010)	162
Figura 61	Taxa de domicílios com coleta regular de lixo, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	164
Figura 62	Manguinhos: destino do lixo segundo Censo Domiciliar PRODERJ (2010)	165
Figura 63	Taxa de pessoas acima de 5 anos alfabetizadas, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	167
Figura 64	Rendimento nominal médio mensal da pessoa responsável pelo domicílio, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	169
Figura 65	Densidade demográfica, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	170
Figura 66	Taxa de moradores em domicílios particulares permanentes com moradia adequada no território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ)	171

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Concentrações residuais de HPAs obtidos em amostras ambientais e biológicas	69
Tabela 2	Classificação de alguns HPAs quanto à sua carcinogenicidade (IARC), ocorrência (EPA) e periculosidade (ABNT)	70
Tabela 3	Evidências de carcinogenicidade, genotoxicidade e mutagenicidade de alguns HPAs e seus metabólitos	78
Tabela 4	Valores orientadores para HPAs em solo no estado de São Paulo	83
Tabela 5	Valores orientadores para HPAs em solo pela Lista Holandesa	83
Tabela 6	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 2 (Comunidade Agrícola de Higienópolis) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	115
Tabela 7	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 4 (Comunidade Agrícola de Higienópolis) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	115
Tabela 8	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 5 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	115
Tabela 9	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 6 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	115
Tabela 10	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 7 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	116
Tabela 11	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 8 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	116
Tabela 12	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 9 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	116
Tabela 13	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 11 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	116
Tabela 14	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 12 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	117
Tabela 15	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 13 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	117

Tabela 16	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 14 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	117
Tabela 17	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 15 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	117
Tabela 18	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 16 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	118
Tabela 19	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 18 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	118
Tabela 20	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no ponto 20 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	118
Tabela 21	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 21 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	118
Tabela 22	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 23 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	119
Tabela 23	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 25 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	119
Tabela 24	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 26 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	119
Tabela 25	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 27 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	119
Tabela 26	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 29 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	120
Tabela 27	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 30 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	120
Tabela 28	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 31 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	120
Tabela 29	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 33 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	120
Tabela 30	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 34 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	121
Tabela 31	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 35 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	121

Tabela 32	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 36 (Parque João Goulart) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.	121
Tabela 33	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 38 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.	121
Tabela 34	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 39 (Centro Habitacional Provisório) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.	122
Tabela 35	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 40 (Parque João Goulart) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	122
Tabela 36	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 41 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	122
Tabela 37	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 42 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	122
Tabela 38	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 43 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	123
Tabela 39	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 44 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	123
Tabela 40	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 46 (Centro Habitacional Provisório) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	123
Tabela 41	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 47 (Parque João Goulart) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	123
Tabela 42	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 48 (Nelson Mandela) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	124
Tabela 43	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 52 (Nelson Mandela) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	124
Tabela 44	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 53 (Nelson Mandela) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	124
Tabela 45	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 54 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	124
Tabela 46	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 55 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	125
Tabela 47	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 56 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	125

Tabela 48	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 57 (Samora Machel) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	125
Tabela 49	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 58 (Samora Machel) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	125
Tabela 50	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 60 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	126
Tabela 51	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 61 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	126
Tabela 52	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 62 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	126
Tabela 53	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 63 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	126
Tabela 54	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 64 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	127
Tabela 55	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 65 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	127
Tabela 56	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 66 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	127
Tabela 57	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 68 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	127
Tabela 58	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 69 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	128
Tabela 59	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 70 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	128
Tabela 60	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 71 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	128
Tabela 61	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 72 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	128
Tabela 62	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 73 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	129
Tabela 63	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 74 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	129

Tabela 64	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 75 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	129
Tabela 65	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 78 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	129
Tabela 66	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 80 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	130
Tabela 67	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 81 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	130
Tabela 68	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 82 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	130
Tabela 69	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 83 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	130
Tabela 70	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 84 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	131
Tabela 71	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 85 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	131
Tabela 72	Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 86 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas	131
Tabela 73	Concentrações residuais de HPAs (mg/kg) superiores ao Valor de Alerta (4,1 mg/kg) considerando os valores máximos	132
Tabela 74	Concentrações residuais de HPAs (mg/kg) superiores ao Valor de Alerta (4,1 mg/kg) considerando a mediana	132
Tabela 75	Teste de normalidade entre o somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários nas diferentes estações do ano	135
Tabela 76	Teste de comparação para dados não paramétricos	136

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC – Áreas Contaminadas

AP – Área de Planejamento

ATSDR – *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*

BPMED – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

BDNAC – Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas

BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e os três isômeros do Xileno (orto, meta e para)

CCPL – Cooperativa Central dos Produtores de Leite

CDSS – Comissão dos Determinantes Sociais da Saúde

CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CERCLA – *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act*

CG-EM – Cromatografia a Gás associada à Espectrometria de Massa

CGVAM – Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

CHP – Centro de Habitação Provisória

COMLURB – Companhia Municipal de Limpeza Urbana

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

COOTRAM – Cooperativa dos Trabalhadores de Manguinhos

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CSEGSF – Centro de Saúde Escola Germano Sinval Faria

DHHS – *Department of Health and Human Services*

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

DSSA – Departamento de Saúde e Saneamento Ambiental

DESUP – Depósito de Suprimentos do Exército

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMBRATEL – Empresa Brasileira de Telecomunicações

ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

FBC – Fatores de bioconcentração
FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz
FGV – Fundação Getúlio Vargas
GAC – Gerenciamento de Áreas Contaminadas
GPS – Sistema de Posicionamento Global
HPA – Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
HPLC – *High Performance Liquid Chromatography*
HTP – Hidrocarbonetos Totais de Petróleo
IARC – *International Agency for Research on Cancer*
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IDS – Índices de Desenvolvimento Social
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IPP – Instituto Pereira Passos
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IOC – Instituto Oswaldo Cruz
Koc – coeficiente de partição em matéria orgânica ().
LTM – Laboratório Territorial de Manguinhos
MAER – Ministério da Aeronáutica
MCL – *Maximum contaminant level*
MCLG – *Maximum contaminant level goal*
MM – Massa Molecular
MS – Ministério da Saúde
MSI – Monitoramento Seletivo de Íons
NHPA – Nitro Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
NPL – *National Priorities List*
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
PDTSP – Programa de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Saúde Pública
PMCRJ – Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro

PMERJ – Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

PSF – Programa Saúde da Família

RA – Região Administrativa

RFFSA – Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima

SMS – Secretaria Municipal de Saúde

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SISSOLO – Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado

SPE – *Solid Phase Extraction*

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

SUCAM – Superintendência de Campanhas de Saúde Pública

TAC – Termo de Ajuste de conduta

TEIAS – Território Integrado de Atenção à Saúde

UPA – Unidade de Pronto Atendimento

USEPA – *United States Environmental Protection Agency*

VIGISOLO – Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado

VPAAPS – Vice Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde

VROM – *Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu*

WHO – *World Health Organization*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	...22
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	...26
2.1	AGLOMERADOS SUBNORMAIS.....	...26
2.2	MANGUINHOS.....	...34
2.2.1	Localização geográfica.....	...34
2.2.2	Ocupação humana e industrial de Manguinhos.....	...38
2.2.3	Atividades industriais e suas interferências na saúde humana e ambiental....	...49
2.3	GEOPROCESSAMENTO EM SAÚDE.....	...58
2.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E DE TOXICIDADE DOS HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS.....	64
2.4.1	Panorama geral de contaminação do solo por HPAs.....	64
2.4.2	Dispersão no ambiente.....	70
2.4.3	Aspectos toxicocinéticos.....	73
2.4.3.1	Absorção.....	73
2.4.3.2	Distribuição, metabolismo e excreção.....	75
2.4.4	Aspectos toxicodinâmicos.....	76
2.4.5	Legislação Nacional e Internacional.....	78
3	METODOLOGIA.....	84
3.1	METODOLOGIA DA PESQUISA FOTOETNOGRÁFICA.....	85
3.2	METODOLOGIA DA PESQUISA QUALITATIVA.....	86
3.3	METODOLOGIA DAS ANÁLISES DE HPAS NO SOLO DE MANGUINHOS.	87
3.3.1	Metodologia de Campo.....	87
3.3.2	Metodologia analítica.....	93
3.4	METODOLOGIA DO TRATAMENTO DOS DADOS.....	96
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
4.1	MANGUINHOS ENTRE NOVOS VELHOS CENÁRIOS.....	100
4.2	MAPA GEORREFERENCIADO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	113
4.3	RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES DE HPAS NO SOLO DE MANGUINHOS, RIO DE JANEIRO (RJ).....	114

4.4	COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE O SOMATÓRIO DAS CONCENTRAÇÕES DOS 10 HPAS PRIORITÁRIOS NOS PONTOS DE COLETA E OS DADOS METEOROLÓGICOS: DIREÇÃO DO VENTO, VELOCIDADE DO VENTO, TEMPERATURA, PRESSÃO E UMIDADE.....	133
4.5	COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE O SOMATÓRIO DAS CONCENTRAÇÕES DOS 10 HPAS PRIORITÁRIOS NAS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO.....	134
4.6	ANÁLISE ESPACIAL DOS DADOS DE CONCENTRAÇÃO.....	136
4.7	PERFIL SOCIO ECONÔMICO PRELIMINAR DO TERRITÓRIO DE MANGUINHOS (RJ), ATRAVÉS DA ANÁLISE ESPACIAL DE INDICADORES DO IBGE, CENSO DEMOGRÁFICO DE 2010.....	153
4.7.1	Estrutura e Inserção do Domicílio.....	153
4.7.2	Saneamento.....	157
4.7.3	Escolaridade.....	166
4.7.4	Renda.....	168
4.7.5	Demografia.....	170
5	CONCLUSÕES.....	173
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	177
	REFERÊNCIAS.....	178

1 INTRODUÇÃO

O **objetivo geral** deste trabalho é analisar o território de Manguinhos, no Rio de Janeiro (RJ), através de dados socioambientais e de contaminação do solo por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs).

Este trabalho fundamenta-se no acúmulo de experiências de pesquisas desenvolvidas sobre Manguinhos no decorrer dos anos iniciais do século XXI, com ênfase na análise dos dados obtidos no *Diagnóstico Socioambiental de Manguinhos* (2011-2014) (BRUNO et al., 2011).

Por ocasião da abertura do Edital do Programa de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Saúde Pública (PDTSP), no âmbito da Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde (VPAAPS) da Fiocruz, cuja edição 2010 focalizou o Território Integrado de Atenção à Saúde (TEIAS), foi submetida uma proposta de estudo para a região de Manguinhos por um grupo de pesquisadores do Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental. A proposta visava investigar aspectos que caracterizassem as condições socioambientais de Manguinhos e determinassem as concentrações residuais dos HPAs prioritários no solo. Nessas circunstâncias, iniciou-se, no segundo semestre de 2011, um estudo cujo espaço de interesse correspondia às comunidades desse bairro.

Através desse estudo, do qual participou esta autora, buscava-se levantar, classificar e analisar informações a respeito de três componentes do saneamento básico (SALLES, 2008): esgoto, abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos; sobre a situação socioeconômica da população residente; e, prioritariamente, com relação às condições químicas do solo do bairro.

Os procedimentos para realizar o levantamento dessas informações corresponderam ao acesso e à seleção de fontes secundárias no que diz respeito aos componentes do saneamento e às condições socioeconômicas da população local, a pesquisa de campo para coleta de amostras de solo e os registros fotográficos de pontos de interesse em relação às condições químicas do solo.

Para atingir o objetivo geral proposto, definiram-se os seguintes **objetivos específicos**:

- Apresentar um breve histórico da ocupação humana e industrial da região;
- Determinar as concentrações residuais dos HPAs prioritários no solo de Manguinhos, no período de janeiro a outubro de 2014;
- Relacionar as concentrações residuais com os dados meteorológicos;
- Relacionar as concentrações residuais com os dados socioambientais.

As informações disponíveis sobre Manguinhos dão conta de que esse bairro possui um dos cinco menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), e um dos oito menores Índices de Desenvolvimento Social (IDS) do município do Rio de Janeiro. Conforme dados do Instituto Pereira Passos (IPP, 2010), Manguinhos é densamente habitado, com aproximadamente 38 mil moradores (FIOCRUZ, 2016), e no seu território estão instaladas empresas como os Correios, a Refinaria de Manguinhos e instituições como a Fundação Abrigo Cristo Redentor e a própria Fiocruz, enquanto outras empresas funcionaram no local até as últimas décadas do século passado.

Por tratar-se, até pouco tempo atrás, de uma região tipicamente industrial, Manguinhos possui ainda muitos galpões e fábricas que, embora inativos, podem conter uma grande quantidade e variedade de passivos nocivos à saúde humana. Essa situação é agravada na medida em que, ao se transformar em bairro majoritariamente residencial, a presença de tais passivos no território pode expor seus moradores ao contato cotidiano com substâncias perigosas.

Sendo assim, a alta densidade demográfica da região, que abrigou um expressivo parque industrial e que ainda abriga algumas indústrias cujos efluentes afetam a saúde humana, além de sua localização entre vias expressas com intenso tráfego de veículos automotores são aspectos que **justificam** a necessidade do aprofundamento de algumas questões resultantes do monitoramento socioambiental anteriormente citado. Isto, tanto pela possibilidade deste vir a sinalizar a necessidade de novas políticas em saúde coletiva, quanto para subsidiar a definição de direcionamentos rumo à melhoria da qualidade ambiental nessas localidades e, conseqüentemente, da saúde de sua população, com um apontamento para um estudo de avaliação de risco das áreas contaminadas com a presença de uma população potencialmente exposta.

Sabe-se que essas populações sofrem não apenas um processo de exposição a contaminantes ambientais, mas também um processo de imposição desta situação, conforme assinala Breilh (1991).

Esses processos que envolvem exposição de pessoas a contaminantes ambientais, exposição que também resulta ser uma imposição, podem ser explicados pela impossibilidade dessas pessoas de habitar uma área não degradada, em função da sua situação de pobreza, assim como em função da ausência de informação/consciência crítica/mobilização que facilite a avaliação/interpretação dos riscos a que estão submetidas (baixo capital social). Este panorama

pode ser resultado de um processo educacional que pouco incentiva a formação de cidadãos críticos e autônomos, capazes de perceber as mazelas que os cercam e de agir ativamente para modificar suas realidades, ou até mesmo da falta de acesso a qualquer tipo de processo educacional, seja em qualidade ou em tempo de permanência no ensino formal.

Desta forma, foram utilizados neste estudo os dados socioambientais de estrutura e inserção do domicílio, renda, escolaridade e demografia, além dos dados de saneamento básico: fornecimento de água por rede geral de abastecimento, coleta de esgotos por rede geral de recolhimento e coleta de resíduos sólidos urbanos (lixo).

Assim, observa-se que muitas das populações expostas a contaminantes químicos perigosos estão relacionadas historicamente a áreas adjacentes a parques industriais. São diversos os fatores que levam esses grupos a residirem no entorno das indústrias, desde aspectos econômicos, em função do baixo custo do uso imobiliário da região, até aspectos logísticos, como proximidade ao local de trabalho e a grandes centros urbanos (BRITO; SOUZA, 2005).

Independentemente dos fatores motivacionais e/ou impositivos, essas populações, além de possuírem baixo acesso e permanência na escola, baixa renda e precariedade de serviços públicos de saneamento, fazem uso do solo contaminado, estando submetidas a constante risco, o que pode ser corroborado por estudos anteriores como os realizados por Mattos *et al.* (2009) e Mainenti (2006) sobre a exposição ao chumbo de crianças moradoras de Manguinhos, que mostraram importantes níveis de concentrações residuais no sangue dessas crianças.

Nesse contexto, é imperativa a realização de estudos mais aprofundados com relação às fontes de contaminação existentes no território de Manguinhos, assim como a avaliação do solo como rota de exposição, do impacto desta para a população exposta a curto, médio e longo prazos, e a proposição de estratégias mitigadoras.

A tese está estruturada em seis capítulos: o presente capítulo, introdutório, expõe o tema central, sua justificativa e os objetivos gerais e específicos propostos.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico pesquisado e utilizado para o desenvolvimento deste estudo, a saber: a origem das favelas, as desigualdades sociais dessa região e a vulnerabilidade da população residente; discute sobre áreas contaminadas por produtos químicos, e sobre os diferentes conceitos: aglomerados subnormais, aglomerados de baixa renda, favelas e comunidades; descreve Manguinhos – sua localização geográfica, as principais formas pelas quais se deu a ocupação do território ao longo das últimas décadas, suas principais atividades industriais e possíveis interferências destas na saúde humana e ambiental; apresenta também as ferramentas de georreferenciamento e de geoprocessamento utilizadas

para georreferenciar todos os pontos de amostragem e construir os mapas utilizados para representação gráfica e concreta do espaço geográfico estudado; finalmente, apresenta as características físico-químicas e de toxicidade dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), contaminantes de interesse neste estudo, considerando a descrição da sua dispersão no ambiente, aspectos toxicocinéticos, aspectos toxicodinâmicos e a legislação nacional e internacional vigentes.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada na elaboração da tese, incluindo a metodologia analítica para determinação das concentrações dos HPAs na matriz-solo e a utilizada no tratamento dos dados obtidos.

No Capítulo 4, estão descritos os resultados encontrados; no Capítulo 5, apresentam-se as conclusões; e no Capítulo 6, são tecidas considerações finais, com sugestões para estudos futuros.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 AGLOMERADOS SUBNORMAIS

Este capítulo apresenta a origem das favelas no município do Rio de Janeiro e as desigualdades sociais dessa região, e aborda a vulnerabilidade da sua população residente ao discutir sobre áreas contaminadas por produtos químicos. Dessa discussão, resultam diferentes conceitos, como os de aglomerados subnormais, aglomerados de baixa renda, favelas, comunidades e complexos.

Os espaços originalmente chamados de favela tiveram a sua denominação modificada ao longo do tempo, com a substituição da terminologia favela por termos como comunidades e/ou complexos, classificados como aglomerados subnormais ou bairros. Entretanto, nenhuma dessas conotações, independentemente de qual seja, tenta mudar ou recriar significativamente o espaço ou a vida daquela população (COSTA; FERNANDES, 2013).

A origem das favelas remonta ao final do século XIX, configurando-se assim, há mais de um século, como uma solução habitacional urbana (ABREU, 1994 apud SARAIVA; MARQUES, 2007, p.13). O seu surgimento decorre de tentativas das classes dominantes do Brasil colonial de tornar a capital do país uma “cidade europeia” (ZALUAR; ALVITO, 2006).

Mauricio de Abreu explica muito bem como ocorreu o processo de estruturação do espaço urbano das metrópoles brasileiras em seu livro: *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*, publicado em 1987, onde diz ser possível explicar o presente através do estudo e reflexão do “passado histórico que lhe deu forma” (ABREU, 1987).

Existem várias teorias a respeito da origem das favelas. A teoria mais utilizada diz que a primeira favela surgiu com a ocupação, por ex-combatentes da Guerra de Canudos, das encostas do Morro de Santo Antônio e do Morro da Providência que, por possuírem uma vegetação predominante típica da caatinga, chamada “favela”, ficaram conhecidos como Morro da Favela, o que deu origem à denominação favela, que só na década de 1920 passaria a ser usada também para denominar outras comunidades carentes (SILVA, 2010; ALVIM, 2017).

Essa forma de ocupação do território se deu pela falta de moradias na cidade para abrigar a população crescente. Assim começa o processo de separação das classes sociais (SILVA, 2010).

As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, o Morro da Favela, localizado atrás do “Cabeça de Porco”, o principal cortiço do Rio de Janeiro, onde hoje estão o Morro da

Providência, e o Morro de Santo Antônio. Chama a atenção, nas imagens, a precariedade das construções e a falta de infraestrutura, características que ainda hoje podem ser observadas em favelas cariocas.

Figura 1. Morro da Favela, Rio de Janeiro (RJ), 1966.



Fonte: O Globo (2017).

Figura 2. Morro de Santo Antônio, Rio de Janeiro (RJ), 1914.



Fonte: Peixoto (2006).

Desde o seu surgimento, as favelas foram registradas como áreas de precariedade urbana: locais de carência de infraestrutura, de pobreza, de doenças, de marginalidade e de violência. Desta forma, fora percebida pelas classes dominantes como um “problema” que precisava de uma solução desde o início. Entretanto, apesar de muito ter sido dito, prometido e

ameaçado ao longo das décadas, a maior parte dos planos voltados para solucionar a questão das favelas ficou apenas no papel (ZALUAR; ALVITO, 2006).

A princípio, as favelas tinham como uma de suas principais características a de serem um espaço de moradia provisório. Essa característica contribuiu para que fossem espaços sem destaque nos censos de 1920 e 1940. Apenas no censo de 1950, quase 50 anos após o surgimento da primeira favela, é que foi tomada a decisão de fazer um censo específico para esse tipo de aglomerado habitacional e seus moradores (VALLADARES, 2000).

Ao longo da década de 1970, apesar de toda a opressão do regime militar e do cerceamento à pesquisa social, a favela começa a ser vista pelos sociólogos e ganha outra concepção como lugar na cidade, como a de um lugar complexo, coeso e com força como sociedade, família, associação e comunidade (ZALUAR; ALVITO, 2006).

Após mais de 100 anos de existência e de lutas, as favelas ainda resistem. Atualmente, a legislação mudou e, desde o final da década de 1970, muitas das suas construções passaram a ser de alvenaria, com luz elétrica e a presença de serviços (ainda que precários) de água, esgoto e coleta de lixo urbano. Assim, a Favela hoje não está à margem da sociedade, se insere e faz parte dela e da cidade (ZALUAR; ALVITO, 2006).

Para Breilh (2006), é necessária uma mudança no olhar crítico da coletividade, principalmente quando estamos pensando na ciência da saúde de populações de assentamentos subnormais, ou seja, de favelas. A maior parte dos seus moradores ainda reside naquele espaço por ser a sua única opção. É um processo impositivo e não de escolha. A favela não deveria ser um problema, visto que ela é uma solução para a terça parte da população carioca, que reside nesse espaço.

Aquele olhar de “espaço provisório” das favelas não cabe mais. Hoje é possível afirmar que o provisório se tornou permanente. Dessa forma, é necessária uma prioridade máxima dos Governos Municipais, Estaduais e Federais em relação à qualidade de vida dessa parcela da população brasileira, que vivencia no seu dia a dia nas favelas problemas que colocam em risco não somente a vida dos seus moradores, mas também de todos os moradores ao seu redor (VALLADARES, 2000; CARTA CAPITAL, 2012).

Nesse sentido, Breilh (2002) pontua ser necessário pensar sobre o processo saúde-doença de uma forma complexa e concreta, propondo ações de saúde coletiva que abordem a redução do sofrimento humano, das desigualdades e das iniquidades sociais, em defesa da vida, de uma forma democrática; ações que respeitem as lutas sociais e os modos ou estilos de vida da população, identificando processos críticos de exposição ou de imposição.

Nesse contexto, a visão do processo saúde-doença vai além do indivíduo e projeta-se no coletivo, compreendendo-o como um processo determinado não somente pelas características individuais, mas também pelos determinantes sociais da coletividade. Com base nessa visão, de que o processo de adoecimento resulta de um processo social, é necessária a construção de novas interpretações das suas causas, levando em consideração não apenas os dados estatísticos formais, como também a natureza dinâmica da vida social de determinada comunidade (BREILH, 1991).

Vale ainda ressaltar que a população das favelas está mais exposta a vários tipos de riscos, como risco sanitário de contágio de doenças sexualmente transmissíveis e infectocontagiosas; risco de morte por doença tratável, sem diagnóstico, por falta de acesso a serviços básicos de saúde; risco de acidentes com bujões de gás (muitas vezes comprados no mercado informal); risco de morte por incêndios devido às muitas ligações de energia elétrica, às vezes clandestinas; risco de morte precoce violenta; risco da gravidez precoce; risco de perda dos filhos para o tráfico; risco de maior mortalidade infantil e materna; risco de evasão escolar aumentando o ciclo da exclusão social, intolerância e preconceito; risco de analfabetismo funcional e da ignorância; risco maior de desemprego, principalmente por preconceito sobre o local onde a pessoa mora, aumentando o risco de perpetuação e herança da miséria, muitas vezes extrema; risco de abandono; risco de desabamento das moradias; risco de bala perdida e de ser “confundido” com bandido; risco maior de dependência química (CARTA CAPITAL, 2012).

Nesse quadro, vale a pena voltar à reflexão da Carta Capital de 24 de maio de 2012 e que continua atual:

Como as pessoas se acostumaram a viver numa favela? Será que elas conhecem os riscos que correm? Como as pessoas (nem todo mundo, mas a maioria) que moram fora da favela conseguem seguir suas vidas normalmente com suas consciências tranquilas? E mais, como o problema da favela não é prioridade máxima dos Governos? (CARTA CAPITAL, 2012, [n.p.]

A partir dessa perspectiva, a Comissão dos Determinantes Sociais da Saúde (CDSS) da Organização Mundial de Saúde (OMS) definiu os determinantes sociais da saúde como “as circunstâncias em que as populações crescem, vivem, trabalham e envelhecem, bem como os sistemas implementados para lidar com a doença, moldadas pelas forças políticas, sociais e econômicas” (GARBOIS *et al.*, 2017, p. 66; CDSS, 2010, p. 5). Entretanto, os determinantes sociais da saúde insistem em separar o social e a saúde, contrariando o princípio da integralidade, fragmentando a vida e sendo contrários às diretrizes do Sistema Único de Saúde (GARBOIS *et al.*, 2017, p. 74).

Considerando a história social das favelas do Rio de Janeiro e as atuais condições em que se encontram/vivem seus habitantes, é possível argumentar que a possibilidade de desenvolvimento de processos saúde-doença é ampliada nesses espaços.

Segundo o Laboratório Territorial de Manguinhos (LTM, 2016): “a violência gera inúmeros impactos sobre a saúde, por vezes intangíveis e sistematicamente invisibilizados ou desconhecidos. Os processos de adoecimento têm a ver com o alto nível de tensão, a perda de sono e o medo.”

Em uma análise biomédica e da história natural, um ser vivo pode ser considerado saudável quando consegue alcançar o potencial de realização que lhe foi conferido (GARBOIS *et al.*, 2017; ALBUQUERQUE; SILVA, 2014). No âmbito da saúde humana, vários autores entendem que o conceito de saúde transpassa esse “potencial natural de realizações” e é fortemente influenciado pela posição de cada indivíduo na sociedade em que está inserido (FLEURY-TEIXEIRA, 2009; BARATA, 2001).

O conceito de saúde, independentemente da concepção que lhe esteja sendo atribuída, não pode de forma alguma estar dissociado da determinação das condições gerais de vida das pessoas (FLEURY-TEIXEIRA, 2009; ALBUQUERQUE; SILVA, 2014).

Inicialmente, o processo de adoecimento era explicado através de uma abordagem médico-social, com a problematização da saúde elaborada a partir da relação entre o processo social e o processo biológico. Surge assim o conceito de determinantes sociais da saúde (GARBOIS *et al.*, 2017). Estes estariam intimamente ligados aos comportamentos e características individuais, condições de trabalho e de vida, e às características econômicas, sociais e culturais daquela população (ALBUQUERQUE; SILVA, 2014).

Dessa forma, corre-se um grande risco de “culpabilização” dos indivíduos por seu adoecimento, uma vez que os fatores que determinam o processo saúde-doença acabam por ser simplificados, associados apenas a fatores clássicos de risco como tabagismo, sedentarismo, alcoolismo, deficiência nutricional, exposição a agentes biológicos, químicos ou físicos danosos, sem considerar a formação social e psicossocial que os produziu (ALBUQUERQUE; SILVA, 2014).

Estudos mostram que o grau de pobreza diminui o acesso à educação e aos serviços básicos de saúde, aumentando a vulnerabilidade dessa população, por reduzir a sua capacidade de administrar os riscos. Entretanto, condições psicossociais como reconhecimento, autonomia, segurança, hierarquia social, nível de estresse diário, balanço entre frustrações e realizações são igualmente determinantes de suas condições de vida (FLEURY-TEIXEIRA, 2009;

ALBUQUERQUE; SILVA, 2014). Assim, o processo saúde-doença é diferente nas diferentes comunidades ou sociedades, por se diferirem estas em hierarquia social, estratos de classes sociais, modos de vida em sociedade, entre outros, apesar das semelhanças biológicas entre as pessoas que as compõem (ALBUQUERQUE; SILVA, 2014).

A favela ficou durante um longo tempo à margem do interesse dos estudiosos do “pensamento social no Brasil da Primeira República”, pese existir como construção social antes mesmo do surgimento das “ciências sociais” (VALLADARES, 2000, p. 5-6).

Ao longo do tempo, com o crescimento urbano e aumento da complexidade dos espaços territoriais brasileiros, o conceito de “favela” assumiu novas formas e diversos nomes, representando as diferentes realidades que acompanham a diversidade de assentamentos informais nos grandes centros metropolitanos (COSTA; NASCIMENTO, 2005).

O termo favela teve origem no Rio de Janeiro e foi consolidado pelo Censo de 1950, onde recebeu a sua primeira definição operacional. Originalmente, os conceitos (e pré-conceitos) que lhe eram associados passavam por sua localização preferencial em morros, suas construções de madeira, a alta densidade populacional e por serem vistas, desde o seu surgimento, como espaços indesejáveis, focos de doenças, violência e criminalidade. Foram e ainda são objeto de intervenções e controle por parte do poder público e/ou instituições sociais (COSTA; NASCIMENTO, 2005; FREIRE, 2008). Nesse sentido, um marco importante nesta tentativa de intervenção foi a criação do Programa Favela-Bairro, em 1993 no Rio de Janeiro, na gestão do prefeito César Maia, que tinha como principal objetivo “integrar as favelas à cidade” (FREIRE, 2008, p.96).

O termo favela é definido pelo Plano Diretor da Secretaria Municipal de Habitação (PMCRJ, 2008) como:

Área predominantemente habitacional, caracterizada por ocupação da terra por população de baixa renda, precariedade da infraestrutura urbana e de serviços públicos, vias estreitas e de alinhamento irregular, lotes de forma e tamanho irregular e construções não licenciadas, em desconformidade com os padrões legais. (PMCRJ, 2008, p.54)

Porto (2008) sintetizou diferentes definições para o termo favela descritas na pesquisa de Freire (2005): uma engenheira da Secretaria Municipal de Habitação definiu favela como uma área sem urbanização, formada basicamente por invasões, sem infraestrutura e sem legalidade; um agente comunitário, definiu favela como “um lugar onde ninguém respeita o espaço de ninguém, com um monte de barracos juntos, ‘puxadinhos’ (...) onde o morador não entende nada de espaço”; moradores tem visões diferentes do espaço: “um monte de gente sem

nenhuma educação, casa com gatos de luz e água, casas coladas uma na outra...”. Mas também um lugar “sem governo, onde os meninos [traficantes] fazem o que querem”.

Para o IBGE (2010), as favelas são aglomerados subnormais. O conceito de aglomerado subnormal pressupõe a existência de algo que seja classificado como normal. E não existe definição do normal (SOUZA E SILVA, 2012). Segundo o IBGE:

aglomerado subnormal é um conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas...) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. (IBGE, 2010, p.3)

Por sua vez, o IPP estabelece que:

favela é uma área predominantemente habitacional, caracterizada por ocupação clandestina e de baixa renda, precariedade da infraestrutura urbana e de serviços públicos, vias estreitas e alinhamento irregular, ausência de parcelamento formal e vínculos de propriedade e construções não licenciadas, em desacordo com os padrões legais vigentes. (RIO DE JANEIRO, 2011, p.65)

Em geral, a favela é percebida primeiramente sob a ótica da precariedade. O que todas essas falas têm em comum é a visão depreciativa, de irregularidade e ilegalidade, que o termo favela assumiu ao longo do tempo, mesmo para os diferentes atores sociais (PORTO, 2008; FREIRE, 2008; SOUZA E SILVA, 2012).

O termo comunidade tem, então, a função principal de tentar reduzir o estigma depreciativo que o termo favela confere ao espaço. Segundo Freire (2008), quando se conhece uma pessoa, as primeiras preconceções que se faz dizem respeito à sua identidade social. Assim, o indivíduo intitulado como “favelado” se sente à margem da sociedade.

Ainda, segundo Freire (2008, p.130), a líder comunitária do Parque Acari “justifica sua preferência pelo termo comunidade por considerar ‘favela um nome muito pesado’, defendendo inclusive a sua extinção do vocabulário”.

De modo geral, o termo comunidade é utilizado para descrever um grupo de pessoas que possuem algo em comum. O termo surgiu de valores católicos difusos e é usado para definir a favela com base na sua hierarquia e na sua complementaridade (BIRMAN, 2008; PORTO, 2008).

O termo complexo foi inicialmente aplicado por órgãos policiais, e posteriormente pelo PAC, para designar o grupamento de favelas de algumas regiões compostas por mais de um espaço ou comunidade, delimitado principalmente por seus próprios moradores (FERNANDES; COSTA, 2013). O PAC/Manguinhos é o primeiro grande investimento e tentativa de intervenção na região de Manguinhos. As ações anteriores do Estado foram obras

pontuais e limitadas. Por ser uma favela de grande porte e alta complexidade, não havia sido inserida no Programa Favela-Bairro de 1993 (LO BIANCO, 2011).

As favelas são espaços de contradições e de diferentes realidades do território brasileiro, sendo definidas como as formas mais carentes e excluídas dos assentamentos informais pela Organização das Nações Unidas (ONU) (COSTA; NASCIMENTO, 2005; ONU-Habitat, 2015).

A denominação de aglomerados subnormais é muito utilizada em trabalhos científicos que possuem abordagem local, desenvolvidos em instituições públicas e com alguma relação com o planejamento urbano municipal (COSTA; NASCIMENTO, 2005). Desta forma, neste trabalho foi utilizada a definição do IBGE de aglomerado subnormal, por se tratar de um trabalho com abordagem local e por utilizar dados socioeconômicos disponibilizados por essa instituição, organizados por setores censitários classificados como aglomerados subnormais.

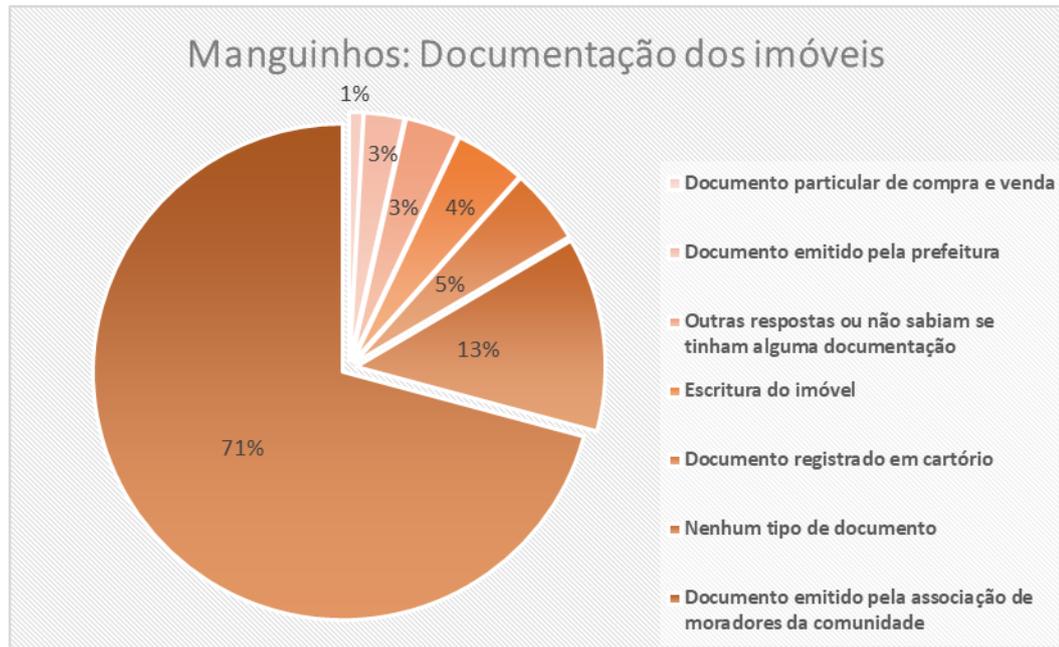
As definições oficiais do IPP (2010) e IBGE (2011) passam por uma abordagem desses espaços que considera a prevalência de propriedades com construções ocupadas, irregulares e não oficiais. Os dados do Relatório Final do Censo domiciliar do Complexo de Manguinhos – realizado no ano de 2010 pelo PRODERJ, que entrevistou em torno de 9.760 residências da região, aproximadamente 83% dos domicílios particulares – corroboram as abordagens consideradas pelo IPP (2010) e pelo IBGE (2011).

Uma das perguntas do questionário do Censo domiciliar do Complexo de Manguinhos (2010) referia-se ao tipo de documentação do imóvel, e obteve as seguintes respostas: 70,8% possuíam documento emitido pela associação de moradores da comunidade; 4,9%, documento registrado em cartório; 4,6%, a escritura do imóvel; 2,6%, documento emitido pela prefeitura; 0,9%, documento particular de compra e venda; 12,7% não possuíam qualquer tipo de documento; e os restantes 3,5% deram outras respostas ou não sabiam se tinham alguma documentação.

A Figura 3 mostra o panorama da documentação dos imóveis de acordo com o Censo domiciliar do Complexo de Manguinhos (2010). Essa figura mostra que em apenas 12% dos domicílios particulares permanentes de Manguinhos, seus moradores possuíam uma documentação oficial da prefeitura e/ou registrada em cartório e que essa mesma proporção, 13%, não possuía nenhum tipo de documento referente ao seu imóvel.

Esses dados corroboram a visão dos institutos de pesquisa, que identificam Manguinhos como uma região de aglomerado subnormal ou favela (PRODERJ, 2010).

Figura 3. Panorama da distribuição da documentação dos imóveis de acordo com o Censo domiciliar do Complexo de Manguinhos.



Fonte: PRODERJ (2010)

2.2 MANGUINHOS

Este capítulo descreve Manguinhos: sua localização geográfica, suas principais formas de ocupação ao longo das últimas décadas e suas principais atividades industriais e respectivas interferências na saúde humana e ambiental. Por último, mas não menos importante, mostra Manguinhos e todos os seus novos e velhos cenários através de fotografias e textos da própria autora.

2.2.1 Localização geográfica

O Decreto N° 7.980, de 12 de agosto de 1988, que define os limites do bairro de Manguinhos, altera os limites da X Região Administrativa, do Bairro de Manguinhos, constante no Decreto N° 5.280, de 23 de agosto de 1985, para a área compreendida entre a

confluência do Canal do Cunha com a Avenida Brasil, seguindo por esta (incluída) até o Ramal de Minérios de Arará; por este (incluído) até o entroncamento com o Ramal Leopoldina da Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima (RFFSA); seguindo pelo leito deste, até o cruzamento com o Rio Jacaré; pelo leito deste, até a Avenida Suburbana; por esta (excluída) até a Rua José Rubino; por esta (excluída) até a Avenida dos Democráticos; por esta (incluído apenas o lado par) até a Rua Capitão Bragança; por esta (incluída, incluindo a Rua Hespéria), atravessando a Rua Uranos, até o Ramal Leopoldina da RFFSA; pelo leito deste, até o prolongamento do alinhamento da Rua Eurico Souza Leão; por este e pela Rua Eurico Souza Leão -

(incluída); Avenida Novo Rio (incluído apenas o lado ímpar) até a Avenida Brasil; por esta (incluído apenas o lado ímpar, incluindo o Viaduto de Manguinhos) até o ponto de partida. (RIO DE JANEIRO, 1988, anexo II)

Existem atualmente no município do Rio de Janeiro 763 favelas. De acordo com o último Censo do IBGE, de 2011, são 1.393.314 pessoas residindo nesses espaços, ou seja, 22,03% das 6.323.037 pessoas que compõem a população do município. Isto significa que aproximadamente um a cada cinco moradores da cidade do Rio de Janeiro reside em favela.

O Censo do IBGE de 2000 mostrou que havia 1.092.283 pessoas morando em favelas no município do Rio de Janeiro, o que correspondia a 18,65% da população do município que, na época, somava um total de 5.856.745 pessoas.

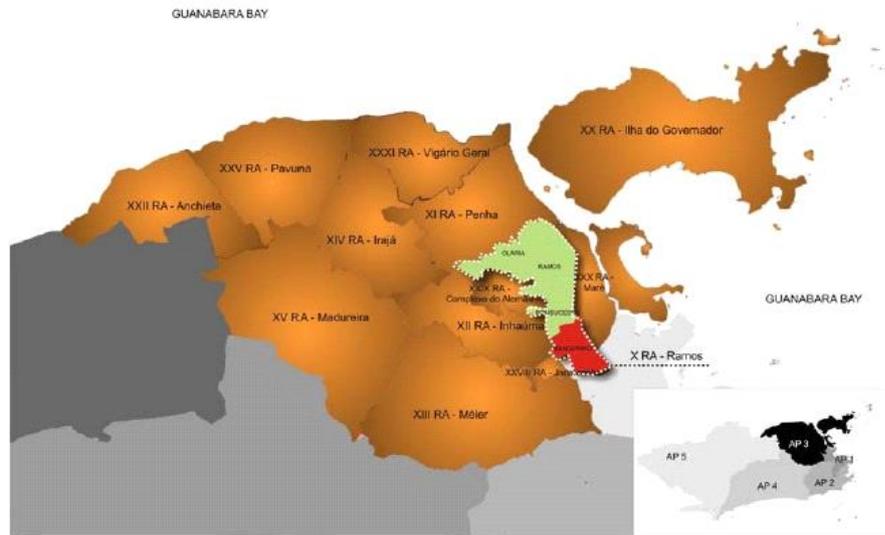
Ao comparar esses números com o Censo 2010, é possível verificar que o crescimento da população em favelas foi de 27,65% nos últimos 10 anos, enquanto o crescimento no restante da cidade foi oito vezes menor, de 3,4% no mesmo período (IBGE, 2000, 2011).

Dados parciais do IBGE mostraram que em 2019 havia 5.127.747 milhões de domicílios ocupados em 13.151 mil aglomerados subnormais no Brasil, enquanto no ano de 2010 havia 3.224.529 milhões de domicílios ocupados em 6.329 mil aglomerados subnormais. Esses dados parciais mostram um aumento de 59% de domicílios ocupados em aglomerados subnormais e um aumento de 108% no número de aglomerados subnormais existentes no Brasil, nos últimos nove anos (AGÊNCIA BRASIL, 2020).

O bairro de Manguinhos localiza-se, de acordo com os referenciais geopolíticos e gerenciais adotados pela Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro (PMCRJ), na zona suburbana da Leopoldina, integrando, juntamente com Ramos, Bonsucesso e Olaria, a X Região Administrativa (RA) do Município e, por conseguinte, a Área de Planejamento (AP-3.1) da Secretaria Municipal de Saúde (SMS-RJ), que congrega também as RAs da Penha (XI-RA), Ilha do Governador (XX-RA), Complexo do Alemão (XXIX-RA) e Maré (XXX-RA) (PRODERJ, 2020).

Manguinhos é um dos distritos da Área de Planejamento AP-3, criada através do Decreto N° 3.157, de 23 de agosto de 1981, e pertence à 5ª Região Administrativa do Rio de Janeiro (uma das 33 RAs), RA de Ramos, que abrange ainda os distritos de Olaria, Ramos e Bonsucesso (Figura 4). Encontra-se, assim, justamente na zona norte da cidade do Rio de Janeiro, onde estão concentradas inúmeras indústrias abandonadas ou subutilizadas e, conseqüentemente, também seus passivos ambientais (DANTAS, 2008).

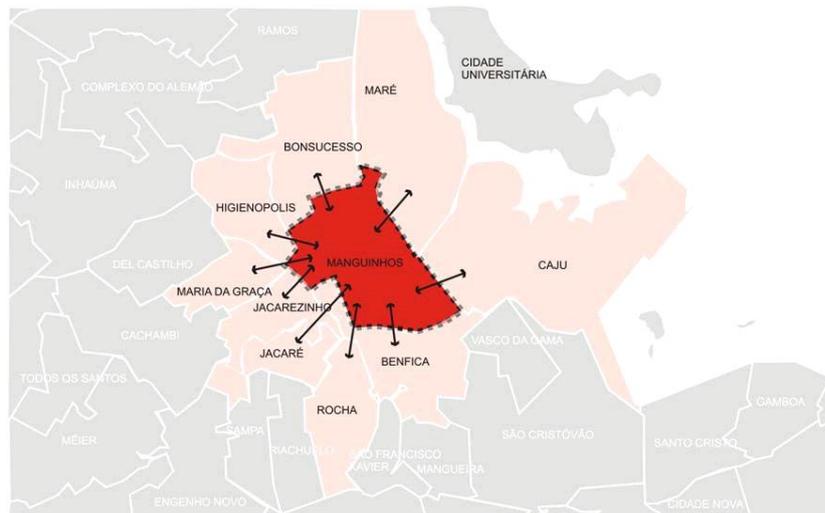
Figura 4. Área de Planejamento 3 (AP3), Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Adaptado de Dantas (2008).

Manguinhos faz fronteira com outros nove bairros de outras Regiões Administrativas que são: Benfica, Bonsucesso, Caju, Higienópolis, Jacaré, Jacarezinho, Maré, Maria da Graça e Rocha (Figura 5) (DANTAS, 2008).

Figura 5. Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ) e bairros vizinhos.



Fonte: Dantas (2008).

Possui uma população de aproximadamente 36 mil habitantes, dos quais cerca de 40% são crianças e adolescentes, e tem como principal característica sociopolítica ser composto por 13 comunidades ou favelas, nas quais as condições de vida são bastante problemáticas,

chegando, nas mais pobres, a apresentar um panorama de extrema precariedade (IBGE, 2011; IPP, 2010).

De acordo com o IPP, Manguinhos tem o quinto pior IDH entre os 126 bairros que foram avaliados na cidade do Rio de Janeiro. Ainda, de acordo com o IBGE (2011), é o bairro que ocupa a maior porcentagem de domicílios particulares permanentes com coleta de lixo inadequada (10,8%), seguido pelos Complexos do Alemão (6,9%) e de Gericinó (6,3%). Desta forma, uma boa parte dos moradores dessas comunidades vive sob condições precárias e degradantes, em meio a lixo, lixões a céu aberto, falta de uma rede de esgoto eficiente, presença de animais nocivos, maior incidência de doenças como hepatite, leptospirose e infecções intestinais, entre outras mazelas que populações em situações de extrema pobreza enfrentam (IBGE, 2011; IPP, 2010).

O caráter *sui generis* desse bairro é ainda ressaltado pela presença centenária da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), cujo *campus* principal, em especial a área da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP), está separado de algumas das comunidades de Manguinhos apenas por um muro ou por um rio insalubre (MOREIRA *et al.*, 2003).

Manguinhos situa-se na região da sub-bacia do Canal do Cunha, localizada

a leste da cidade do Rio de Janeiro, na região chamada de Baixada de Inhaúma, e tem como limites o Maciço da Tijuca, com a Serra do Mateus e Cachoeirinha ao sul, a Serra dos Pretos Forros e a Serra do Inácio Dias a oeste; a noroeste, o Morro do Dendê-Juramento; ao norte, o Morro da Misericórdia; a nordeste, o Morro Bonsucesso; a sudeste, a Serra do Engenho Novo; e, a leste, a Baía de Guanabara, confrontando com os bairros da Maré e Caju e, entre eles, a foz do canal que lhe dá o nome. A Baixada de Inhaúma conta ainda, em seu interior, com o Morro dos Urubus, com uma altitude entre 100 e 200 metros (AMARAL, 2006, p. 81).

A sub-bacia hidrográfica em questão concentra em seu entorno 133 favelas, distribuídas em nove Regiões Administrativas, entre elas o Complexo de Manguinhos. As ocupações de regiões no entorno das sub-bacias hidrográficas seguem um processo peculiar, característico de ocupações periféricas onde as populações são em sua maioria de baixa renda e, por falta de poder aquisitivo, se submetem a viver em regiões com maciça impermeabilização do solo – o que causa enchentes e alagamentos constantes, com perdas materiais e aumento na incidência de doenças além de outras características centrais, como

a excessiva densidade, a inexistência de infraestrutura, a ausência de vegetação, uma morfologia urbana confusa com graves problemas de acessibilidade, a precariedade da sua tipologia arquitetônica, a ausência de renda suficiente para garantir os investimentos necessários à manutenção do domicílio, contribuindo para a perpetuação de condições inadequadas de moradia com alta densidade domiciliar (AMARAL, 2006, p. 94).

2.2.2 Ocupação humana e industrial de Manguinhos

Neste subcapítulo encontram-se descritos os processos históricos relacionados à configuração socioespacial de Manguinhos, considerados o período pós-colonização, a história social das favelas do Rio de Janeiro e as atuais condições em que se encontram/vivem seus habitantes. Dessa forma, torna-se possível argumentar sobre a possibilidade do desenvolvimento ampliado de processos saúde-doença nesses espaços.

Originalmente, a palavra indígena “Inhaúma” remete ao nome de um pássaro negro, muito comum na região. A Freguesia de Inhaúma foi primeiramente habitada por Tupinambás e/ou por Tamoios (PESSOA, 2006).

A mais antiga configuração socioespacial do território atualmente reconhecido como o bairro de Manguinhos parte de uma divisão da igreja católica chamada Freguesia (como eram chamados os bairros) de Inhaúma, criada em 1565 pelos jesuítas. Antes da fundação da cidade, a Freguesia era ocupada por povos indígenas. Em 1873, a Freguesia de Inhaúma foi reduzida a 1/3 da sua área original; entretanto, ainda continha a região que atualmente corresponde ao bairro de Manguinhos (RONCO; LINHARES, 2012; DANTAS, 2008).

A Figura 6 mostra a foto, de 1908, de uma planta da antiga Fazenda de Manguinhos, incluindo o Instituto Oswaldo Cruz (IOC), na Freguesia de Inhaúma, Rio de Janeiro, RJ.

Figura 6. Foto de planta da antiga Fazenda de Manguinhos, na Freguesia de Inhaúma, Rio de Janeiro (RJ), em 1908, incluído o Instituto Oswaldo Cruz.



Fonte: COC/Fiocruz, ISBN 978-85-85239-91-6.

Entre os séculos XVI e XVIII, predominavam na região atividades relacionadas à produção de açúcar. Com a queda na produção de açúcar e a chegada da Família Real ao Brasil, o café tornou-se a cultura predominante do final do século XVIII até 1850 (RONCO; LINHARES, 2012).

Entretanto, a urbanização de Manguinhos, assim como de outras áreas consideradas faveladas no Rio de Janeiro, não ocorreu de forma ordenada e planejada com formulações compassadas com a prática das políticas públicas, habitacionais, urbanas ou sociais (RONCO; LINHARES, 2012).

Até meados do século XIX, o Brasil foi consumidor dos produtos da Inglaterra. Desta forma, a Inglaterra era um dos principais países a impedir o processo de industrialização no Brasil. Entretanto, em 1844, em virtude do aumento das taxas de importação com a Tarifa Alves Branco e da promulgação, em 1850, da Lei Eusébio de Queirós, que proibiu o tráfico de escravos, deu-se o primeiro passo no processo de industrialização do Brasil (NASSIF, 2010).

Esse processo de industrialização iniciou-se de fato somente em 1846, dois anos depois de aumentadas as tarifas de importação, com a fundação do Estabelecimento de Fundição e Companhia Estaleiro da Ponta da Areia pelo Barão de Mauá, no Rio de Janeiro, o maior empreendimento industrial do Brasil até então. Produzia navios, engenhos de açúcar, caldeiras para máquinas a vapor, guindastes, postes para iluminação, artilharia, canos de ferro para água e gás e empregava mais de mil pessoas. Em 1857, um incêndio destruiu o estaleiro, que foi reconstruído três anos depois, mas que acabou falindo em 1860, quando uma lei isentou de impostos navios construídos fora do Brasil (NASSIF, 2010).

Com a chegada das linhas férreas na década de 1880, várias regiões da baixada fluminense, inclusive os manguezais do estuário de Manguinhos, começam a sofrer aterramentos (RONCO; LINHARES, 2012).

A partir da construção da primeira ferrovia ocorre uma aceleração na ocupação da região, sendo este o marco do início da viabilização da região como potencial zona industrial. Trechos dessas ferrovias atravessavam os terrenos, que estavam loteados e ocupados por fazendas desde 1760 (RONCO; LINHARES, 2012).

Em pouco tempo, várias Freguesias se transformaram. Nas Freguesias da Candelária e de São José ficaram as moradias preferenciais da classe social dominante e os imóveis para as atividades administrativas. As Freguesias de Santana e de Santa Rita destinaram-se às moradias das classes sociais mais baixas, por serem mais próximas ao centro da cidade. Outras

Freguesias, como Inhaúma, Maria Angu, Brás de Pina e Pavuna, permaneceram essencialmente rurais entre 1838 e 1870 (DANTAS, 2008).

Até o final do século XIX, a fazenda de Manguinhos, na Freguesia de Inhaúma, onde estava localizada a região que hoje abrange Manguinhos, abrigava os fornos crematórios de lixo urbano da cidade do Rio de Janeiro (D'ÁVILA, 2018).

Em 1900 ocorre a primeira instalação ocupacional na área, com a criação do Instituto Soroterápico Federal, na fazenda de Manguinhos, sob a direção técnica de Oswaldo Cruz. A criação desse Instituto ocorreu por meio de um Decreto, no mês de maio do ano de 1900, em decorrência de um surto de epidemias, como as de febre amarela e de peste bubônica. Essas epidemias foram muito intensas, e a criação do Instituto tinha por finalidade produzir vacinas e diminuir a dependência do Brasil da compra de vacinas estrangeiras (COC, ISBN 978-85-85239-91-6).

Historicamente, as primeiras ocupações do território que viria a ser o bairro de Manguinhos surgem em 1901, juntamente com a Comunidade do Parque Oswaldo Cruz (atual Amorim), próxima do Instituto Soroterápico Federal, que em 1972 passa a se chamar Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Até o final da década de 1910, coexistiam na região os fornos crematórios e o Instituto Soroterápico (PESSOA, 2006).

O surgimento das chamadas periferias – aglomerados urbanos mais distantes dos grandes centros urbanos, onde predominam as camadas mais pobres da sociedade e onde há uma menor ou mesmo a ausência de melhoramentos públicos – na Cidade do Rio de Janeiro, data do final do século XIX e início do século XX (IBGE, 1953).

Nos primeiros anos do século XX, a população mais pobre, que antes residia nas ruas dos centros urbanos em habitações coletivas chamadas “cabeças-de-porco” ou cortiços, com a construção da Avenida Central (Avenida Rio Branco) e a derrubada de dois a três mil prédios, teve que buscar residência em outros lugares mais distantes, na periferia da cidade (IBGE, 1953).

Entre 1906 e 1920, parte dessa população foi “atraída” para as regiões agrícolas pela piora das condições de vida na cidade, pelas vantagens oferecidas à exploração agrícola e pela maior facilidade de locomoção do meio rural para o meio urbano com o advento do transporte ferroviário, o qual transportava grande quantidade de trabalhadores de uma única vez (IBGE, 1953).

Entre 1910 e 1920, houve um crescimento populacional importante na região que hoje é o bairro de Manguinhos. O crescimento populacional, industrial e comercial trouxe consigo

um aumento na quantidade de automóveis, ocasionando a necessidade de melhorias nas estradas, como a Avenida Suburbana (atual Dom Helder Câmara), a rua Leopoldo Bulhões e a avenida dos Democráticos. Como era uma região com muitos rios que desembocavam na Baía de Guanabara, estes foram canalizados e retificados (PESSOA, 2006).

Em 1920 foram propostos pela Empresa de Melhoramentos da Baixada Fluminense a ocupação e o saneamento da enseada de Manguinhos, onde já se encontrava o Instituto Soroterápico Federal. A ideia era desenvolver um bairro industrial, com zonas de indústrias, conjuntos habitacionais, canais navegáveis, um porto e o Instituto Soroterápico. A escolha de Manguinhos se deu por ser um local bem servido por transportes e por vias de acesso, o que facilitava a movimentação de mercadorias e trabalhadores (Figura 7) (PESSOA, 2010; DANTAS, 2008).

Vários foram os planos propostos por esta empresa nos anos de 1910 a 1927, como tentativas de organizar, ocupar e implementar o saneamento no território de Manguinhos; entretanto, nenhum deles foi concluído com sucesso, em sua totalidade.

Figura 7. Ocupação e saneamento da enseada de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ), em 1920.



Legenda: Em vermelho: Limites do Bairro Industrial de Manguinhos; Em verde: Instituto Oswaldo Cruz.

Fonte: Pessoa (2010).

O recenseamento de 1920 aponta que o primeiro aglomerado urbano típico de favela surgiu no Morro da Providência. O Censo Demográfico de 1940 mostrou que as favelas deixaram de ser um fenômeno do Distrito Federal (Rio de Janeiro). O Censo apontava que não

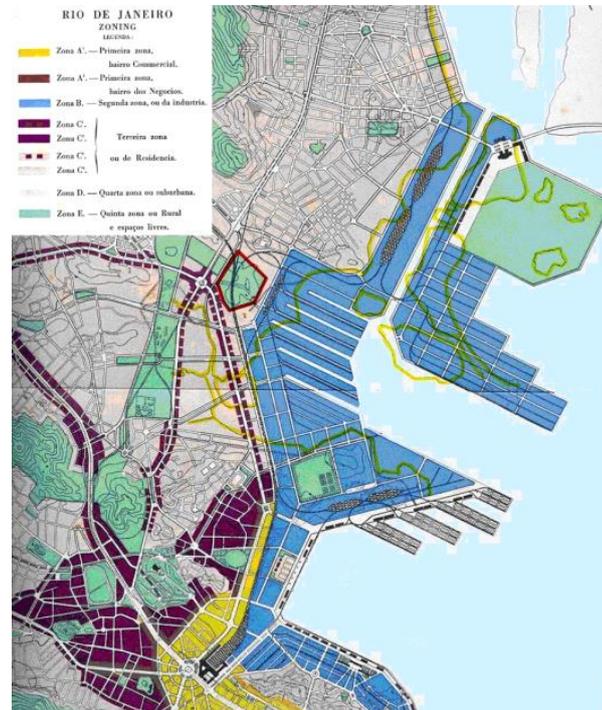
são as favelas que geram baixos padrões de vida e sim, justamente o contrário, são as baixas remunerações, baixos níveis de instrução e locais com baixas condições sanitárias que geram as favelas (IBGE, 1953).

Em 1926 houve a expansão da estrada de ferro, partindo da Estação de São Francisco Xavier. A estrada de ferro passou a ter estações em Triagem, Bonsucesso, Penha e Meriti, e estações menores em Amorim, Olaria e Vigário Geral. Essa expansão propiciou um maior acesso a várias regiões, incluindo a região de Manguinhos. No entanto, uma expansão de linha férrea traz consigo impactos. O aumento do acesso a um território pode trazer um aumento na poluição, nos problemas de ocupações irregulares e nos problemas de infraestrutura (PESSOA, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2012).

O então prefeito Antônio Prado Júnior convida, em 1927, o urbanista francês Alfred Agache para a elaboração do primeiro grande Plano Diretor da cidade do Rio de Janeiro. O francês apresenta seu projeto em um relatório, após examinar os problemas teóricos e práticos (ALMEIDA, 2005).

Agache propõe um urbanismo amplo, que leva em consideração as principais questões referentes à vida na cidade, sob três pontos de vista fundamentais: circulação, higiene e estética, sem esquecer do modo como a cidade se desenvolveu, da conservação de seus elementos, das necessidades específicas de cada bairro, o trânsito local e a circulação de conjunto, o número de habitantes, os edifícios públicos e a manutenção dos espaços livres, assim como os melhoramentos necessários no subsolo. Ele concebeu suas propostas para a cidade entre 1928 e 1930 (Figura 8) (ALMEIDA, 2005).

Figura 8. Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Zoneamento proposto por Agache como bairro industrial, no período de 1928 a 1930.



Legenda: Em vermelho: Limite da área do Instituto Oswaldo Cruz; Em amarelo: perfil original do litoral de Manguinhos.

Fonte: Pessoa (2006).

Com a crise de 1929, houve uma queda brusca das cotações do café e de outros produtos, ao mesmo tempo em que ocorria uma ampliação considerável do mercado de trabalho urbano com a crescente industrialização. Com o crescimento da população, os meios de transporte ferroviário e rodoviário passaram a circular lotados (IBGE, 1953).

Assim, com a dificuldade das classes mais pobres da periferia de se deslocarem para os centros urbanos, por falta de transporte público fácil, eficiente e barato, essa população se viu obrigada a residir em moradias mais precárias e menos confortáveis, compatíveis com os seus orçamentos, porém mais próximas aos seus locais de trabalho (IBGE, 1953).

Dessa forma, a cidade cresceu em dois planos distintos: na planície, com o crescimento da população mais favorecida economicamente e onde a valorização dos terrenos não permitiu a permanência da população mais pobre; e nos morros, onde a ausência de investimentos públicos e de conforto afastava a população mais favorecida e alimentava a desvalorização dos terrenos e moradias, o que atraía a população mais pobre (IBGE, 1953).

O Governo de Getúlio Vargas, em 1930, incentivou o desenvolvimento industrial no Brasil. Nessa década, o Brasil começou a mudar seu modelo econômico de exportação agrícola para um modelo econômico industrial (NASSIF, 2013). Conforme a isto, em 1930, os distritos

de Manguinhos intensificaram suas atividades industriais, com o uso do solo para atividades residenciais, comerciais e industriais (COSTA; FERNANDES, 2008).

Na década de 1940, havia o plano de eliminar os resíduos urbanos nas áreas de pântano e Manguinhos serviria como aterro sanitário para iniciar um processo de fermentação de resíduos (COSTA; FERNANDES, 2003-2008).

Até as décadas de 1940 e de 1950, Manguinhos era ocupado apenas pelo Instituto Oswaldo Cruz e pelo primeiro aeroporto construído na região (*Airclub*), enquanto as atividades residenciais e comerciais se intensificavam nas regiões vizinhas (ROCHA, 2016; HISTÓRIA..., 2017).

Até o final da década de 1940, a ocupação do território foi lenta, por meio de assentamentos em regiões isoladas. Com a crise agrícola de 1920 a 1940 e a revolução industrial entre as décadas de 1940 e de 1950, juntamente com as políticas oficiais de remoção das populações menos favorecidas economicamente das regiões da zona sul, do centro, da zona portuária e da zona norte, o espaço anteriormente usado como lixão (Aterro Retiro Saudoso) foi ocupado por parte dessas populações, com a construção de barracões e casas populares como o Centro de Habitação Provisório 2 (CHP2), o Parque João Goulart e a Vila Turismo, onde os moradores supostamente aguardariam uma próxima remoção para os Conjuntos Habitacionais (ROCHA, 2016; HISTÓRIA..., 2017).

Manguinhos recebeu esse nome por ser originalmente uma região formada por manguezais. Surgiu como um bairro industrial; entretanto, com os processos de urbanização da cidade do Rio de Janeiro na década de 1950, transformou-se em uma área de transição para alocação de removidos. O processo de urbanização e de favelização do território começou dessa forma. O Conjunto Habitacional Provisório (CHP2), que foi um dos primeiros erguidos na área, existe até hoje e com o mesmo nome, mostrando que o carácter provisório das habitações construídas tornou-se permanente, persistindo na região há quase 70 anos. Desse modo, Manguinhos não possui uma história oficial e as informações existentes são incompletas ou defasadas (INFORME ENSP, 2010; CAFÉ..., 2018).

Entre 1946 e 1954, a construção da Avenida Brasil e a instalação da refinaria de petróleo (mais tarde chamada de Refinaria de Petróleo de Manguinhos) começaram a atrair habitantes para a região, especialmente os migrantes. Isso aumentou os aglomerados urbanos de habitações coletivas chamadas “cabeças-de-porco” ou cortiços. Essas comunidades foram expulsas durante a década de 1960 e os territórios remanescentes foram utilizados por instituições públicas e pelo Exército Brasileiro que, nessa época, recebia extensos terrenos. Entretanto,

muitas terras permaneceram sem uso, desocupadas, e essas áreas livres vieram a se tornar favelas devido às ocupações e aos aterros (ROCHA, 2016; HISTÓRIA..., 2017).

Com o término da construção de Brasília, em 1960, e a transferência da capital para essa cidade no mesmo ano, o Rio de Janeiro entrou em decadência econômica, sendo incorporado ao Estado da Guanabara. Isto, associado à grave crise econômica e imobiliária, fez com que grandes indústrias e edifícios encerrassem as suas atividades (ROCHA, 2016; HISTÓRIA..., 2017).

Os conjuntos habitacionais “prometidos” à população na revolução industrial das décadas de 1940 e de 1950 só foram instalados a partir de 1980. Entre as décadas de 1980 e de 1990, observa-se um aumento populacional na região, mediante o processo de ocupação de construções de fábricas abandonadas em decorrência dos efeitos da crise e dos ajustes econômicos da década de 1980, bem como da abertura do mercado e da política recessiva da década de 1990. No ano 2000, o funcionamento das fábricas e o emprego formal industrial representavam menos da metade daqueles que havia em 1990 (ROCHA, 2016; HISTÓRIA..., 2017).

A grande disponibilidade de “áreas livres” e a acessibilidade aos transportes públicos ajudaram no crescimento demográfico desordenado da região, com o surgimento intenso de favelas. Somente a Fiocruz, a Refinaria de Manguinhos e os territórios delimitados pelo Ministério da Aeronáutica (MAER) (agora usados para reter contêineres) não deram origem a novas favelas (HISTÓRIA..., 2017).

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e a Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel) encerraram suas atividades na região, e nos anos de 2002 e 2001, respectivamente, os terrenos antes ocupados por essas empresas passaram a ser também ocupados por favelas (HISTÓRIA..., 2017).

Em 1990, foi entregue aos moradores que viviam sobre a segunda adutora de Ribeirão das Lages, que rachou em 1986, o Conjunto Habitacional Nelson Mandela, que recebeu esse nome em homenagem ao líder sul africano. Os moradores de Manguinhos pressionaram o governo por quatro anos (1986 a 1990) para que fossem realizadas as obras de sua construção (HISTÓRIA..., 2017).

Em 1991, mais um Conjunto Habitacional foi entregue aos moradores, o Conjunto Habitacional Samora Machel. Foi construído para assentar moradores originários de áreas de risco, vítimas de incêndios e enchentes. Em um primeiro momento, sua ocupação foi mais organizada e as casas eram mais amplas e confortáveis. Entretanto, em um segundo momento,

ao final da ocupação, houve invasões e construções irregulares e fora do padrão previamente estabelecido (HISTÓRIA..., 2017).

Em 1993 surge, no terreno que pertencia ao exército, a comunidade *Greenville*, que na verdade era uma extensão da Comunidade Nelson Mandela, pois seus lotes foram doados aos moradores que residiam de aluguel em Nelson Mandela (HISTÓRIA..., 2017).

Em 1994 houve uma tentativa do Governo do Estado de ocupar a região de Manguinhos com a Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ). Nessa ocupação, foram desapropriadas algumas construções, entre elas um bar onde havia uma tradição de jogo de “malha” e um prédio de ensino profissionalizante. O serviço não foi mantido e acabou sendo extinto em 2003, entretanto as perdas para a comunidade não foram ressarcidas e a tradição do jogo, assim como o curso profissionalizante deixaram de existir permanentemente (HISTÓRIA..., 2017).

Idealizada em 1994 e operacionalizada em 1995, a Cooperativa dos Trabalhadores de Manguinhos (COOTRAM) surgiu por meio do Projeto Articulado de Melhoria da Qualidade de Vida - Universidade Aberta, da Escola Nacional de Saúde Pública, na FIOCRUZ. As suas atividades foram encerradas em 2007, por decisão da Advocacia Geral da União, apesar de ter empregado mais de 2.000 trabalhadores da região (HISTÓRIA..., 2017).

A COOTRAM surgiu com o objetivo de ser uma cooperativa popular que pudesse mudar a forma de relação de trabalho dos seus associados, moradores do complexo de Manguinhos, através de um trabalho autônomo. Representou a concretização de uma das estratégias da FIOCRUZ de combate à miséria, à fome e à exclusão social, e um aumento de seu compromisso social com Manguinhos, referindo-se também a melhorias na qualidade de vida da população local (PINHEIRO, 2017).

Em 1995 começa a ocupação de uma área de difícil acesso e construção, com terreno pedregoso e irregular, atrás das comunidades Nelson Mandela e Samora Machel. Desde o seu surgimento, essa comunidade é considerada uma das mais carentes de Manguinhos. Há algumas construções em alvenaria, mas também muitas casas de madeira e palafitas. A rede de esgoto é precária e somente está canalizada na rua principal, a única asfaltada. Além disso, a população convive com a Refinaria de Petróleos de Manguinhos S. A., responsável pela emissão de muitos poluentes causadores potenciais de doenças respiratórias entre outras. É uma área sem investimento público, já sofreu vários incêndios, e ainda hoje convive com a presença de esgoto a céu aberto, apresentando graves problemas de saúde pública (HISTÓRIA..., 2017).

Em 1996 é inaugurada a Linha Amarela (Avenida Governador Carlos Lacerda). Vale ressaltar aqui que essa importante via, que liga a zona Oeste à Zona Norte, foi idealizada em um plano de urbanização de 1960, época na qual a região que atravessa próxima à Ilha do Governador, incluída a região de Manguinhos, ainda não era habitada. Deste modo, vários imóveis ficaram muito próximos da via ou abaixo de seu nível, expondo seus moradores à poluição, aos ruídos e ao aumento no número de acidentes. Além disso, divisórias opacas ou foscas foram instaladas entre a pista e as comunidades, na tentativa de “esconder” as áreas de extrema pobreza dos turistas que seguem da Barra da Tijuca ou da Zona Sul para o aeroporto internacional, na Ilha do Governador, explicitando o caráter discriminatório das políticas públicas (HISTÓRIA..., 2017).

Em 1997 ocorrem as obras do Pró-Sanear, com a promessa de que não haveria mais inundações em Manguinhos. Entretanto, a promessa nunca foi cumprida e as inundações continuaram acontecendo (HISTÓRIA..., 2017).

No ano 2000, a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, em parceria com o Centro de Saúde Escola Germano Sinal Faria (CSEGSF), da ENSP/FIOCRUZ, começa a implantação do Programa Saúde da Família (PSF) em Manguinhos, com o objetivo de estabelecer um novo modelo assistencial para a prevenção de agravos e promoção da saúde (HISTÓRIA..., 2017).

Em 2001, o espaço entre os Conjuntos Habitacionais Nelson Mandela e Samora Machel, que ainda pertencia à Embratel, vazio há mais de 10 anos, foi ocupado. Os muros do terreno foram derrubados e surgiu a comunidade Embratel. É a região com maior número e diversidade de estabelecimentos comerciais (HISTÓRIA..., 2017).

Em 2006 ocorre a pior enchente de todos os tempos em Manguinhos, com a Comunidade Parque João Goulart sendo a mais afetada. Casas que nunca haviam sido inundadas foram atingidas por esse desastre. No ano seguinte, 2007, ocorre outro desastre histórico: o incêndio de mais de 100 barracos na comunidade Mandela de Pedra (HISTÓRIA..., 2017).

Em 2008 foi lançado o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para Manguinhos. As promessas do Governo Federal para a Comunidade de Manguinhos eram: habitação, urbanização, educação, saúde, lazer, emprego e qualificação profissional, regularização fundiária e participação social. Dentro das obras do PAC, foi inaugurado em 2009 o Centro Cívico Manguinhos, constituído por uma grande praça com jardins e gramados, calçadas, passeio público, drenagem pluvial, abastecimento de água, esgotamento sanitário, pavimentação e iluminação. Possui oito espaços comunitários: Parque Aquático/Ginásio; Biblioteca Parque; Centro de Referência da Juventude; Centro de Apoio Jurídico; Centro de

Geração de Renda; Unidade de Pronto Atendimento (UPA); reforma do Colégio Estadual Luis Carlos da Vila e Casa da Mulher. Em 2009 também foram entregues as primeiras unidades habitacionais no Desup, na área do antigo Depósito de Suprimentos do Exército (DSUP) (HISTÓRIA..., 2017).

Em 2010 foi inaugurado o Centro Habitacional Embratel, com unidades habitacionais e um espaço urbanizado com praça, equipamentos esportivos e ciclovia. As unidades habitacionais do Conjunto Embratel eram destinadas a famílias que foram removidas de suas residências por causa das obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em Manguinhos (ESTADÃO, 2016).

Em 2012 foi inaugurada a Estação Intermodal Manguinhos, uma nova estação ferroviária com três andares, escadas rolantes e elevador com acessibilidade para idosos e portadores de deficiência. Para isso, foi necessária a elevação da via férrea. Na parte de baixo da estação foi construído um grande passeio público com piso de madeira ecológica e quiosques, inspirado na famosa *Rambla*, de Barcelona, na Espanha (GERJ, 2017).

Em 2014 foram entregues as unidades habitacionais do Conjunto Residencial Nova CCPL, construído onde, até a década de 1990, funcionava a Cooperativa Central dos Produtores de Leite (CCPL). Nessa área existia antes uma comunidade que surgiu a partir da ocupação, em 2001, do prédio abandonado da cooperativa (ALBUQUERQUE, 2014).

Em 2015 foram entregues as obras da “Via Canal”, uma área de lazer que se estende ao longo do Canal do Cunha, da Leopoldo Bulhões à Avenida Brasil, que inclui uma ciclovia, quadras poliesportivas, áreas de lazer e estacionamento do DESUP.

Manguinhos possui três ciclovias, que não estão interligadas. O Conjunto Habitacional DESUP possui uma, que começa no Parque Linear e termina no condomínio, nas quadras poliesportivas, áreas de lazer e estacionamento. O Conjunto Habitacional Nova CCPL também possui uma e a terceira ciclovia estende-se ao longo do Canal do Cunha, da Avenida Brasil e da Rua Leopoldo Bulhões.

Em 2017 foram entregues as obras da “Via Binário Manguinhos”, que nada mais foi do que a duplicação da Rua Leopoldo Bulhões. O projeto estava prometido para agosto de 2015, mas somente foi entregue em maio de 2017.

Uma das atuações do PAC era organizar uma “sintonia” entre as obras físicas estruturais e o trabalho social desenvolvido por uma equipe técnica para promover a mobilização e a participação da população, utilizando para isso ações socioeducativas, geração de trabalho e renda, educação sanitária e ambiental, mobilização e organização da comunidade. Um dos seus

objetivos era deixar um legado de serviço social, mesmo quando a obra acabasse. Infelizmente esse objetivo não foi concluído (ROCHA, 2011).

Em síntese, Manguinhos caracteriza-se por uma ocupação desordenada do território, com áreas de extrema pobreza, e tem sido objeto de políticas públicas e intervenções pontuais e pouco eficazes. A evolução da ocupação do território de Manguinhos pode ser resumida em cinco momentos no tempo, perfazendo um total de 12 comunidades:

1901 (início do século XX) – Amorim ou Parque Oswaldo Cruz;

1940/1950 – Varginha ou Parque Carlos Chagas (1941); CHP2, Parque João Goulart, Vila Turismo e Vila União (1951/1955);

1990/1995 - Conjunto Habitacional Nelson Mandela, Conjunto Habitacional Samora Machel, Mandela de Pedra;

2004/2007 – Comunidade Vitória de Manguinhos (CONAB), Embratel (Samora II).

2008/2016 – Resultados do PAC – Fim de comunidades como Mandela de Pedra e construção dos novos conjuntos habitacionais.

2.2.3 Atividades industriais e suas interferências na saúde humana e ambiental

O processo de industrialização pode ser definido como a transformação de determinado espaço geográfico pela construção de indústrias e o surgimento de empresas direta ou indiretamente ligadas a essas indústrias. Nesse processo, o homem tem um papel muito importante, pois pode provocar alterações socioespaciais, além de explorar, deteriorar ou extinguir os recursos naturais daquele espaço (PENA, 2017).

O processo de industrialização mundial não ocorreu de forma homogênea. Os países de industrialização clássica (países desenvolvidos) experimentaram um progresso tecnológico a partir de meados do século XVIII. Em contrapartida, os países de industrialização tardia (países subdesenvolvidos ou emergentes) só iniciaram seu processo de industrialização a partir do século XX, ou nem mesmo o iniciaram (PENA, 2017).

No Brasil, o processo de industrialização ocorreu, com evidências históricas das primeiras iniciativas significativas, a partir do século XIX. Entretanto, esse processo não foi uniforme e a aceleração da industrialização no país foi induzida a partir do século XX, pela política de favorecimento de preços da produção interna e aumento das tarifas de importação (VERSIANI; SUZIGAN, 1990).

A partir das décadas de 1930 e 1940, com a revolução industrial no Brasil, as atividades de produção industrial sofreram grandes transformações. Desta forma, desde essa época, constantemente surgem novos setores industriais, enquanto outros declinam (SÁNCHEZ, 2001).

Esse processo de transformações industriais gera, na maioria das vezes, imóveis (terrenos, galpões, edifícios) totalmente ou parcialmente abandonados juntamente com os seus passivos, localizados em sua maioria em zonas urbanas. Esses espaços são abandonados degradados, de forma que só poderiam ser utilizados novamente após um estudo de avaliação de risco, com uma proposta concreta de reorganização e descontaminação (SÁNCHEZ, 2001).

Esses espaços, antes ocupados por indústrias e agora abandonados com seus passivos, são denominados áreas contaminadas, e sua contaminação pode ter origem em diversas fontes, sendo comum ser causada por produtos químicos de fonte industrial, oriundos da disposição inadequada de rejeitos das produções, do armazenamento e distribuição de produtos das produções, e da comercialização de combustíveis (CUNHA, 1997).

Em países com modelo de industrialização tardia, como o Brasil, o processo de industrialização ocorreu, e ainda ocorre, desvinculado de um planejamento e de uma organização, levando a um número de áreas contaminadas mais elevado (CUNHA, 1997).

Dessa forma, existem hoje no Brasil diversas áreas urbanas que anteriormente eram ocupadas por atividades industriais, inclusive áreas abandonadas com seus passivos (SÁNCHEZ, 2001).

No panorama brasileiro, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) foi a primeira agência ambiental a refletir sobre o tema das áreas contaminadas. Um inventário foi realizado entre os anos de 2002 e 2009, e em 2016 foi divulgado o “Panorama GAC” (Gerenciamento de Áreas Contaminadas) onde constava que 4.131 áreas no Brasil estavam contaminadas (BRASIL, 2009, FERNANDES *et al.*, 2016).

O “Panorama GAC” foi apresentado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em cooperação técnica com a Associação Brasileira das Empresas de Engenharia e Consultoria Ambiental (Aesas) e a CETESB, e retrata o primeiro panorama do setor de áreas contaminadas no Brasil, com o mapeamento das áreas contaminadas do país, em particular de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (IPT, 2016).

Segundo IPT (2016), uma área contamina é definida como:

Área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de quaisquer substâncias ou resíduos em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger e

que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. (IPT, 2016, p.65).

As atividades de GAC no Brasil são pouco claras. O Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas (BDNAC) foi instituído em 2009 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 420) com a finalidade de agregar em único documento informações sobre as áreas contaminadas dos estados do Brasil, de modo a mapear e gerenciar as áreas contaminadas (AC) nacionais. Para tal, foram utilizados dados secundários dos órgãos ambientais estaduais dos estados: Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais; e referências variadas (artigos técnicos e notícias na internet) dos outros estados (IPT, 2016).

A Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado (Vigisolo) publicou no Portal da Saúde, em 2015, um estudo com o mapeamento das áreas do Brasil cadastradas com populações expostas ou potencialmente expostas a contaminantes químicos entre os anos 2004 e 2014 (Figura 9), representando 36% dos municípios brasileiros, com o registro de 2.039 municípios.

Figura 9. Áreas cadastradas com populações expostas ou potencialmente expostas a contaminantes químicos entre os anos 2004 e 2014.



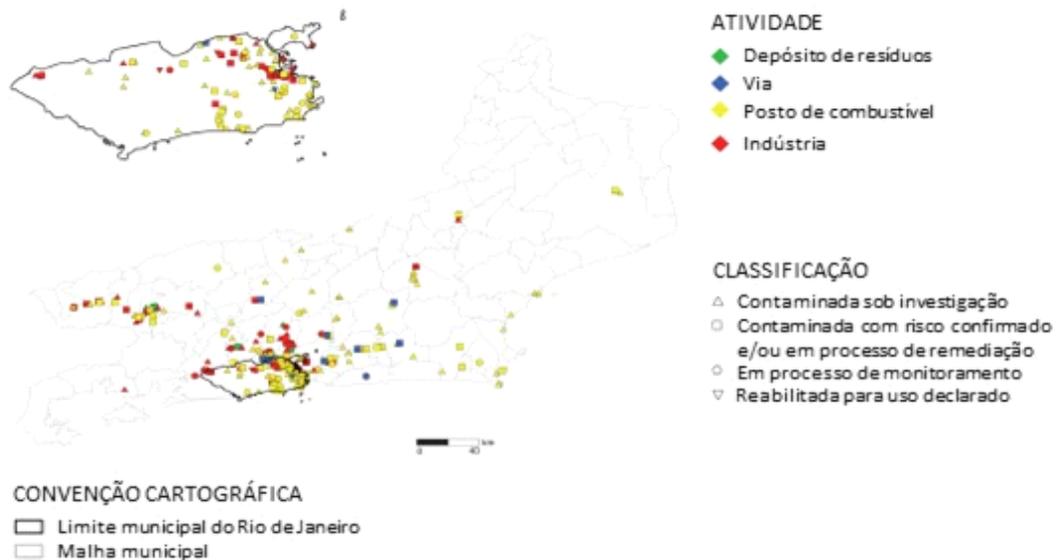
Fonte: MS/SVS/DSAST/CGVAM/SISSOLO (2014).

O IPT, juntamente com a CETESB, publicou no “Panorama GAC” os mapas com a distribuição das áreas contaminadas apenas para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, pois foram os únicos estados que enviaram a lista de áreas contaminadas cadastradas

por seus órgãos ambientais. Para os outros estados, foram utilizados dados secundários provenientes de fontes não confiáveis e, por isso, não foram considerados neste trabalho.

A Figura 10 mostra o mapa do estado do Rio de Janeiro com a distribuição das áreas contaminadas cadastradas até o ano de 2014.

Figura 10. Distribuição das áreas contaminadas cadastradas no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: IPT (2016)

O cadastro de áreas contaminadas no Brasil ainda é muito insipiente. Apenas os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo possuem áreas cadastradas, sendo este último o que possui o órgão ambiental mais antigo e com a maior quantidade de áreas contaminadas cadastradas (IPT, 2016).

Esses cadastros preliminares indicam que a maior proporção de áreas está contaminada por compostos orgânicos voláteis e semivoláteis (Hidrocarbonetos como BTEX, HPA e HTP) oriundos de postos de combustíveis, o que não significa que as contaminações das indústrias não existam ou que sejam menores, apenas que podem ser mais complexas, e poucas atividades industriais estão, no momento, cadastradas no sistema.

Nesse contexto de contaminação por compostos orgânicos voláteis e semivoláteis oriundos de produtos e subprodutos do refino do petróleo, vale destacar que estradas e rodovias são fontes importantes de contaminação (LIU *et al.*, 2017). Assim, a emissão veicular é uma das principais fontes de contaminação antropogênica por HPAs, liberados na atmosfera pela combustão incompleta de combustíveis fósseis como gasolina e diesel. O ar transporta esses

compostos a longas distâncias, sendo a deposição atmosférica a fonte mais comum de contaminação do solo (KIM *et al.*, 2015; WANG *et al.*, 2015; SUMAN *et al.*, 2017).

Estudos têm demonstrado que a contaminação humana por HPAs é maior através do solo do que através da água ou do ar. O solo contaminado pode afetar a saúde humana por via de ingestão, inalação de particulado ou por contato dérmico (SUMAN *et al.*, 2015; YU *et al.*, 2014). Nas ruas, estradas e rodovias de áreas urbanas, o solo contém uma complexa mistura de partículas originadas da exaustão dos veículos, frenagem, restos de pneus, demolições e construções, asfaltamento/pavimentação, todos ricos em contaminantes, entre eles os HPAs. As partículas desse solo contaminado são transportadas pelas correntes de ar e podem vir a se depositar no solo da região do seu entorno (BANDOWE; NKANSAH, 2016).

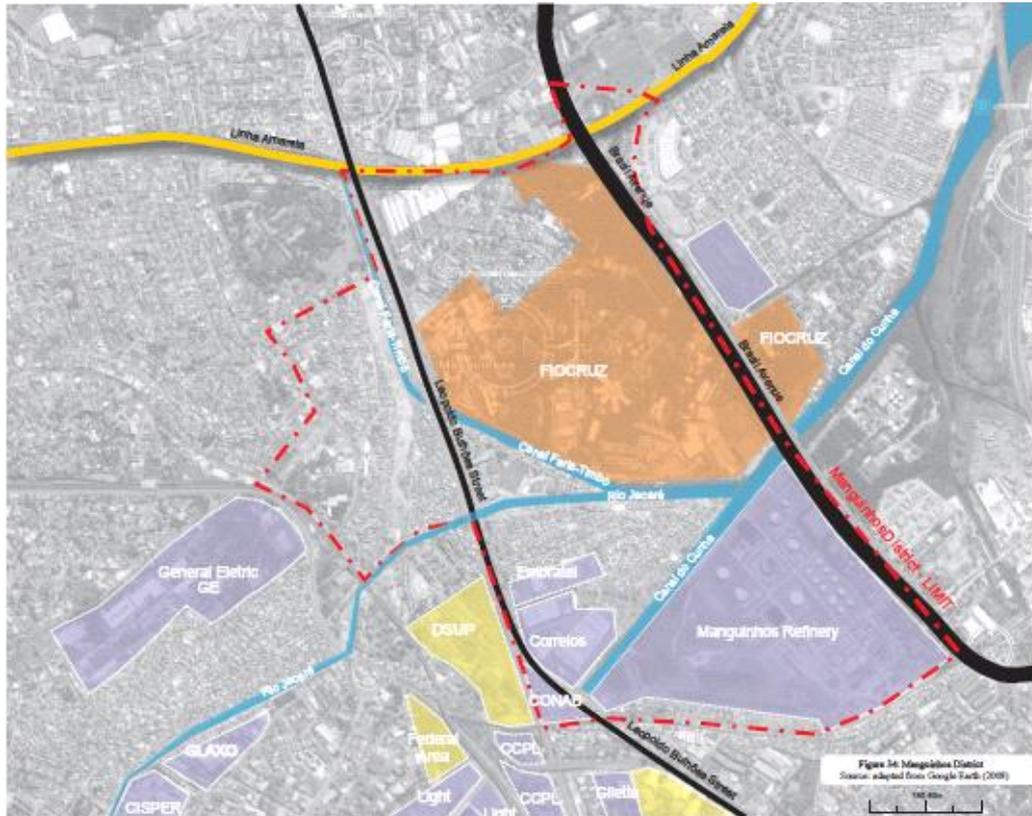
Emissões industriais também são uma fonte antropogênica importante de contaminantes, entre eles os HPAs. Atividades operacionais de processamento de petróleo em complexos petroquímicos e refinarias de petróleo liberam no meio ambiente quantidades significativas de HPAs (WANG *et al.*, 2017).

Assim, o aumento rápido e desordenado da urbanização, com a ocupação das regiões do entorno de estradas, rodovias e regiões industrializadas resultam em um aumento no número de fontes antropogênicas de emissão de contaminantes e, conseqüentemente, em uma maior exposição da população dessas áreas, geralmente de baixa renda, aos contaminantes emitidos pelas atividades industriais e/ou pelas estradas e rodovias (YU *et al.*, 2014; BANDOWE; NKANSAH, 2016; ALI *et al.*, 2017).

A Região de Manguinhos tem sua história diretamente associada ao processo de expansão e construção da cidade do Rio de Janeiro. Por ser uma região originalmente industrial, seu histórico de ocupação remonta de um processo de ocupação não convencional e de grandes espaços parcialmente vazios, contrastando com a densidade habitacional das áreas formais vizinhas (PESSOA, 2006). Nesse contexto, Manguinhos foi moldado pela ocupação residencial desordenada de espaços antes ocupados por indústrias que encerraram as suas atividades na região e deixaram grandes espaços vazios, desocupados, muitos deles com passivos químicos perigosos (PESSOA, 2006).

A Figura 11 mostra a região de Manguinhos com as suas principais empresas e indústrias, além das atividades industriais do seu entorno.

Figura 11. Manguinhos (RJ) e suas principais empresas, indústrias e atividades industriais.



Fonte: Dantas (2008).

Manguinhos sempre possuiu uma localização potencialmente estratégica, primeiramente pela proximidade da Baía de Guanabara e de muitos canais navegáveis, e conseqüentemente, uma maior facilidade no transporte de mercadorias, que originalmente era feito por transporte portuário. Depois, com a expansão da cidade, Manguinhos ainda possuía terras fartas e baratas nas proximidades de onde já se localizavam os primeiros polos industriais. À medida que a cidade se expandia, expandiam-se também as ferrovias, rodovias e vias de circulação rápida na região (PESSOA, 2006).

Manguinhos possui vias de circulação rodoviária (estradas) abertas ainda no período colonial pelos Jesuítas, nos séculos XVI e XVII. Parte desse caminho (Estrada ou Caminho Real) corresponde hoje à atual Avenida Dom Hélder Câmara (antiga Avenida Suburbana) e parte das ruas Leopoldo Bulhões e São Luiz Gonzaga. A região possui também uma vasta rede ferroviária, composta por 22 estações das ferrovias: Estrada de Ferro Central do Brasil (inaugurada em 1858); Melhoramentos do Brasil (inaugurada em 1893), Rio D'Ouro (inaugurada em 1883); Estrada de Ferro do Norte (atual Leopoldina, inaugurada em 1886) (PESSOA, 2006).

Com a expansão da região de Manguinhos, surge a necessidade de reforma das vias já existentes (Avenida Suburbana, Rua Leopoldo Bulhões e Avenida dos Democráticos) e de construção de novas vias (PESSOA, 2006).

Entre 1938 e 1948, surgem planos urbanísticos com o objetivo de conectar a capital através da construção de avenidas e rodovias. O maior deles foi o plano da Avenida Norte (ou Variante Norte), que tinha como objetivo ligar a capital Rio de Janeiro à Cidade Imperial Petrópolis. Esse plano viria a ser a atual Avenida Brasil (PESSOA, 2006).

A Avenida Brasil é um marco importante na história de Manguinhos, atuando como agente fomentador de todos os tipos de ocupação (formal e informal) na região. Seu projeto era ousado e com muitas dificuldades técnicas, como a de se abrir uma via de tamanha complexidade e dimensão em uma área de mangues e alagamentos. Apesar de idealizada desde o Plano Agache, os últimos trechos da Avenida Brasil, já duplicados e com a largura de 60 metros, só foram finalizados em 1954. A figura 12 mostra o traçado original, de 1938, proposto para Avenida Brasil, passando por Manguinhos (PESSOA, 2006).

Figura 12. Traçado original proposto para Avenida Brasil em 1938, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Pessoa (2006).

Em 1997, a Linha amarela é implementada na Cidade do Rio de Janeiro, passando pela região de Manguinhos. Dessa forma, a região é atualmente atravessada por diversas vias expressas, ruas, rodovias e avenidas, configurando-se em um nó viário, principalmente por sua localização geográfica (PESSOA, 2006).

Dentro desse contexto, a Refinaria de Manguinhos apresenta-se, juntamente com as grandes vias de circulação de veículos automotores, como a principal fonte poluidora na região. Inaugurada em dezembro de 1954, era, na ocasião, uma das duas refinarias no Brasil, a outra

localizada em São Paulo (REFINARIA..., 2017). Sua construção se deu em tempo recorde (225 dias), sobre um grande mangue. Na época da sua inauguração, já atendia a 90% do consumo diário de combustível da cidade do Rio de Janeiro, com uma produção de 10 mil barris/dia. Assim, Manguinhos era considerada “Patrimônio do Estado” (REFINARIA..., 2017, p.?). O conjunto de prédios da Sede Administrativa da Refinaria de Manguinhos encontra-se íntegro até hoje (Figura 13).

Figura 13. Sede Administrativa da Refinaria de Manguinhos em 1954, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Decourt (2012).

A desapropriação da Refinaria aconteceu em 2012, dando início a uma batalha jurídica para reverter o processo de desapropriação, que acarretaria o fim de suas atividades (REFINARIA..., 2017). Entretanto, as diferentes versões de sua história são contraditórias. A Federação Nacional dos Petroleiros afirma, por exemplo, que a refinaria está sucateada e fora de funcionamento desde 2005.

Instalada em área de concessão da União, a Refinaria de Manguinhos possui um parque de tanques de armazenamento de combustível e um oleoduto interligado à baía de Guanabara, ambos com manutenção precária, que além de ter ocasionado, em 2012, um acidente com vítima fatal, compõem um quadro preocupante de possíveis desastres e impactos ambientais à saúde humana e ambiental de Manguinhos.

Em 2012, após a desapropriação, foi cogitada pelo Governo do Estado a utilização de sua área para construção de residências, uma área contaminada por diversos poluentes químicos há mais de meio século, com acúmulo de diversos passivos ambientais e riscos ambientais e

humanos que só poderão diminuir a médio e longo prazo e com um custo de atenuação incalculável (ASSESSORIA..., 2012).

Nesse contexto, o estudo de Mendonça Filho *et al.* (2003), em sedimentos da Baía de Guanabara, mostrou uma alta contaminação de hidrocarbonetos nessa matriz, indicando uma alta contaminação por compostos de petróleo e seus derivados, provavelmente proveniente das atividades da Refinaria.

O estudo de Mattos *et al.* (2009) mostra que a região de Manguinhos, com a proximidade de várias vias de trânsito rápido, linhas férreas, e a presença da Refinaria e de diversas áreas industriais em atividade, desativadas ou abandonadas, tem sua população exposta a concentrações de chumbo acima dos valores preconizados pela EPA e OMS.

Castro *et al.* (2009) avaliaram a associação entre a exposição diária à poluição do ar e a função pulmonar em 118 crianças do Complexo de Manguinhos. Os autores concluíram que, mesmo com valores de material particulado PM10 e de concentração de NO₂ dentro de níveis aceitáveis, pôde ser observada uma diminuição na função do pulmão no grupo de crianças analisadas.

O estudo de Espindola (2014) mostrou que aproximadamente 20% da população de uma comunidade de Manguinhos estava acometida por algum tipo de parasitose intestinal. Esse tipo de doença manifesta-se principalmente em populações de baixa renda, residentes em áreas de saneamento básico precário, com pouco acesso à assistência médica e a informações de saúde.

Por sua vez, Moura (2015) examinou os três rios que percorrem o Complexo de Manguinhos e concluiu que todos apresentavam poluição de origem antrópica, em função da diversidade de população microbiológica encontrada, característica de águas contaminadas por esgoto doméstico.

Tovar (2016), em seu estudo, avaliou a percepção dos moradores de uma comunidade de Manguinhos quanto à qualidade do ar, poluição dos rios e influência da contaminação ambiental na saúde da população. Aproximadamente 80% das pessoas entrevistadas associam a qualidade ruim do ar à poeira e ao lixo. Quase metade dessa população também associa a poluição atmosférica e os riscos à saúde à poluição veicular resultante das diversas vias que cortam a região.

Outro estudo, de Handam (2016), investigou nas comunidades do território de Manguinhos as condições sanitárias da água residencial, do solo peridomiciliar e dos rios Faria-Timbó, Jacaré e Canal do Cunha, e detectou que 73% das amostras de água coletadas de filtros e galões apresentaram-se impróprias, além de 69% das águas coletadas da torneira e de todos

os pontos dos rios estudados. Das amostras de solo peridomiciliar, em onze das treze comunidades foram observados níveis de coliformes totais e de *Escherichia coli* acima do valor estabelecido como aceitável pela Portaria nº2914 de 2011.

A gestão ambiental dos resíduos e subprodutos químicos perigosos gerados nas indústrias, em especial as químicas e petroquímicas, é ainda muito deficiente no Rio de Janeiro e no Brasil como um todo. Quando não se tem a informação detalhada e catalogada das indústrias e fábricas em funcionamento em um estado ou país, não há uma informação correta dos passivos ambientais gerados e, como consequência, não há um controle em relação ao destino final dos seus processos (SILVA, 2001).

O aumento no número de indústrias e fábricas que deixam ou depositam os seus resíduos de maneira irregular nos seus próprios terrenos, em terrenos baldios, em vias públicas ou em leitos hídricos é uma função direta da omissão dos órgãos ambientais responsáveis, o que coloca em risco a saúde humana e ambiental daquela região (SILVA, 2001).

Em síntese, a região de Manguinhos possui uma contaminação difusa, encontrada em diversos compartimentos ambientais, como mostram os estudos anteriores. Sofre a presença de passivos ambientais e contaminação microbiológica patogênica, agravadas pela precariedade de saneamento básico, educação e acesso à saúde.

2.3 GEOPROCESSAMENTO EM SAÚDE

Nas últimas décadas, a área de saúde pública começou a olhar com mais cuidado para abordagens que utilizam localização geográfica e sistemas de informações geográficas em seus estudos (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

O uso de ferramentas que permitam o mapeamento de um território pode servir de apoio a estratégias de planejamento e de gestão dos serviços de saneamento e de saúde mais alinhadas com a realidade da população da região geográfica envolvida (MÜLLER *et al.*, 2010).

O rápido crescimento da população, o crescimento acelerado, e muitas vezes desordenado, dos grandes centros urbanos, o desenvolvimento de novas tecnologias e todas as grandes mudanças que vêm ocorrendo, rapidamente, no mundo, geram em seus processos mudanças de hábitos de vida e de consumo da população e, com isso, desigualdades (MÜLLER *et al.*, 2010). A diminuição dessas desigualdades atravessa o campo da justiça ambiental para reorganização e nova divisão do território, com o objetivo de aumentar a promoção da saúde, com uso de novas estratégias de divisão do território. Desta forma, o espaço tem um papel

fundamental. As ações a serem tomadas devem estar diretamente relacionadas com informações a respeito da população residente (MÜLLER *et al.*, 2010).

Gondim *et al.* (2008, p.1), definem os espaços como “conjuntos de territórios e lugares onde fatos acontecem simultaneamente, e, suas repercussões são sentidas em sua totalidade de maneiras diferentes.” Para Barcellos e colaboradores (2002 *apud* GONDIM *et al.*, 2008), usar o espaço como forma de unidade de análise de uma situação relacionada à saúde de uma população, com ou sem uma análise de risco, não está diretamente relacionado apenas e exclusivamente à simples localização geográfica desse território com a sua população residente e de seus eventos de saúde. Assim, o espaço não é apenas produtor, é também um produto das diferenciações sociais e ambientais.

O território é um espaço onde são construídas as relações sociais, políticas e econômicas de uma população. É o resultado das pessoas residentes com suas histórias, condições de vida, problemas, necessidades e insatisfações. Nesse contexto, as pessoas constroem os espaços e também são modificadas por ele (BRASIL, 2006; SANTOS, 2006; MARQUES, 2011).

Corroborando os demais autores, Rojas e colaboradores (1999) apontam ainda que:

A visualização espacial de informações traz subsídios ao processo de vigilância e atenção à saúde através do mapeamento das áreas de risco e dos serviços de saúde. Através de mapas, podem-se sobrepor dados socioambientais e sanitários que permitam uma melhor focalização de problemas, facilitando assim, o planejamento de ações por parte tanto do poder público quanto da população local. (ROJAS *et al.*, 1999).

Segundo Neto *et al.* (2014) e Barcellos e Ramalho (2002), geoprocessamento é o conjunto de ferramentas que manipulam as informações geográficas no espaço. Utiliza, para isso, operações matemáticas e computacionais para tratar as informações geográficas. Em saúde pública, pode ser aplicado para mapeamento de doenças e avaliação de riscos, com diversas formas de conceituar, definir, identificar e quantificar os riscos que uma população pode estar potencialmente exposta.

Seguindo essa mesma linha de pensamento, Müller *et al.* (2010) definem usos importantes dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para as áreas da saúde pública e do meio ambiente: As técnicas de geoprocessamento vêm sendo utilizadas no planejamento, monitoramento e avaliação das ações de saúde, além de serem consideradas como ferramentas importantes de análise das relações entre o ambiente e eventos relacionados à saúde. (MÜLLER *et al.*, 2010, p. 979)

Desse modo, os Sistemas de Informações Geográfica (SIG) vêm sendo amplamente utilizados em saúde pública para análise e avaliação de riscos, atuando como instrumentos de integração de dados ambientais com dados socioeconômicos e de saúde (MAGALHÃES *et al.*, 2014; BARCELLOS; RAMALHO, 2002).

Para Müller e colaboradores (2010):

O SIG possui grande capacidade para acessar e integrar diferentes níveis de informações (vetoriais, *raster*, de superfície e dados de campo e endereços), permite a apresentação e associação dos dados de diferentes formas (tabelas, gráficos e mapas temáticos) e possibilita o mapeamento, a exibição e a análise espacial dos dados relevantes para o processo de territorialização. Além disso, o sistema manipula os dados como os demais sistemas de informação e possui uma característica marcante de interligar atributos não espaciais a dados espaciais. (MÜLLER *et al.*, 2010, p. 979)

Os mapas são instrumentos extremamente úteis para representar graficamente um espaço geográfico concreto. Devem ser simples em sua maneira de comunicar informações espaciais do local em estudo às pessoas. É importante seguir critérios cartográficos essenciais como: escala, projeção, símbolos, miniaturas, generalização das informações espaciais (MARQUES, 2011).

Um mapa que represente um espaço de outra forma que a mera representação do terreno pode ser classificado como temático (NARDI *et al.*, 2013). Por meio de mapas temáticos, é possível descrever e visualizar a distribuição espacial do objeto de estudo, sugerir determinantes espaciais e elaborar hipóteses, apontando associações entre um evento e seus determinantes. É, portanto, uma ferramenta importante para elucidar as conexões entre a saúde e o meio ambiente (HINO *et al.*, 2006).

Assim, a utilização de abordagens espaciais, como o geoprocessamento, na saúde pública tem o objetivo de contribuir para o aprimoramento de diferentes formas de incorporar os dados socioambientais de determinada população à uma pesquisa (estudo ecológico), valendo-se da construção de mapas temáticos e do uso da estatística espacial (MARQUES, 2011).

Os estudos ecológicos são muito criticados na área de epidemiologia por serem considerados um desenho incompleto. Entretanto, em pesquisas onde a investigação visa estabelecer um diagnóstico da saúde de uma população ou a avaliação do risco a que uma determinada população está exposta, a ênfase está no grupo e não no indivíduo. Nestes casos, o objetivo é avaliar “o jardim e não as flores individualmente”, assim os estudos ecológicos são muito úteis e efetivos em suas respostas (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

Em estudos na área de saúde pública, a análise de variações na distribuição espacial de determinado agravo ou contaminante ambiental tem se mostrado importante para a investigação e a formulação de hipóteses de causalidade. Esse tipo de estudo, que associa o agravo/contaminante à sua localização geográfica e à população potencialmente exposta, pode fornecer informações fundamentais para compreensão, monitoramento e avaliação de impactos, e para o planejamento de intervenções na saúde de uma população (NETO *et al.*, 2014).

Na maioria dos estudos em saúde pública que utilizam a ferramenta de localização geográfica, a unidade espacial de análise escolhida é o município ou o bairro. São os definidos “estudos ecológicos”, que focalizam no grupo e não no indivíduo (MAGALHÃES *et al.*, 2014; CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

Segundo o Ministério da Saúde, em seu documento “Abordagens Espaciais da Saúde Pública”, de 2006, a representação geográfica em mapas é uma das melhores formas de se conhecer os territórios e, conseqüentemente, a situação em que as pessoas residentes vivem (BRASIL, 2006).

Os SIGs permitem que atributos como taxas de incidência, valores de concentração de contaminantes, informações sobre saneamento, entre outros dados relevantes para a saúde pública, sejam representados em mapas temáticos, que facilitam a interpretação e discussão dos dados (CHIARAVALLOTI-NETO, 2016).

A falta de banco de dados era um fator limitante para o uso de ferramentas de geoprocessamento em pesquisas na área de saúde pública. Entretanto, o aumento da criação e disponibilização de bancos de dados com variadas informações geográficas, socioeconômicas, demográficas e de agravos e serviços de saúde, assim como o surgimento de programas de geoprocessamento com códigos abertos, têm possibilitado uma ampliação no uso dessa importante ferramenta em estudos na área de saúde pública e meio ambiente (CHIARAVALLOTI-NETO, 2016).

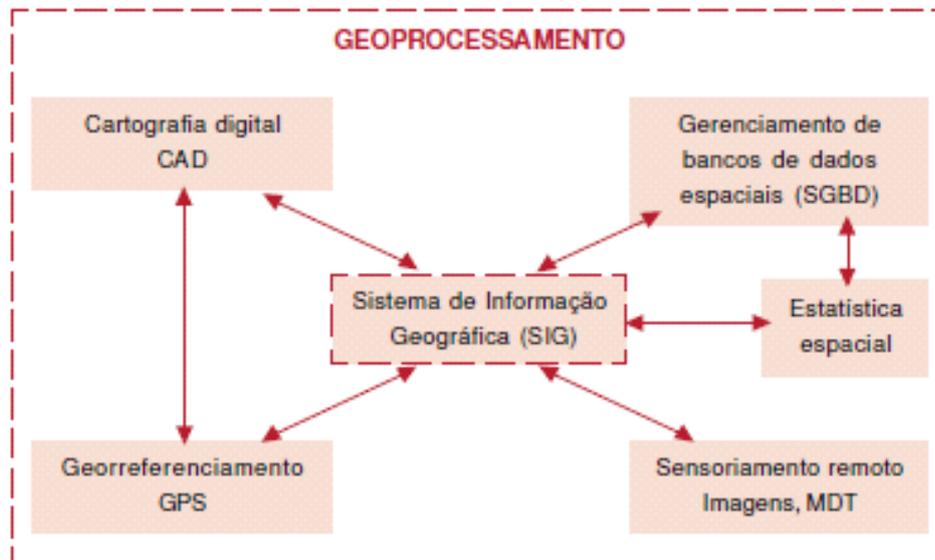
Outro campo ligado diretamente ao geoprocessamento é a análise espacial. Com essa técnica, é possível identificar, por exemplo, aglomerados espaciais ou espaço-temporais e as áreas com maior risco de ocorrência de agravos. Identificadas essas áreas, os serviços de saúde e/ou os órgãos governamentais responsáveis podem priorizá-las, tanto em termos de vigilância como de controle, no sentido de evitar sua ocorrência, ou minimizá-la (CHIARAVALLOTI-NETO, 2016).

O geoprocessamento é uma ferramenta importante quando o estudo em questão precisa estabelecer relações causais entre os componentes socioambientais relacionados à saúde da população e o espaço geográfico. Essa possibilidade de conjugar as informações em saúde com o território amplia os estudos, potencializando sua capacidade de identificar mudanças espaço-temporais e de monitorar um evento (PIMENTEL, 2015).

Para analisar e manipular dados geográficos, com diversas formas de tratamento e digitalização de fenômenos e fatos que ocorrem no espaço físico, geográfico, o geoprocessamento utiliza programas computacionais. A figura 14 mostra, resumidamente, um

fluxograma com algumas das ferramentas de geoprocessamento que podem ser úteis para análise e manipulação de dados das áreas de saúde e meio ambiente (BRASIL, 2007; MARQUES, 2011).

Figura 14. Algumas ferramentas de geoprocessamento.



Fonte: Brasil (2007).

Barcellos e colaboradores (2008, p.1) definem o geoprocessamento como “um conjunto de tecnologias voltadas para a coleta e tratamento de informações espaciais com determinado objetivo, executadas por sistemas específicos para cada aplicação.”

Apesar de que esses sistemas têm sido muito empregados em várias áreas, tais como avaliação ambiental, planejamento urbano, meteorologia, entre outras, sua aplicação na área de saúde requer dados experimentais e não remotos. Dessa forma, as bases cartográficas digitais, muitas vezes o produto final de projetos de geoprocessamento, são apenas o ponto inicial das análises espaciais de saúde (BARCELLOS *et al.*, 2008).

Um estudo espacial, juntamente com dados socioambientais de saúde ou de contaminação, é capaz de produzir um diagnóstico comparativo, que pode indicar os riscos a que uma população está exposta, acompanhar o comportamento de um agravo à saúde, fornecer subsídios para explicações causais, ajudar a definir prioridades e a avaliar os impactos de uma possível intervenção (HINO *et al.*, 2006).

Com os sistemas de saúde atuais deficitários, o uso de informações que permitam uma avaliação, mesmo que preliminar, das condições socioambientais por meio do geoprocessamento de dados georreferenciados tem despertado grande interesse do setor de

saúde e meio ambiente, pois permite uma visão de determinada população no contexto social, histórico, político, cultural e ambiental em que está inserida (RIBEIRO *et al.*, 2014)

Um estudo pioneiro e clássico que se tornou exemplo da importância do uso de ferramentas espaciais para estabelecimento de relações causais entre um evento de saúde pública e a população acometida é o estudo realizado pelo médico britânico John Snow, em 1854, que analisou uma epidemia de cólera, em Londres, demonstrando que havia uma associação entre as mortes por cólera e o suprimento de água por meio de diferentes fontes públicas de abastecimento, mesmo sem conhecer o agente etiológico da doença (HINO *et al.*, 2006).

Apesar do estudo de John Snow datar de 1854, o uso de ferramentas espaciais na área de saúde é recente. Apenas após o crescimento da microinformática houve grandes avanços nos centros de estudos de SIG. No Brasil, o uso de geoprocessamento em estudos da área de saúde pode ser considerado recente, com suas primeiras aplicações na década de 1950 e difusão dos conhecimentos e uso do geoprocessamento no final da década de 1980 e início da década de 1990 (MARQUES, 2011).

O mapa de Snow, de 1854, possibilitou a identificação das populações com maior risco de adoecer e forneceu pistas que desvendaram o modo de transmissão da cólera, causada por um agente patológico específico. A maneira pela qual uma pessoa pode contrair cólera não pode ser resolvida pelo geoprocessamento, entretanto em quais residências as pessoas têm maior risco de contrair cólera e em quais regiões a cólera se desenvolve com maiores taxas são perguntas que encontram no geoprocessamento um poderoso instrumento de análise (BARCELLOS; BASTOS, 1996).

Esse tipo de correlação fica mais claro quando o estudo relaciona alguma espécie de contaminação (química, física ou biológica) com a ocorrência de um agravo à saúde ou com uma endemia. Quando pensamos apenas na incidência do agravo e a localização geográfica, como uma maior incidência de câncer de estômago em moradores do Japão quando comparada à média mundial, corremos um risco maior de cometer uma falácia por não levar em consideração, na análise, fatores importantes como padrões genéticos, culturais e ambientais (BARCELLOS; BASTOS, 1996).

Nesse contexto, o estudo da contaminação do solo do bairro de Manguinhos, município do Rio de Janeiro, por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos utilizou o geoprocessamento como ferramenta de análise. Os pontos de coleta foram georreferenciados e o SIG foi utilizado

para representação espacial de sua distribuição e para a análise dos dados de contaminação do território e a sua correlação com dados socioeconômicos.

A construção dos mapas temáticos de distribuição da contaminação do solo por HPAs foi utilizada para avaliar-se a distribuição das zonas quentes de contaminação e a sua relação com a densidade da população exposta. Essa ferramenta foi importante, por auxiliar a percepção da conexão entre saúde e ambiente, agravo e população potencialmente exposta. Deste modo, comprovou-se que a ferramenta de geoprocessamento serve de subsídio para o planejamento de ações em saúde pública.

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E DE TOXICIDADE DOS HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS

Este capítulo apresenta as características físico-químicas e de toxicidade dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), contaminantes de interesse neste estudo.

Estudos toxicológicos têm ganhado destaque no cenário da saúde pública brasileira e mundial. Nesse contexto, a toxicidade de uma substância pode ser definida como os efeitos nocivos que essa substância, ou grupo de substâncias, pode causar em organismos vivos e os seus riscos para a saúde humana (OGA *et al.*, 2008). Os estudos de toxicidade são estudos complexos, que agregam profissionais de diferentes áreas do conhecimento, como profissionais da saúde, das ciências exatas e das ciências sociais.

A toxicidade de uma substância depende de diversos fatores como dose, frequência e tempo de exposição, assim como das condições fisiológicas e/ou patológicas do organismo exposto. Assim, conhecer ao máximo os riscos que uma substância ou grupo de substâncias pode oferecer aos organismos vivos é necessário para que se possam estabelecer condições seguras de uso e/ou exposição (TREVISAN, 2012).

2.4.1 Panorama geral de contaminação do solo por HPAs

Os HPAs possuem duas principais fontes: naturais, como emissões vulcânicas e biossíntese por algas, e antropogênicas, como derramamento de petróleo e seus derivados, queima incompleta de combustíveis fósseis, queima de florestas, atividades industriais, despejos irregulares de resíduos industriais, entre outros. A principal fonte de contaminação antropogênica, não natural, são os produtos primários de processos de combustão incompleta

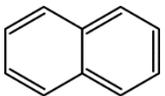
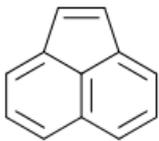
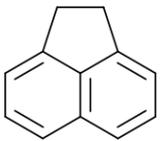
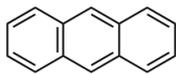
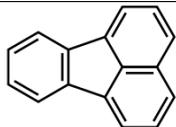
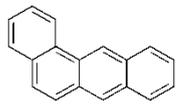
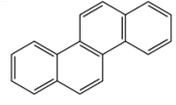
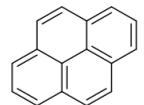
de petróleo e seus derivados processados em diferentes temperaturas (BETTIN; FRANCO, 2005).

O petróleo e seus derivados são formados por compostos químicos orgânicos apolares de cadeias de dois a seis anéis aromáticos, os HPAs, que fazem parte da classe de compostos orgânicos denominados de semivoláteis. São constituídos por anéis benzênicos ligados de forma linear, angular ou agrupados, e contêm apenas carbono e hidrogênio em sua estrutura, além de uma pequena porção de hetero-compostos: compostos sulfurados, compostos nitrogenados, compostos oxigenados, resinas, asfaltenos e compostos metálicos, denominados não-hidrocarbonetos (PONTES, 2010; SISINNO *et al.*, 2003).

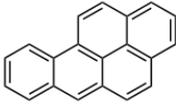
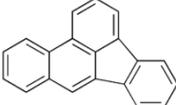
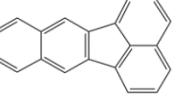
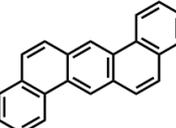
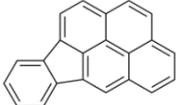
A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, da sigla em inglês *United States Environment Protection Agency*) indica dezesseis HPAs como poluentes prioritários em relação a sua toxicidade, persistência e predominância no meio ambiente (SISINNO, 2002; USEPA, 2007a). Em 1994, a USEPA classificou os HPAs como poluentes B-2, compostos provavelmente carcinogênicos a humanos, e o composto benzo[a]pireno é apontado por essa agência como a espécie indicadora. A carcinogenicidade aumenta com o aumento da massa molecular, enquanto a toxicidade aguda diminui. O Quadro 1 lista os HPAs prioritários segundo a USEPA (2007a).

Esses hidrocarbonetos apresentam em suas estruturas de dois a seis anéis aromáticos fundidos entre si, com massa molecular (MM) variando de 128 a 278 g/mol (MEIRE *et al.*, 2007), como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Lista dos 16 HPAs prioritários segundo a USEPA

Hidrocarboneto Policíclico Aromático	Nº anéis	Massa Molecular (g/mol)	Solubilidade (mg/L)	Pressão de Vapor	Estrutura
Naftaleno	2	128,17	31	$8,89 \times 10^{-2}$	
Acenaftaleno	3	152,20	16,1	$2,90 \times 10^{-2}$	
Acenafteno	3	154,21	3,8	$3,75 \times 10^{-3}$	
Antraceno	3	178,23	0,045	$2,55 \times 10^{-5}$	
Fluoranteno	4	202,26	0,26	$8,13 \times 10^{-6}$	
Benzo[a]antraceno	4	228,29	0,011	$1,54 \times 10^{-7}$	
Criseno	4	228,29	0,0015	$7,80 \times 10^{-9}$	
Pireno	4	202,26	0,132	$4,25 \times 10^{-6}$	

Quadro 1 – Lista dos 16 HPAs prioritários segundo a USEPA (continuação)

Hidrocarboneto Policíclico Aromático	Nº anéis	Massa Molecular (g/mol)	Solubilidade (mg/L)	Pressão de Vapor	Estrutura
Benzo[a]pireno	5	252,32	0,0038	$4,89 \times 10^{-9}$	
Benzo[b]fluoranteno	5	252,32	0,0015	$8,06 \times 10^{-8}$	
Benzo[k]fluoranteno	5	252,32	0,0008	$9,59 \times 10^{-11}$	
Dibenzo[a,h]antraceno	6	278,35	0,0005	$2,10 \times 10^{-11}$	
Benzo[g,h,i]perileno	6	276,34	0,00026	$1,00 \times 10^{-10}$	
Indeno[1,2,3-cd]pireno	6	276,34	0,062	$1,40 \times 10^{-10}$	

Fonte: Adaptado de Bojes e Pope (2007).

A principal forma de exposição humana aos HPAs é por meio da contaminação ambiental. O comportamento, o transporte e o destino desses compostos no meio ambiente dependem, principalmente, das suas características físico-químicas e bioquímicas (CETESB, 2015).

As características físico-químicas de partição entre água e ar, entre água e sedimento e entre água e biota são muito importantes para caracterizar a distribuição dos HPAs no meio ambiente (Garcia *et al.*, 2014).

Em sua maioria, os HPAs são persistentes no meio ambiente e possuem baixa solubilidade em água, com exceção do naftaleno, que é relativamente solúvel (31 mg/L) e possui um alto coeficiente de partição octanol/água. Como um comportamento geral dos compostos orgânicos, a solubilidade em água diminui com o aumento do número de anéis aromáticos que, conseqüentemente, aumenta a massa molecular do composto. Compostos

maiores possuem menores pressões de vapor, o que mostra que a volatilidade desses compostos aumenta com a diminuição da massa molecular (AZEVEDO *et al.*, 2013; NETTO *et al.*, 2000).

Essas propriedades podem ser consideradas importantes para os mecanismos de transporte desses compostos no meio ambiente. Estes podem ser encontrados em diversos compartimentos ambientais, como ar, material particulado, água, solo e biota (GARCIA *et al.*, 2014). Os compostos de menor massa molecular são mais voláteis e mais solúveis em água e, geralmente, são transportados mais facilmente, tendendo a ter baixa adsorção nas partículas de solo e, também, são mais susceptíveis à biodegradação, por possuírem uma estrutura mais simples, sendo mais facilmente encontrados na atmosfera, no ar ou adsorvido ao material particulado. No solo, os HPAs podem ser encontrados adsorvidos às partículas de solo das camadas superficiais (CETESB, 2015).

Essas propriedades físico-químicas (características lipofílicas, pouca solubilidade em água e alta persistência ambiental) associadas à sua grande distribuição ambiental aumentam o risco de contaminação humana por HPAs, seja por ingestão, inalação ou contato dérmico (NETTO *et al.*, 2000).

Dentre os efeitos tóxicos conhecidos, os HPAs podem causar efeitos danosos no crescimento, metabolismo e reprodução de toda a biota (microrganismos, plantas terrestres, biota aquática, anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Por consequência, esses efeitos podem estar associados à formação de tumores, toxicidade aguda, bioacumulação e danos à pele de diversas espécies de animais (CETESB, 2015; WHO, 1988).

Vários estudos realizados há décadas mostram que, de uma maneira geral, os HPAs e os seus derivados podem ser associados ao aumento da incidência de vários tipos de câncer em humanos (NETTO *et al.*, 2000).

O câncer é uma enfermidade multicausal crônica, ocasionada por um crescimento acelerado e desordenado de células. Essa característica multicausal dificulta uma associação direta entre a contaminação e o aumento da incidência de determinado tipo de câncer na população de uma região (GARÓFOLO *et al.*, 2004)

Para a população em geral, as principais fontes de exposição aos HPAs são os alimentos; o ar e a poeira doméstica; e a água de consumo humano dos ambientes internos. A Portaria de Consolidação nº 5/2017, assim como a sua precursora, a Portaria nº 518/2004, do Ministério da Saúde, não estabelece um valor máximo permitido de HPA na água potável, mas adota o parâmetro de 0,7 µg/L para benzo[a]pireno, valor também recomendado pela OMS (CETESB, 2015).

Segundo a *World Health Organization* (WHO, 1988), os HPAs são poluentes orgânicos de importância ambiental e interesse toxicológico por apresentarem propriedades pré-carcinogênicas e/ou mutagênicas para homens e animais.

Desde o ano de 1972, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC, da sigla em inglês *International Agency for Research on Cancer*) descreve em suas monografias os possíveis efeitos adversos à saúde humana causados pela exposição aos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, já constatando, então, evidências de carcinogenicidade destas substâncias químicas (IARC, 1972).

As vias de ingresso dos HPAs nos seres humanos ocorrem por diferentes caminhos, tais como inalação, ingestão de águas, solos, poeiras e alimentos, e por contato dérmico. O tipo de ingresso no organismo vivo tem importância relativa diferente com respeito ao grau de toxicidade (WHO, 1988). A Tabela 1 mostra as faixas de concentrações residuais de HPAs, incluído o benzo(a)antraceno, obtidas de amostras ambientais e biológicas.

Tabela 1. Concentrações residuais de HPAs obtidos em amostras ambientais e biológicas.

Tipo de Amostra	Concentração HPA
Ar	1,3 a 500 ng/m³
Solo	0,8 ng/kg a 100 mg/kg
Água	2,5 a 500 ng/L
Plantas	< 150 ug/kg
Alimentos	0,1 a 20 ug/kg

Fonte: Netto *et al.* (2000).

Os mecanismos de carcinogênese vêm sendo constantemente revistos e estudados de modo a identificar quais órgãos e tecidos podem ser potencialmente afetados. Estudos mostram que há relação entre o mecanismo de carcinogênese e a estrutura molecular dos HPAs que, portanto, têm potenciais carcinogênicos diferentes (SISINNO, 2002).

Assim, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC, 2002) estabeleceu uma classificação de HPAs e de alguns materiais que os contêm, conforme os dados disponíveis sobre a carcinogenicidade destas substâncias. A Tabela 2 mostra a classificação de alguns HPAs quanto à sua carcinogenicidade (IARC), ocorrência (USEPA) e periculosidade (ABNT).

Tabela 2. Classificação de alguns HPAs quanto à sua carcinogenicidade (IARC), ocorrência (EPA) e periculosidade (ABNT)

HPAs	IARC	EPA	ABNT
Fluoreno	3	P	NM
Fenantreno	3	P	NM
Antraceno	3	P	NM
Pireno	3	P	NM
Benzo[a]antraceno	2A	P	CP
Criseno	3	P	CP
Benzo[a]pireno	2A	P	CP

Legenda: *International Agency for Research on Cancer* (IARC); *Environmental Protection Agency* (EPA); Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Provável carcinogênico para humanos – limitada evidência em humanos e suficientes em animais (2A); Possível carcinogênico para humanos – limitada evidência em humanos e insuficientes em animais (2B); Não é classificado como carcinogênico para humanos (3); Prioritário (P); Confere periculosidade (CP); Não mencionado no anexo D, listagem no 4 (NM).

Fonte: Sisino *et al.* (2003).

2.4.2 Dispersão no ambiente

a) Atmosfera

Um inventário recente sobre a emissão global de HPAs na atmosfera demonstrou um valor de emissão de 520.000 t/ano. Mostrou também que as fontes antropogênicas superam as emissões naturais de HPAs pelas florestas e emissões vulcânicas (ZHANG; TAO, 2009).

Os HPAs também podem ser transportados regionalmente, através do ar, e até entre os continentes, por mecanismos de transporte de longo alcance.

No âmbito global, a maior emissão de HPAs pode ser associada à combustão incompleta de material orgânico, cuja principal fonte é a queima de biocombustíveis, uma biomassa sólida primária (por exemplo, esterco animal ou Turfa) (ZHANG; TAO, 2009). A queima de biomassa em processos industriais, as emissões em veículos ou mesmo a fumaça de cigarros e o cozimento de alimentos em fogões de madeira a céu aberto emitem partículas em suspensão que podem ter diâmetros entre 10 nm e 1 µm; emitem também uma quantidade significativa de monóxido de carbono (CO) e de HPAs (LI *et al.*, 2011).

A distribuição das partículas em suspensão na atmosfera depende diretamente da distância da fonte de emissão. Altas concentrações de partículas finas (< 2,5 µm) podem ser encontradas perto de fontes como indústrias e rodovias. Entretanto, essa concentração diminui com a distância da fonte (CASTAÑEDA, 2014).

Uma vez lançados no ar, os HPAs podem existir nas fases de vapor e de partículas (DYBING *et al.*, 2013). Quando se encontram na forma de vapor, são degradados ao reagir com moléculas de hidroxila formadas fotoquimicamente (MEYLAN; HOWARD, 1993). Por sua vez, quando presentes em partículas micrométricas e em aerossóis, podem ser transportados pelo ar e sofrer sedimentação gravitacional ou associar-se à neve e a gotas de chuva. A fase particulada pode ser removida do ar por deposição úmida (remoção pela chuva ou pela neve) e seca (sedimentação e impactação inercial), que são os mecanismos de redução de partículas responsáveis pela redução da concentração dos HPAs. A fotodegradação é outro mecanismo de decomposição dos HPAs, assim como as reações químicas com poluentes no ambiente urbano ou pela partição gás-partícula. Entretanto, para HPAs em material particulado, a fotodegradação é a principal forma de decomposição química (CASTAÑEDA, 2014).

Os HPAs podem reagir com o ozônio, com óxidos de enxofre e de nitrogênio e com radicais de hidroxila que se encontram na atmosfera, formando nitro-HPAs (NHPAs), cetonas, quinonas ou lactonas. Os NHPAs são os compostos que apresentam propriedades carcinogênicas mais potentes, pois não necessitam de um mecanismo de ativação, como ocorre com os HPAs, que precisam ser ativados pelo citocromo P-450 para formar epóxidos capazes de reagir com o DNA dos organismos vivos (CASTAÑEDA, 2014).

Desta forma, os HPAs não são considerados como elementos capazes de diretamente induzir a carcinogenicidade, uma vez que precisam que o citocromo P-450 atue sobre eles de modo a produzir metabólitos capazes de reagir com o Ácido Desoxirribonucleico (DNA). Já os NHPAs são capazes de formar diretamente amino derivados, ligando-se ao DNA (SISINNO, 2002).

b) Água

Os HPAs, de uma maneira geral, são pouco solúveis em fase aquosa. O seu comportamento no ambiente depende, basicamente, de duas variáveis: pressão de vapor e solubilidade em água.

Os compostos com os menores valores de pressão de vapor são em geral os maiores e mais hidrofóbicos e, desta forma, são pouco móveis. Quando contaminam o solo, tendem a ficar adsorvidos nas partículas do solo, sedimentos e/ou material particulado.

Entretanto, podem ser encontrados parcialmente dissolvidos na água, onde tendem a ficar adsorvidos nos sólidos em suspensão ou nos sedimentos devido aos seus altos valores de coeficiente de partição em matéria orgânica (K_{oc}). Também podem ser concentrados ao longo

da cadeia trófica, por bioacumulação nos tecidos gordurosos dos organismos vivos, devido a seus altos valores dos fatores de bioconcentração (FBC) (FROEHNER; MARTINS, 2008).

Em virtude dessa característica de bioacumulação, a contaminação por HPAs pode acarretar um risco significativo para o ecossistema aquático. Com a biomagnificação na cadeia trófica, a contaminação por HPAs pode chegar aos seres humanos. Considerando que os maiores riscos à saúde humana estão relacionados à exposição a contaminantes químicos tóxicos e persistentes, mesmo com sua baixa solubilidade, esses poluentes orgânicos persistentes são de importância mundial (BRITO, 2009).

c) Solo e sedimento

Entre as décadas de 1950 e 1960, com o avanço da industrialização, a concentração de HPAs no solo sofreu um aumento significativo. Jones e colaboradores (1992), em seu estudo com amostras de solo da Inglaterra, detectaram um aumento na concentração destes compostos em solos das áreas urbanas, corroborando outros estudos que demonstram que a combustão antropogênica de combustíveis fósseis contribui significativamente para a dispersão dos HPAs no ambiente, com um transporte atmosférico de longo alcance. Esses compostos tendem a se depositar nos solos e sedimentos, onde perdem a mobilidade e se tornam contaminantes orgânicos persistentes (MESQUITA, 2004).

Desta forma, a deposição atmosférica após transporte local e/ou de longo alcance pode ser considerada a principal forma de contaminação do solo por HPAs. A presença desses compostos em solo de regiões distantes de qualquer atividade industrial ratifica essa afirmação. O descarte de lodo de usinas de tratamento de esgoto, a exaustão automotiva, a irrigação com efluente de forno de coque, lixiviado de locais de armazenamento de carvão betuminoso e uso de adubo e composto de solo são também fontes de contaminação de HPAs no solo. Ao longo de estradas e rodovias, exaustões veiculares e emissões de desgaste de pneus e asfalto são as principais fontes de contaminação (ATSDR, 1995).

Em regiões de implantação de refinarias de petróleo, acidentes com petróleo e seus derivados são importantes fontes de contaminação do solo por HPAs, causados por derramamentos acidentais durante a exploração, o refino, o transporte e as operações de armazenamento do petróleo e/ou de seus derivados (ANDRADE *et al.*, 2010).

O solo corresponde ao principal depósito de HPAs, quando comparado à atmosfera e aos meios aquáticos. Calcula-se que cerca de 95% dos HPAs que são emitidos para a atmosfera

depositam-se no solo, porém muitos processos contribuem para que ocorra a atenuação desses HPAs (SISINNO, 2002).

Em sua maior parte, os HPAs encontram-se nos solos adsorvidos no material constituinte, tendendo a ficar retidos nas camadas superficiais. Devido à baixa mobilidade e à baixa solubilidade em meio aquoso, associado aos elevados tempos de meia-vida, os compostos de maiores massas moleculares são mais persistentes e de degradação mais lenta (NETTO *et al.*, 2000).

Os HPAs possuem elevados valores de Koc (entre 10^3 e 10^4) indicando seu alto potencial de adsorção em matéria orgânica. Desta forma, solos com elevados teores de matéria orgânica tendem a ter mais HPAs adsorvidos quando comparados a solos com baixos teores de matéria orgânica (ATSDR, 1995).

Em solos úmidos, pode ocorrer a volatilização dos HPAs do solo, entretanto a tendência é que haja a adsorção no solo ao invés da volatilização. Em solos secos, a volatilização dos HPAs praticamente não ocorre (SOUTHWORTH *et al.*, 1978).

2.4.3 Aspectos toxicocinéticos

2.4.3.1 Absorção

A exposição humana aos HPAs pode ocorrer através da inalação da fumaça de cigarros, da inalação de ar poluído, da ingestão de alimentos ou água contaminada e inalação de fumaça produzida em combustão (IARC, 1972). O contato dérmico com vapores durante o preparo de alimentos ou com solo/sedimento contaminado é considerado também uma forma de exposição humana (IARC, 1983).

Os HPAs são formados principalmente pela combustão incompleta de compostos orgânicos. Podem ser detectados em fumaça da queima de madeira, de vegetação, de carvão vegetal; em fumaça de cigarro convencional, fumaça de charuto, fumaça de cigarro de maconha; em emissão de gases de escape de motores a gasolina, emissões de aquecedores a gás, de aquecedores a querosene, de saunas a lenha (FREEMAN; CATTELL, 1990).

A exposição ocupacional pode ocorrer através da inalação de partículas de poeira ou pelo contato dérmico com um ou mais dos diferentes HPAs utilizados em processos industriais ou produzidos a partir desses processos. As vias inalatória, oral e dérmica são consideradas, portanto, as principais vias de absorção dos HPAs (IARC, 1983).

De acordo com Netto e colaboradores (2000), algumas atividades industriais, como as coquearias, as siderurgias, a produção de óleos lubrificantes, de óleo de pirólise de xisto, de alumínio, de cigarro, a fundição de ferro e de aço podem liberar uma carga de HPAs no ar, sendo introduzidos no corpo humano através das vias respiratórias.

Os HPAs com menores massas moleculares, que apresentam dois ou três anéis aromáticos, são aqueles que possuem a maior probabilidade de ser encontrados na fase gasosa, por isso tendem a estar em maiores concentrações na atmosfera (SISINNO, 2002). Os HPAs formados por pelo menos cinco anéis tendem a estar adsorvidos no material particulado presente no ar. Já os HPAs com quatro anéis aromáticos são encontrados tanto sob a forma gasosa como associados ao material particulado atmosférico (SISINNO, 2002).

Os HPAs liberados na fumaça da combustão utilizada no preparo dos alimentos podem se misturar à gordura dos alimentos e se depositar na superfície dos mesmos durante o seu cozimento ou aquecimento. Esses compostos podem ser encontrados em frangos, bifes e hambúrgueres grelhados (IARC, 1983; NETTO *et al.*, 2000; MARQUES *et al.*, 2009).

Além da forma anteriormente mencionada, a ingestão de HPAs também pode ocorrer mediante o consumo de alimentos defumados, que são expostos durante o seu processo de fabricação à fumaça, no intuito de melhorar a conservação e o sabor. Alimentos embutidos podem, da mesma forma, passar por esta etapa de exposição à fumaça e, assim, apresentar concentrações residuais de HPAs (MARQUES *et al.*, 2009). Vegetais, grãos e frutas estão sujeitos à deposição de HPAs provenientes do ar em contato com a sua superfície, que é mais porosa (NETTO *et al.*, 2000).

A ingestão de chá mate e café é também considerada uma fonte de exposição a HPAs. O estudo de Camargo e Toledo (2002) analisou a presença e a quantidade de HPAs no pó de café e na bebida pronta, encontrando os valores de 0,78 $\mu\text{g}/\text{kg}$ desta substância no pó de café, 0,61 $\mu\text{g}/\text{kg}$ no café fervido e valores abaixo dos limites de detecção no café coado. O limite de detecção utilizado foi de 0,12 $\mu\text{g}/\text{kg}$. No chá mate foram encontrados valores de 0,14 $\mu\text{g}/\text{kg}$, utilizando o mesmo limite de detecção para análise do café. Cabe ressaltar que nem todo HPA ingerido será absorvido, grande parte será excretada (SISINNO, 2002).

A absorção dos HPAs depende do tipo de material a que eles estão associados e da suscetibilidade individual, uma vez que os indivíduos podem apresentar diferentes respostas para uma mesma dose de exposição, dado à variabilidade orgânica de cada um (SISINNO, 2002). Uma vez absorvidos, os HPAs seguem para a etapa de sua distribuição pelo organismo.

2.4.3.2 Distribuição, metabolismo e excreção

a) Via inalatória

O caminho realizado pelos HPAs absorvidos pela via inalatória percorre a seguinte trajetória: a partir do ar, entram pelas fossas nasais, seguem pela faringe, laringe, traqueia, brônquios e, finalmente, chegam aos alvéolos pulmonares. Os HPAs, ao serem inalados juntamente com material particulado, podem atingir as vias respiratórias mais profundas, o que dificulta a sua eliminação do organismo, por se depositarem nos pulmões (SISINNO *et al.*, 2003).

Se não houver a deposição nos pulmões, os HPAs presentes nos alvéolos pulmonares alcançam a circulação sanguínea, tornando-se sistêmicos. Chegando ao sangue, podem ser removidos pela linfa ou por fagocitose dos macrófagos presente nos alvéolos, ou podem ser aspirados e, chegando ao muco traqueobronquial, chegar à boca e ser eliminados junto com essa secreção (OGA *et al.*, 2008). Atingindo o sangue e a linfa, podem seguir para os rins e ser eliminados pela urina ou retornar ao pulmão e ser eliminados no ar expirado (SISINNO, 2002).

Pode também ocorrer de os HPAs dos pulmões que caíram na circulação sistêmica serem levados pela veia aorta ao fígado e seguirem a rota de eliminação da via de absorção do trato gastrointestinal (SISINNO, 2002).

Da circulação sistêmica, os HPAs podem se direcionar até o tecido adiposo, onde se depositam, pois são lipofílicos, ou seguir para outros órgãos, tecidos moles e ossos.

b) Via do Trato Gastrointestinal

Uma das vias de entrada de HPAs no organismo é a ingestão de alimentos contaminados. Depois de absorvidos pelo trato gastrointestinal, seguirão para o fígado, através da circulação da veia aorta, onde poderão ser metabolizados e biotransformados (SISINNO, 2002).

Após a metabolização e biotransformação no fígado, os HPAs, juntamente com a bile são liberados no duodeno, atravessam o intestino, até serem eliminados pelas fezes (SISINNO *et al.*, 2003). Podem ainda chegar ao fígado e cair na circulação sistêmica, seguindo para os rins e, em seguida, para a bexiga, onde são eliminados (SISINNO, 2002). A bÍlis já excretada pode ser degradada ao entrar em contato com bactérias intestinais. Desta forma, os HPAs ficam livres para cair na circulação sistêmica novamente. Da circulação sistêmica, podem chegar até o tecido adiposo, outros órgãos do organismo, tecidos moles e ossos, sofrendo bioacumulação (OGA, 2008).

c) Via cutânea

Sendo os HPAs compostos lipofílicos, a entrada por via cutânea ocorre através da absorção transepidérmica por difusão. Após a absorção cutânea, seguem pela epiderme, pelo estrato córneo, pela derme, até chegarem aos vasos capilares desta camada dérmica, atingindo assim a circulação sistêmica (OGA, 2008). Da circulação sistêmica, podem chegar aos rins e ser eliminados pela urina, ou seguir para o tecido adiposo, depositando-se nos órgãos, tecidos moles e ossos (SISINNO, 2002).

A absorção cutânea transfolicular, através do folículo piloso ou através dos ductos de glândulas sudoríparas, ocorre em menor escala para maioria dos xenobióticos (OGA, 2008). Assim, é esperado que os HPAs tenham menos absorção por esta forma. Havendo absorção pelos ductos de glândulas sudoríparas, parte dos HPAs poderá ser eliminada juntamente com o suor.

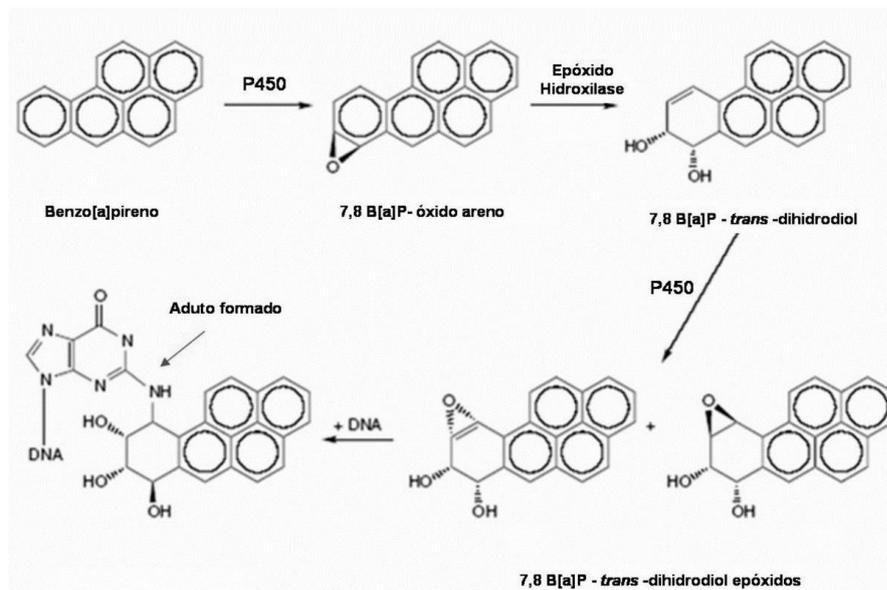
2.4.4 Aspectos toxicodinâmicos

O processo de metabolização dos HPAs ocorre por ativação após serem absorvidos pelas células. A biotransformação tem lugar por meio de várias reações de redução, oxidação, hidrólise e conjugação. É realizada principalmente por enzimas monooxigenases do fígado, da família dos citocromos P450, que têm o objetivo de transformar os contaminantes em compostos metabólitos mais hidrofílicos, que são mais facilmente eliminados através dos fluidos biológicos (Meire *et al.*, 2007).

Inicialmente, ocorre a oxidação dos HPAs, com a formação de epóxidos que sofrem a ação da enzima epóxido hidrolase, resultando na formação de diol-epóxidos como o 3,4-diol-8,9-epóxido e o 3,4-diol-1,2-epóxido. Um exemplo são os diol-epóxidos resultantes do metabolismo do benzoantraceno, capazes de formar adutos com o DNA. O 3,4 diol-8,9-epóxido, formado do metabolismo do benzoantraceno, foi encontrado em estudo realizado com extratos microsossomiais de fígado de rato, onde verificou-se a formação de pequenas quantidades de adutos benzoantraceno-desoxiribonucleotídeos (NEWMAN *et al.*, 1988). O 3,4 diol-1,2-epóxido e seu precursor, o 3,4 dihidrodiol, foram considerados capazes de induzir mutações, alterações e tumores em células, por estabelecerem ligação covalente com ácidos nucleicos (IARC, 1983).

O processo de formação de diol-epóxidos é um dos mecanismos de bioativação de HPAs mais aceito na literatura, quanto à sua carcinogenicidade, pela constituição de adutos de DNA (Figura 15) (MEIRE *et al.*, 2007).

Figura 15. Esquema simplificado de ativação enzimática do benzo[a]pireno com formação de dióis.



Fonte: Meire *et al.*, 2007.

Formação de ésteres benzílicos, produção de radicais catiônicos e produção de quinonas são outros mecanismos que também podem explicar a ativação de HPAs em sistemas biológicos (NETTO *et al.*, 2000).

Em seres humanos, os HPA conferem riscos à saúde, principalmente em exposições crônicas e/ou ocupacionais. Dentre os 16 HPAs prioritários, alguns são considerados “carcinogênicos”, outros “provavelmente carcinogênicos” e outros “não carcinogênicos”, de acordo com a quantidade e o tipo de estudos disponíveis em humanos e em animais.

Alguns derivados metabólitos dos HPAs são tão ou mais tóxicos que os próprios HPAs. A Tabela 3 mostra dados referentes à classificação de alguns HPAs e de alguns de seus derivados, de acordo com as evidências de carcinogenicidade (WHO, 1988; NETTO *et al.*, 2000), genotoxicidade (WHO, 1988) e mutagenicidade (WHO, 1988).

Tabela 3. Evidências de carcinogenicidade, genotoxicidade e mutagenicidade de alguns HPAs e seus metabólitos.

HPA ou metabólito	Carcinogenicidade	Genotoxicidade	Mutagenicidade
Fluoreno	I	L	-
Fenantreno	I	L	+
Antraceno	nd	N	-
Fluoranteno	I	L	+
Pireno	nd	L	+
Benzofluorenos	I	I	?
Benzofluorantenos	S	I	+
Ciclopenta[cd]pireno	L	S	+
Benzo[a]antraceno	S	S	+
Criseno	L	L	+
Trifenileno	I	I	+
Benzo[e]pireno	I	L	+
Benzo[a]pireno	S	S	+
Perileno	I	I	+
Indeno[1,2,3-cd]pireno	S	I	+
Dibenz[ac]antraceno	L	S	+
Dibenzo[ah]antraceno	S		
Dibenzo[aj]antraceno	L	I	+
Dibenzi[a]antraceno	S	S	+
Benzo[ghi]perileno	I	I	+
Antantreno	L	I	+
Coroneno	I	I	+
Dibenzo[ae]fluoranteno	L	N	
Dibenzopirenos	S	I	+
2-nitronaftaleno	N	L	-
1-nitropireno	I	S	+
Dinitropireno			+

Legenda: Dados para comprovação de efeito: S (suficiente); I (insuficiente); L (limitado); N (não carcinogênico); nd (não determinado); Genotoxicidade avaliada a partir de testes de deterioração de DNA; aberração cromossômica; mutagenicidade; Mutagenicidade (teste de Ames): + (positivo); - (negativo); ? (inconclusivo)

Fonte: Adaptado de Meire *et al.* (2007) e Netto *et al.* (2000).

2.4.5 Legislação Nacional e Internacional

Devido à persistência ambiental e periculosidade dos HPAs, é recomendado que os órgãos ambientais brasileiros estabeleçam limites de concentração no solo e na água, como já

acontece nos Estados Unidos e na Comunidade Europeia, principalmente na Alemanha e na Holanda.

Na Alemanha, são estabelecidos os denominados “valores gatilho” (“*trigger*”) para solo e águas subterrâneas, “segundo o artigo 8, parágrafo 1 sentença 2 da Lei Federal de Proteção do Solo, para absorção direta de poluentes em parques infantis, áreas residenciais, parques recreacionais e áreas industriais/comerciais” (CETESB, 2001, p. 29).

A Lei Federal de Proteção do Solo alemã prevê medidas de estabilização e/ou remediação adequadas para solos, de modo a tentar garantir que os poluentes não causem em longo prazo qualquer perigo, desvantagens ou perturbações consideráveis para o indivíduo ou o público em geral. Deve ser considerado o perigo potencial dos poluentes e/ou seus subprodutos que ficam no solo. A eficácia das medidas de estabilização/contenção deve ser comprovada por autoridades competentes e o monitoramento deve ser permanentemente (CETESB, 1999).

Além disso, a Lei Federal de Proteção do Solo alemã possui uma tabela com valores de precaução para substâncias orgânicas (em mg/kg de peso seco), com valores para o benzo[a]pireno e para o somatório dos 16 HPAs prioritários, e uma tabela com valor de disparo (em mg/kg de peso seco) para a ingestão direta de solo contaminado com poluentes nos playgrounds, em áreas residenciais, parques e instalações recreativas, bem como as parcelas utilizadas para fins industriais e comerciais, neste caso apenas para o benzo[a]pireno (CETESB, 1999).

Existem quatro valores de precaução: para solos com mais de 8% de matéria orgânica: 1,0mg/kg para o benzo[a]pireno e 10,0mg/kg para o somatório dos 16 HPAs prioritários; e para solos com menos de 8% de matéria orgânica: 0,3mg/kg para o benzo[a]pireno e 3,0mg/kg para o somatório dos 16 HPAs prioritários. E quatro “valores gatilho” para o benzo[a]pireno dependendo do uso do solo: playgrounds: 2,0mg/kg; áreas residenciais: 4mg/kg; parques e instalações recreativas: 10mg/kg; e parcelas utilizadas para fins industriais e comerciais: 12mg/kg (GERMAN..., 2002).

A Comissão Europeia possui diretrizes que protegem a água e o ar, mas se omite em relação à preservação dos solos. Em 2007, a Comissão apresentou um documento que visava à proteção dos solos. Entretanto, os países participantes, como França, Reino Unido, Alemanha, Áustria e Holanda se opuseram aos planos do documento por considerarem as ações necessárias demasiadamente onerosas, ou que os assuntos e resoluções a respeito da qualidade e proteção

dos solos eram assuntos a serem resolvidos em esferas de administrações nacionais (THE GUARDIAN, 2009).

Assim, o que a legislação europeia possui hoje é a Directiva 2004/107/CE, estabelecida pelo Conselho do Parlamento Europeu, de 15 de dezembro de 2004, que entende que o impacto na saúde humana e no ambiente por HPAs ocorre por concentração no ar ambiente e por deposição atmosférica, visto que são compostos orgânicos voláteis e semivoláteis. Por isso devem ser consideradas a acumulação dessas substâncias nos solos e a proteção das águas subterrâneas. Descreve, também, que não é possível estabelecer valores que não representem um risco significativo à saúde humana, pois são agentes carcinogênicos e genotóxicos para o homem, e não existe um limiar identificável abaixo do qual estas substâncias não representem um risco para a saúde humana.

Deste modo, a Directiva europeia estabelece valores-alvo das partículas de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos em suspensão atmosférica, com o objetivo de reduzir ao mínimo os efeitos nocivos para a saúde humana, com especial atenção para as populações sensíveis, e para o meio ambiente. O benzo[a]pireno será utilizado como marcador do risco carcinogênico dos HPAs no ar ambiente, tendo seu valor máximo definido como 1 ng/m^3 (DIRECTIVA..., 2005).

A União Europeia não possui uma legislação abrangente que aborde contaminantes no solo e nem todos os Estados-Membros possuem uma legislação específica sobre proteção do solo. As abordagens variam de país para país e somente alguns têm se dedicado ao desenvolvimento de uma legislação sobre a proteção do solo; muitas vezes, a legislação existente é específica para uma ameaça. Possuem sim algumas políticas ambientais (água e ar, por exemplo) que contribuem para a proteção do solo.

Nos Estados Unidos, a USEPA e a ATSDR possuem valores de referência para regular a exposição aos HPAs. Segundo a USEPA (2011), o benzoantraceno não possui valores definidos para MCLG (*Maximum contaminant level goal*, nível de um contaminante abaixo do qual não há risco conhecido ou esperado para a saúde), MCL (*Maximum contaminant level*, o nível mais alto de um contaminante permitido), doses seguras ou doses de referência, devido ao risco de desenvolvimento de câncer.

A ATSDR identifica 17 HPAs como prioritários. Estes compostos foram escolhidos porque há mais informações disponíveis sobre os seus efeitos à saúde, porque são suspeitos de serem mais prejudiciais e/ou apresentarem efeitos nocivos representativos. Há também uma maior chance de exposição a esses compostos entre todos os HPAs analisados, pois foram

identificados em maiores concentrações nos locais com resíduos perigosos cadastrados na Lista de Prioridades Nacionais (NPL) dos EUA (USEPA, 1999).

O Departamento de Saúde e Serviços Humanos (DHHS) dos EUA é um departamento do Ramo Executivo do Governo dos Estados Unidos, que administra as agências e escritórios que contêm programas pertinentes aos serviços humanos e à saúde. Esse departamento classificou os compostos benz[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, dibenz[a,h]antraceno e indeno [1,2,3-c,d]pireno como carcinogênicos a animais.

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classificou os compostos benzo[a]antraceno e benzo[a]pireno como provavelmente cancerígenos para os seres humanos; os compostos Benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno e indeno[1,2,3-c,d]pireno como possivelmente cancerígenos para os seres humanos; e os compostos antraceno, benzo[g,h,i]perileno, benzo[e]pireno, criseno, fluoranteno, fluoreno, fenantreno e pireno como “não classificáveis” quanto à sua carcinogenicidade para os seres humanos. (IARC, 2017).

A USEPA (2011) classificou os compostos benz[a]antraceno, benzo[a]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, criseno, dibenz[a,h]antraceno e indeno[1,2,3-c,d]pireno como provavelmente cancerígenos para os seres humanos; e os compostos acenaftileno, antraceno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, fluoreno, fenantreno e pireno como “não classificáveis” quanto à carcinogenicidade a humanos. O acenafteno não foi classificado por efeitos cancerígenos pelo DHHS, IARC ou EPA.

Em termos quantitativos, a ATSDR e a EPA estabeleceram valores de referência para regular a exposição aos HPAs, mas apenas para concentrações no ar ambiente e na água (ATSDR, 1995).

A Holanda tem seus valores orientadores descritos na Lista Holandesa de valores de qualidade do solo e da água subterrânea – Valores STI. Utilizando o conceito de multifuncionalidade do solo estabelecido em 1987, por meio da promulgação da Lei de Proteção do Solo (*Soil Protection Act*) pelo governo federal holandês, o Ministério de Planejamento Territorial e Meio Ambiente da Holanda (VROM), em atendimento a esta lei, publicou em 1994 a nova proposta de valores de qualidade do solo e da água subterrânea.

As leis e regras holandesas são baseadas em princípios estabelecidos na Lei de Proteção do Solo e na Lei de Proteção Ambiental. É uma importante legislação, capaz de lidar com a poluição do solo e garantir a sua gestão consciente e sustentável. Inclui o Decreto de Qualidade

do Solo (*Besluit bodemkwaliteit*) e o Regulamento da Qualidade do Solo (*Regeling bodemkwaliteit*).

A Lei de Proteção do Solo (Wbb, na sigla em holandês) contém regras gerais para prevenir a contaminação do solo. A Lei de Proteção Ambiental (Wm, na sigla em holandês) é a lei ambiental mais importante, que estabelece que as licenças deverão ser obtidas antes da realização de certas atividades. As autorizações são emitidas pelas autoridades competentes. Para a política do solo, esta lei implica que as licenças devam indicar até que ponto é responsabilidade das empresas providenciarem a proteção do meio ambiente e da terra, por exemplo. A responsabilidade de retornar o solo ao seu estado original também pode estar em vigor. Na maioria dos casos, as licenças são emitidas pelos municípios e/ou pelas províncias.

Ainda na Holanda, a Circular de Remediação do Solo, de julho de 2013, serve como complemento da Lei de Proteção do Solo. Esta circular está adaptada à nova política de gestão do solo, conforme estabelecido no Decreto de qualidade do solo e aplica-se a terras secas. Ela contém diretrizes para o uso de critérios de remediação e a determinação de metas de remediação no caso da poluição do solo. Os municípios e as províncias podem usar os critérios de remediação para determinar a gravidade da poluição e a eventual necessidade de remediação urgente.

No Brasil, o único estado brasileiro que tem legislação ambiental em vigor é São Paulo, através de seu órgão ambiental, a CETESB. Assim, a legislação mais completa a respeito dos poluentes orgânicos prioritários é a Decisão de Diretoria Nº 045/2014/e/c/i, de 20 de fevereiro de 2014, que dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2014, em substituição aos Valores Orientadores de 2005 (Tabela 4).

Tabela 4. Valores Orientadores para HPAs em solo no estado de São Paulo.

HPA	Solo (mg.kg ⁻¹ peso seco)		
	VRQ	VP	VI Residencial
Antraceno	-	0,3	4600
Benzo[a]antraceno	-	0,2	7
Benzo[b]fluoranteno	-	0,7	7,2
Benzo[k]fluoranteno	-	0,8	75
Benzo[g,h,i]perileno	-	0,5	-
Benzo[a]pireno	-	0,1	0,8
Criseno	-	1,6	600
Dibenzo[a,h]antraceno	-	0,2	0,8
Fenantreno	-	3,6	40
Indeno[1,2,3-cd]pireno	-	0,4	8
Naftaleno	-	0,7	1,8

Legenda: Valor de Referência de Qualidade (VRQ); Valor de Prevenção (VP); Valor de Intervenção (VI)

Fonte: Adaptado de CETESB (2014).

Entretanto, cabe ressaltar que os HPAs são um grupo de compostos cujos efeitos à saúde humana e ambiental não ocorrem isoladamente. Desta forma, neste trabalho, foram usados como referência os valores orientadores da Lista Holandesa, descritos pela CETESB (1999), que considera um somatório dos 10 HPAs contaminantes prioritários: Naftaleno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Benzo[a]antraceno, Criseno, Benzo[k]fluoranteno, Benzo[a]pireno, Benzo[g,h,i]perileno e Indeno[1,2,3-cd]pireno.

Os valores orientadores da Lista Holandesa, descritos pela CETESB, referenciais para solo são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores Orientadores para HPAs em solo pela Lista Holandesa

Parâmetro	S	T	I
HPA (Σ dos 10)	0,2	4,1	8,0

Legenda: Valor de Referência (S); Valor de Alerta (T); Valor de Intervenção (I)

Fonte: Adaptado de CETESB (1999).

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no desenvolvimento do estudo foi adaptada de Dantas (2008) e se deu em três fases, a saber:

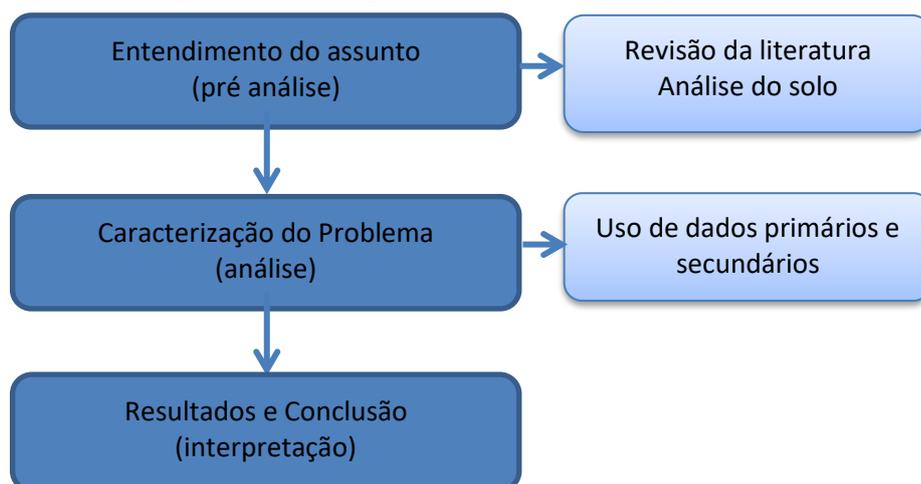
Na primeira fase, o estudo foi desenhado utilizando diversas fontes secundárias e primárias de informação. Foi realizada uma pesquisa qualitativa e quantitativa por meio do levantamento de dados e informações disponíveis em diversas fontes, com uma extensa pesquisa bibliográfica; além disso, foram obtidos dados primários de concentração de HPAs no solo superficial da área de estudo.

Na segunda fase, os dados qualitativos e quantitativos obtidos na primeira fase do estudo foram sistematizados de forma a permitir sua utilização na etapa subsequente, de caracterização do problema.

Finalmente, na terceira fase, os dados meteorológicos, socioambientais e de concentração dos HPAs no solo de Manguinhos foram utilizados para a construção dos mapas temáticos, testes estatísticos, tabelas e gráficos, com o objetivo de caracterizar a região do estudo.

Desta forma, a área foi descrita através de mapas, fotos, quadros e tabelas. Uma representação esquemática da metodologia é apresentada na Figura 16.

Figura 16. Representação esquemática da metodologia utilizada nesta tese.



Fonte: Adaptada de Dantas (2008).

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA FOTOETNOGRÁFICA

As imagens descritas e discutidas neste estudo baseiam-se no olhar fotoetnográfico da autora.

Segundo Fonseca e colaboradores (2018, p.174), a fotoetnografia “é um método que utiliza a fotografia como narrativa imagética capaz de preservar o dado e convergir para o leitor uma informação cultural a respeito do grupo estudado”. Quiles e colaboradores (2012), por sua vez, definem a fotoetnografia como uma construção de narrativas visuais fotográficas na perspectiva do olhar antropológico sobre diferentes grupos e práticas sociais.

Os registros fotográficos são capazes de documentar um período ou um momento histórico, propiciando o registro de um processo de transformação ou de construção de uma sociedade e/ou de uma cultura (FONSECA *et al.*, 2018).

Segundo Kossoy (2002), nas décadas de 1990 e 2000 houve o que ele chama de “Revolução Documental”. A partir desse momento, a fotografia passa a ser vista como um documento importante e relevante, sendo “valorizada como objeto de estudo” (KOSSOY, 2002).

O autor da fotografia constrói e interpreta o registro fotográfico de acordo com o seu conhecimento cultural, político e social, não apenas em relação aos elementos que constituem aquela fotografia (SOILO, 2002).

Assim, neste estudo, foram realizadas fotografias do bairro de Manguinhos, Rio de Janeiro – RJ, no ano de 2017. A interpretação e discussão desses registros foram efetuadas com base na vivência pessoal da autora com os moradores da região, com os quais conviveu durante o desenvolvimento do estudo.

Os registros foram feitos utilizando-se uma câmera digital Nikon D3100 e lentes 18-55 mm. As imagens foram captadas no formato padrão JPEG, originalmente coloridas. As fotos apresentadas e discutidas nesse trabalho são originais e sem nenhum tipo de tratamento ou modificação.

Inicialmente, as fotografias eram apenas uma forma de registrar as regiões de coleta de solo, como forma de auxiliar a interpretação dos resultados de análises químicas do material coletado. Entretanto, após o término dos registros, foi possível identificar o potencial e a possibilidade do uso desse material como forma de representar a região de estudo por intermédio de uma linguagem textual e visual.

Desta forma, nesta tese, a fotografia foi utilizada como uma estratégia metodológica. Uma maneira de representação e descrição da área de estudo mediante imagens, percepções e reflexões (FONSECA *et al.*, 2018; SOILO, 2012; MAURENTE; TITTONI, 2007).

3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA QUALITATIVA

O estudo foi elaborado com o auxílio de diversas fontes de informação, incluídos dados primários de concentração dos analitos de interesse (HPAs) na matriz de estudo (solo superficial) e dados secundários obtidos a partir de pesquisa em artigos científicos, vídeos e livros, disponíveis nas bases de dados *Scielo (Scientific Electronic Library Online)*, *Science Direct*, Google Acadêmico e catálogo de periódicos da Capes; pesquisa nos acervos bibliográficos do Catálogo Geral das Bibliotecas da Fiocruz e LILACS; buscas de artigos de jornal e revistas no Google; e reunião de documentos técnico-científicos e administrativos/institucionais sobre o Bairro de Manguinhos. Também foram realizadas pesquisas na biblioteca da Escola Nacional de Saúde Pública e visitas às comunidades e conjuntos habitacionais de Manguinhos. Esta fase foi a base do trabalho e permitiu novas considerações e reformulações do projeto, considerando as novas informações e os dados adquiridos ao longo do processo.

As buscas de dados e informações sobre os diferentes aspectos de interesse para a construção desta tese se deram nas diversas bases de dados citadas, utilizando-se de palavras-chave escolhidas.

Assim, a pesquisa sobre as atividades industriais e suas interferências na saúde humana e ambiental foi direcionada pelas palavras-chave: áreas industrializadas, HPAs, contaminação do solo, rodovias, área urbana, refinaria. No caso de assentamentos humanos em regiões de baixa renda, a busca norteou-se pelas palavras-chave: favela, Manguinhos, epidemiologia crítica, processo de imposição. As buscas sobre a história de Manguinhos, bem como dos trabalhos anteriores realizados na região foram intermediadas pelas palavras-chave: Manguinhos, contaminação ambiental, saúde ambiental. Também foram realizadas buscas de artigos de jornais e revistas no Google com as palavras-chave: Manguinhos, PAC, Refinaria de Manguinhos. Finalmente, as buscas sobre as características físico-químicas e de toxicidade dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e sobre as legislações vigentes no Brasil e no mundo foram realizadas nas bases de dados *da Scielo*, nos *sites* da USEPA, ATSDR, IARC, CETESB,

WHO, na Lei de Proteção do Solo Alemã e na Comissão Europeia. As palavras-chaves usadas foram: HPA, contaminação do solo e toxicologia.

Os trabalhos e documentos obtidos foram analisados e seus resumos lidos, de forma a selecionar os arquivos de relevância para este estudo. Uma vez selecionados, foram organizados e agrupados por assunto, a saber: atividades industriais e suas interferências na saúde humana e ambiental; assentamentos humanos em regiões de baixa renda; história da ocupação humana e industrial de Manguinhos; estudos anteriores realizados em Manguinhos na área ambiental e na área da saúde e toxicologia dos HPAs; legislações vigentes no Brasil e no mundo. Essa fase correspondeu à caracterização do problema. e permitiu a sistematização dos dados qualitativos e quantitativos (secundários) obtidos.

As informações e dados sobre a toxicologia e a legislação dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram utilizados para a construção do capítulo que aborda as características físico-químicas e de toxicidade dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos contaminantes do solo da região de estudo, capítulo 2 desta tese.

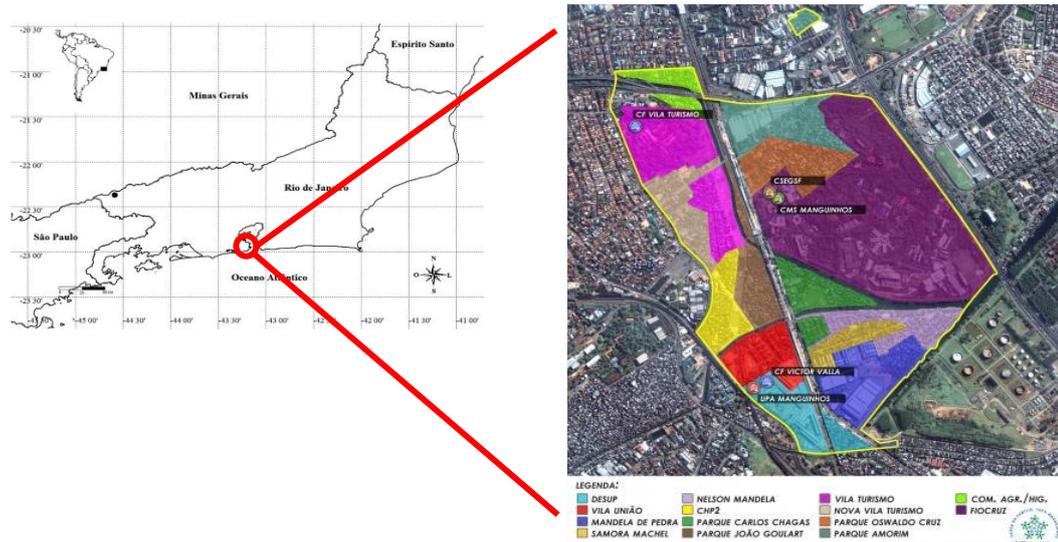
3.3 METODOLOGIA DAS ANÁLISES DE HPAS NO SOLO DE MANGUINHOS

3.3.1 Metodologia de campo

A metodologia de campo iniciou-se com a construção do Plano de Amostragem de Solo para a área de estudo, o bairro de Manguinhos, construído no Programa Teias-Escola Manguinhos e da Rede do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento em Saúde Pública/PDTSP-TEIAS (2011).

Neste trabalho, optou-se por considerar os limites territoriais do bairro de Manguinhos como recorte da área de estudo, por ser este o recorte espacial mais bem definido pela legislação municipal e também por ser este o recorte utilizado no Inquérito sobre Condições de Saúde e Utilização de Serviços de Saúde no território de Manguinhos, Rio de Janeiro, do Programa Teias-Escola Manguinhos e da Rede do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento em Saúde Pública/PDTSP-TEIAS (BRUNO *et al.*, 2011), como pode ser observado na Figura 17.

Figura 17. Perímetro da Área de Estudo: Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Bruno *et al.* (2011, 2016); Oliveira *et al.* (2012).

Após definido os limites territoriais, foi definido o solo superficial como a matriz a ser analisada. Inicialmente, a matriz água subterrânea havia sido considerada no escopo do trabalho; entretanto, em pesquisa de campo preliminar, verificou-se haver apenas três poços artesianos na região de estudo, todos em desuso. Desta forma, essa matriz foi descartada. A matriz poeira doméstica também foi descartada devido à dificuldade encontrada pela equipe de acesso às residências da região, seja pela insatisfação da população com as inúmeras pesquisas realizadas sem retorno de resultados, seja pela violência e constantes confrontos entre policiais e traficantes na região.

Desta forma, a matriz solo superficial foi considerada a mais apropriada para o estudo, devido à translocação dos HPAs no ambiente, preferencialmente através da via atmosférica, com deposição no solo superficial, porção do solo que a população geralmente entra em contato. Uma vez na atmosfera, os HPAs se associam ao material particulado mais fino presente nesta e se distribuem amplamente. Por possuírem alto coeficiente de partição entre octanol-água, o processo cumulativo tende a se dar preferencialmente em compartimentos ambientais terrestres, como sedimentos e solos superficiais, ricos em matéria orgânica (MEIRE *et al.*, 2007).

Desta forma, o Plano de Amostragem para a coleta de amostras de solo superficial e seu perímetro podem ser vistos na Figura 18. O Plano corresponde à projeção de uma grade regular sobre o mapa do bairro, com intervalos de 150 m entre os pontos de encontro das linhas (INPE, 2006), o que resultou em 72 pontos de coleta de solo. A área total amostrada contém aproximadamente 1.618.400 m² e integra as 12 comunidades do Complexo de Manguinhos (Conjunto Habitacional Proletário 2/CHP2; Comunidade Agrícola Higienópolis; Conjunto

EMBRATEL Manguinhos; DESUP; Mandela de Pedra, Nelson Mandela, Parque João Goulart; Parque Oswaldo Cruz; Samora Machel; Vila Turismo, Parque Carlos Chagas e Vila União), o *Campus* da FIOCRUZ, a Fundação Abrigo Cristo Redentor e a Vila Arará. O traçado da malha foi elaborado para que o número de pontos amostrais fosse estatisticamente representativo para a caracterização da área de estudo.

Do total das 72 amostras coletadas, 53 são provenientes de pontos amostrais localizados nas 12 comunidades integrantes do Complexo de Manguinhos, 10 de pontos no *Campus* da Fiocruz, 8 provenientes de estações na área da Fundação Abrigo Cristo Redentor e apenas uma foi coletada em comunidade não integrante do Complexo de Manguinhos, na Vila Arará,.

Elaborou-se também um plano de amostragem temporal. Entretanto, nem sempre foi possível seguir o planejamento. As chuvas e os conflitos armados frequentes na região impossibilitaram a coleta por inúmeras vezes. Antes da saída para coleta, era sempre necessário verificar a possibilidade de confrontos armados na região. Nesses dias de confrontos, o trabalho se restringia apenas ao trabalho interno, no laboratório, e a coleta era transferida para o outro dia.

A coleta de amostras em um território onde a ocorrência de conflitos armados é uma possibilidade frequente e que se dá sem aviso prévio é um trabalho tenso. Esse foi um dos motivos de os bolsistas que auxiliaram este estudo serem todos moradores de Manguinhos. A contratação de bolsistas moradores de Manguinhos facilitou o acesso à região, mas foi, principalmente, uma questão de inclusão social. A Fiocruz como instituição pública, tem o papel de incluir os moradores no processo de construção de conhecimento, de dar ouvidos aos moradores, à sua desconfiança com respeito às “pesquisas” feitas na comunidade que, em geral, não dão o retorno à comunidade dos resultados encontrados nem reverterem os conhecimentos produzidos em benefício da região e seus moradores.

As amostras foram coletadas em quatro campanhas, uma em cada uma das quatro estações do ano, no período de janeiro de 2014 a outubro de 2014, perfazendo um total de 288 amostras de solo superficial.

Não foram realizadas coletas em dias chuvosos e nem dois dias após chuvas fortes, pois um solo muito molhado, lamoso, inviabiliza a extração dos analitos de interesse.

Os pontos de coleta foram nomeados utilizando-se as letras correspondentes às abreviações dos nomes das comunidades, de forma que a cada uma delas foi atribuída uma sigla composta por três letras; o número do ponto de coleta no plano de amostragem, acrescido do número correspondente à campanha realizada; e o ano da coleta. Para exemplificar, a amostra

identificada como PJG36-1/14 é a amostra coletada no ponto 36, na comunidade Parque João Goulart, na 1ª campanha de coleta e no ano de 2014.

Assim, as 12 comunidades integrantes da área amostral receberam as seguintes siglas: Conjunto Habitacional Proletário 2/CHP2 (CHP); Comunidade Agrícola Higienópolis (CAH); Conjunto EMBRATEL Manguinhos (CEM); DESUP (DES); Mandela de Pedra (MAP), Nelson Mandela (NMA), Parque João Goulart (PJG); Parque Oswaldo Cruz (POC); Samora Machel (SAM); Vila Turismo (VTU), Parque Carlos Chagas (PCC) e Vila União (VUN).

As outras três áreas integrantes do plano de amostragem foram a Fundação Abrigo Cristo Redentor (ACR), Fundação Oswaldo Cruz (FIO) e a Vila Arará (VAR) que, apesar de ser uma comunidade não integrante do Complexo de Manguinhos, recebeu um ponto de coleta, o de número 77, por estar localizado à margem do rio Faria Timbó, do lado oposto ao terreno onde se situa a Refinaria de Manguinhos. Entretanto, as coletas nesse ponto não puderam ser realizadas devido à dificuldade de acesso à comunidade e ao perigo constante de conflitos armados.

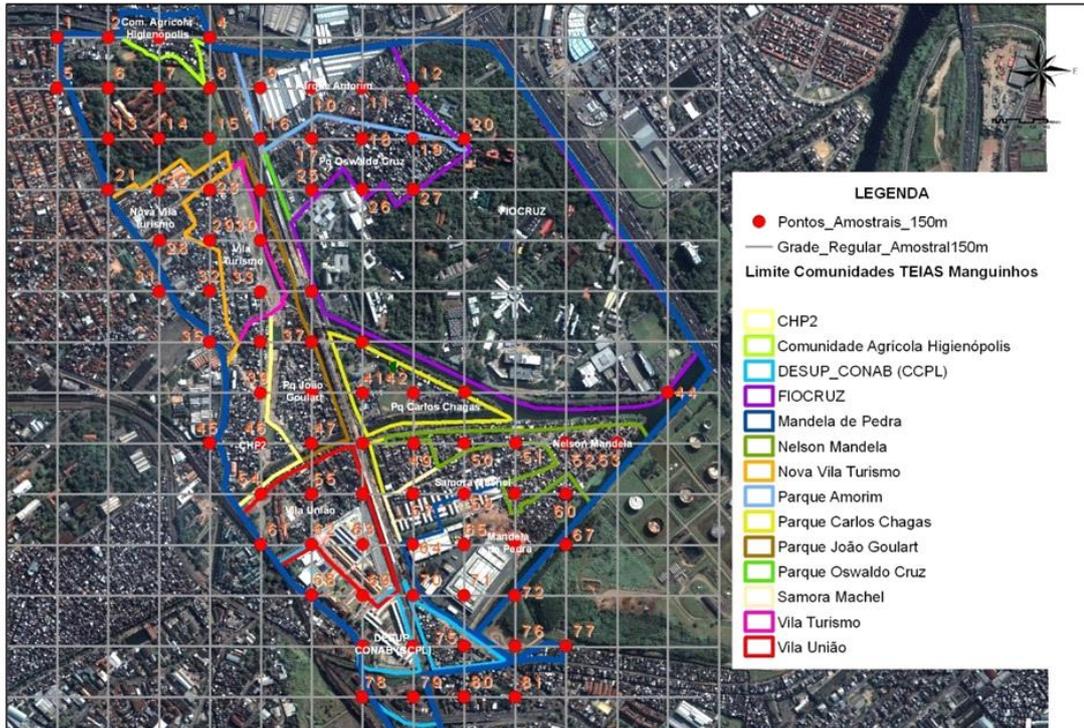
Essas siglas identificam as amostras desde sua coleta no campo até os resultados das análises no laboratório, assim como os registros de imagens e demais informações obtidas em cada ponto.

O estudo preliminar para a identificação e caracterização do solo superficial da região de Manguinhos teve início com uma pesquisa bibliográfica, cujas principais referências foram o Mapa Pedológico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a metodologia adotada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) para classificação e mapeamento de solos do Estado do Rio de Janeiro. Foi selecionado o mapa digital georreferenciado do CPRM-RJ como fonte de informação pedológica, em função do detalhamento da escala otimizada para a região da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, onde se insere a Sub-Bacia do Rio Faria Timbó e Canal do Cunha.

Uma vez classificado o solo de Manguinhos, foi possível localizar outra região geográfica de mesma tipologia, em uma área supostamente “descontaminada”, o que se confirmou posteriormente com auxílio das técnicas laboratoriais. A classificação do solo de Manguinhos foi muito útil na seleção do solo superficial a ser usado como padrão, ou seja, aquele de características físicas e químicas similares às de Manguinhos, porém o mais isento possível da contaminação pelos compostos de interesse. Esse solo foi usado, então, como padrão para estudos de recuperação das amostras pesquisadas, e também possibilitou a verificação da reprodutibilidade do método utilizado na quantificação dos HPAs nas amostras de campo. As

amostras de solo-padrão foram coletadas em período seco, no Distrito de Suruí, município de Magé, área com a mesma tipologia do solo de Manguinhos.

Figura 18. Plano de Amostragem de Solo para Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Adaptado do Google Earth (2012).

Cada ponto de coleta foi georreferenciado com auxílio de um Sistema de Posicionamento Global – GPS, anotando-se a latitude e a longitude obtidas no local. Para cada ponto, foi preenchido um protocolo de amostragem de solo superficial com os seguintes dados: data e hora da coleta, latitude e longitude, local, código da amostra, clima, descrição do local de coleta e outras observações que a equipe considerou pertinentes. Posteriormente, esse protocolo foi colado em um caderno de registro de amostras, e preenchida uma etiqueta de identificação da amostra, que foi colada em cada uma das amostras coletadas. Optou-se por não levar o caderno de registro de amostras para campo devido à insegurança da região de estudo. A equipe de coleta se deslocava com o mínimo de material possível, de modo a ter mobilidade e velocidade no caso de uma situação de risco. A figura 19 mostra o exemplo de uma página do caderno de registro de amostras com o protocolo de amostragem do solo superficial.

Figura 19. Caderno de registro de amostras com o protocolo de amostragem de solo superficial.

Coleta de Amostras de SOLO do Complexo de Manguinhos		42/14	3
Data: <u>13/01/2014</u>	Latitude: <u>7468874</u>		
Hora: <u>10:02</u>	Longitude: <u>679278</u>		
Local: <u>Sarmis Jorge</u>	Código: <u>VTU-c1-33/14</u>		
Precisão: <u>13 m</u> Elevação: <u>5 m</u>	Clima: Ensolarado <input checked="" type="checkbox"/> Nublado ()		
<u>Descrição do local de Coleta:</u>			
<u>Em frente uma caçamba de lixo e um rio, dentro da Rota.</u>			
<u>Descrição dos aspectos morfológicos do solo e material de coleta:</u>			
Tipo: Argiloso () Arenoso () Argiloso e Arenoso <input checked="" type="checkbox"/>			
Estado: Seco <input checked="" type="checkbox"/> Pouco Úmido ()			
Cor: Cinza <input checked="" type="checkbox"/> Marrom () Preto () Vermelho () Amarelo ()			
Obs: Raiz () Pedra <input checked="" type="checkbox"/> Lixo <input checked="" type="checkbox"/> Entulho/obra () Fezes () Aterro <input checked="" type="checkbox"/>			
Uso do trado () Uso da enxada <input checked="" type="checkbox"/> Uso da pá de aço inox ()			

Fonte: Acervo Pessoal (2014).

A área de cada ponto de coleta (cerca de 1m²) foi limpa, desmatada e os materiais grosseiros presentes no local foram retirados com auxílio de uma enxada e de uma pá previamente limpas. Inicialmente, as amostras eram coletadas com o auxílio de um trado, entretanto a equipe preferiu usar apenas a enxada e a pá para otimizar o tempo e aumentar a eficiência de cada coleta, pois o trado mostrou-se difícil de operar, causando perda de tempo e coleta insuficiente de material em cada perfuração, devido às características do solo superficial da região.

Foram coletadas 10 subamostras de solo em cada ponto determinado, que se combinaram para compor uma amostra. Após a coleta, as subamostras foram colocadas em folha de papel Kraft, misturadas, embrulhadas, identificadas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente amarrados com barbante e enviadas ao laboratório para posterior preparo e análise química. Cada amostra composta fez um total de cerca de 2 kg de solo.

Após cada amostragem do solo, os equipamentos utilizados eram devidamente descontaminados para que uma nova coleta pudesse ser efetuada. A descontaminação dos equipamentos de amostragem era efetuada no próprio local da coleta, de modo a agilizar a campanha de amostragem e evitar a saída de material contaminado da área.

Desta forma, os amostradores - a enxada e a pá - foram descontaminados seguindo o seguinte procedimento (ATSDR, 2001):

- Remoção do solo aderido por meio de espátula ou escova de aço;
- Lavagem do amostrador com água potável utilizando detergente alcalino para laboratório, isento de fósforo;
- Enxague com água potável;
- Enxague com água deionizada;
- Enxague com solução de ácido clorídrico 5 %;
- Enxague novamente com água deionizada;
- Enxague com acetona comercial;
- Enxague com hexano grau resíduo de pesticida;
- Acondicionamento do equipamento em recipiente limpo, deixado secar ao ar e embalado para a próxima coleta.

3.3.2 Metodologia Analítica

Após a coleta, as amostras de solo foram levadas para o laboratório, onde foram processadas, conforme as seguintes etapas: primeiramente, foram secas à temperatura ambiente sobre papel Kraft recoberto com papel alumínio durante 10 dias. Após a secagem, foi retirado todo o material grosseiro visível (pedras, galhos, folhas, entre outros). Em seguida, as amostras foram peneiradas (tamizadas) em sequência, em um conjunto de peneiras na ordem de 02, 10 e 20 *mesh*. As peneiras foram limpas por retirada mecânica de todo o material sólido, lavagem exaustiva com água corrente, rinsagem com álcool etílico grau técnico e rinsagem com acetona grau resíduo de pesticida. Cada amostra foi então subdividida em 4 partes iguais, designadas de A, B, C e D. As partes A e D foram misturadas e homogeneizadas gerando a porção 1. As partes B e C também foram misturadas e homogeneizadas gerando a porção 2. As Porções 1 e 2 foram então recombinadas e a operação de quarteirização repetida para obtenção da amostra homogeneizada. As amostras homogeneizadas foram acondicionadas em frasco coletor estéril com um volume de 80 ml e estocadas em *freezer* à temperatura de -25 °C, para análise posterior nos laboratórios do Departamento de Saúde e Saneamento Ambiental (DSSA). A coleta, o processamento e as análises dos HPAs foram realizadas de acordo com a adaptação dos métodos USEPA-Método 3550B, USEPA-Método 3630C e USEPA-Método 8270D (USEPA, 1996b, 1996a, 2007b).

Foram identificados e quantificados nas amostras de solo de Manguinhos dez (10) compostos distintos de HPAs, a saber: antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(k)fluoranteno,

benzo(g,h,i)perileno, benzo[a]pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, indeno (1,2,3-c,d)pireno e naftaleno.

A determinação dos HPAs foi realizada por cromatografia gasosa com detector de espectrometria de massas (USEPA-Método 8270), a extração foi realizada com diclorometano e acetona 1:1 em ultrassom (USEPA-Método 3550B), a purificação foi em coluna de sílica gel (USEPA-Método 3630C) e a amostra foi concentrada por meio da evaporação do solvente com gás nitrogênio grau de pureza 99,995%. Este método de concentração é simples, rápido, barato e conveniente para a troca de solvente, quando necessária.

Devido aos analitos alvo serem semivoláteis, as amostras foram retiradas do *freezer* apenas no momento da análise e mantidas sobre a bancada até atingirem a temperatura ambiente. Imediatamente após, foi pesado 1 g de cada amostra em um tubo de ensaio, com capacidade de 10 mL e tampa de rosca esmerilhada, para análise de HPAs.

As amostras pesadas para análise de HPAs foram, em seguida, fortificadas com 100 µL de uma solução a 2 µg/L de p-terfenil-d¹⁴ (Sigma) para avaliar a eficiência da metodologia de extração e foram deixadas em repouso por 15 minutos para que o solvente evaporasse. A cada amostra foi adicionado 0,5 g de sulfato de sódio anidro com o objetivo de reter o excesso de umidade.

Os tubos foram agitados para promover a homogeneização das amostras. A cada uma delas foi adicionado 5 mL de solução acetona/diclorometano (1:1), sendo então submetidas à extração em ultrassom por 24 minutos. Em seguida, foram centrifugadas a 3.500 rpm durante 5 minutos. O sobrenadante, contendo os analitos de interesse, foi transferido para um tubo de ensaio de 10 mL. Ao resíduo da extração foram adicionados mais 5 mL da mesma solução acetona/diclorometano (1:1), repetindo-se a operação.

Juntaram-se todos os extratos, que foram concentrados sob fluxo de nitrogênio. O volume foi reduzido a aproximadamente 500 µL. Esse extrato concentrado foi reservado para a etapa de purificação.

Para a etapa de purificação dos extratos obtidos foi utilizada uma coluna para extração em fase sólida de sílica gel com 6 g/mL. Esses cartuchos foram condicionados eluindo duas vezes cada coluna com 10 mL diclorometano e uma vez com 10 mL de solução acetona/diclorometano (1:1). Após o condicionamento das colunas, os extratos obtidos na etapa anterior foram eluídos com 10 mL de diclorometano e posteriormente concentrados sob fluxo de nitrogênio até o volume de aproximadamente 300 µL, transferidos volumetricamente para um *vial* âmbar e o volume ajustado para 1,0 mL com acetona.

A identificação dos compostos nas amostras de solo foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) de acordo com as condições descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Condições analíticas para a determinação de HPAs em solo.

Instrumento	Espectrômetro de massas, Agilent 5973N acoplado ao cromatógrafo de fase gasosa, Agilent 6890 Series
Coluna	Capilar de sílica fundida recoberta com DB-5, 5 % de fenilmetilsilicone, 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 1,0 µm de espessura de filme (J&W Scientific)
Gás carreador	Hélio com vazão de 1,0 mL/min. (constante)
Método de injeção	Volume injetado de 1 µL; sem divisão de fluxo; com temperatura do injetor de 280°C
Programação do forno	Temperatura inicial de 40 °C; rampa de aquecimento de 50 °C/min. até 80 °C, rampa de aquecimento de 6 °C/min. até 280 °C, isoterma por 25 min., rampa de aquecimento de 12 °C/min. até 305 °C, isoterma por 10 min.
Analizador de massas	Quadrupolo; Temperatura do detector: 300 °C; Modo de ionização de impacto de elétrons

Para a análise quantitativa de todas as amostras foi utilizado o método com monitoramento seletivo de íons (MSI). O tempo de retenção e os íons característicos (m/z) de cada composto em estudo foram obtidos através de uma análise com varredura linear de padrões autênticos na faixa de massas de 50 – 550 Da.

A determinação quantitativa dos 10 HPAs foi realizada através da elaboração de curvas de calibração com padronização externa.

A padronização externa seguiu o mesmo procedimento das amostras. Foi pesado 1 g de solo padrão em um tubo de ensaio com capacidade de 10 mL e tampa de rosca esmerilhada, para análise de HPAs.

As amostras pesadas para análise de HPAs foram fortificadas com uma solução contendo a mistura dos 10 HPAs de interesse de modo a obter as seguintes concentrações finais: 0,005 µg/g; 0,075 µg/g; 0,250 µg/g; 0,750 µg/g e 1,250 µg/g. Para cada concentração foram realizadas triplicatas. Foram então adicionados a cada amostra 100 µL de uma solução a 2 µg/L de p-terfenil- d^{14} (Sigma), para avaliar a eficiência da metodologia de extração, deixando-as em repouso por 15 minutos para evaporação do solvente. A cada amostra foi adicionado 0,5 g de sulfato de sódio anidro com o objetivo de reter o excesso de umidade.

Repetiram-se então os procedimentos descritos anteriormente: agitação dos tubos para homogeneização das amostras; adição às amostras de 5,0 mL de solução acetona/diclorometano (1:1) e sua submissão à extração em ultrassom por 24 minutos. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 3500 rpm durante 5 minutos e o sobrenadante, contendo os analitos de interesse, foi transferido para um tubo de ensaio de 10 mL. Novamente, outros 5,0 mL da mesma solução acetona/diclorometano (1:1) foram acrescentados ao resíduo da extração, repetindo a operação. Feito isto, juntaram-se todos os extratos, que foram então concentrados sob fluxo de nitrogênio. O volume foi reduzido a aproximadamente 500 μ L e o extrato resultante foi reservado para a etapa de purificação.

A purificação dos extratos obtidos foi realizada por meio de uma coluna para extração em fase sólida (SPE) de sílica gel com 1/6 g/mL. Aqui também os cartuchos foram condicionados eluindo duas vezes cada coluna com 10 mL diclorometano e uma vez com 10 mL de solução acetona/diclorometano (1:1). Após o condicionamento das colunas, os extratos obtidos na etapa anterior foram eluídos com 10 mL de diclorometano e posteriormente concentrados sob fluxo de nitrogênio até o volume de aproximadamente 300 μ L, transferidos volumetricamente para um *vial* âmbar, ajustando-se com acetona o volume final para 1,0 mL.

A identificação dos compostos nas amostras de solo foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) de acordo com as mesmas condições descritas na Tabela 9.

As curvas de calibração foram construídas plotando-se no eixo das abcissas (y) a área do analito, e no eixo das ordenadas (x) suas concentrações (em μ g/mL).

A linearidade do sistema foi medida através do teste de Homogeneidade da Variância dos Resíduos (Teste de Brown-Forsythe); do teste de Regressão e de Desvio de Linearidade (ANOVA); do teste de autocorrelação dos resíduos (Teste de Durbin-Watson); e do teste de Normalidade (Teste de Ryan-Joiner).

3.4 METODOLOGIA DO TRATAMENTO DOS DADOS

Nesta fase da metodologia, os dados de concentração dos HPAs no solo de Manguinhos foram utilizados para a construção dos mapas temáticos da região de estudo. Para cada ponto de coleta, primeiramente, foram calculados os somatórios dos 10 HPAs prioritários para cada uma das 4 coletas realizadas, e assim foram obtidos quatro resultados de concentração para cada ponto.

A análise estatística desses quatro resultados, para cada ponto de coleta, foi realizada por meio do cálculo da mediana e do valor máximo, o que gerou dois resultados por ponto: mediana e pior situação (valor máximo). Os valores calculados foram então comparados aos valores estipulados na legislação holandesa, que também utiliza como referência esse somatório de 10 HPAs prioritários. A Lista Holandesa foi escolhida por ser a referência utilizada pela CETESB, órgão ambiental brasileiro que possui uma normativa de valores limites para concentração de poluentes no solo.

Os dados meteorológicos do ano de 2014 foram obtidos nos *sites* do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e no *site* do Alerta Rio da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.

No *site* do INMET foram obtidos os dados históricos do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, um banco de dados para apoiar as atividades de ensino e pesquisa e outras aplicações em meteorologia, hidrologia, recursos hídricos, saúde pública, meio ambiente, entre outras. Após o cadastro no BPMED, os dados meteorológicos do ano de 2014 foram acessados na Estação Rio de Janeiro - RJ (OMM: 83743), Latitude (graus): -22.89; Longitude (graus): -43.18; Altitude (metros): 11,10. Na opção Série histórica - dados diários as variáveis selecionadas foram: Precipitação, Temperatura Máxima; Temperatura Mínima; Insolação; Temperatura Compensada Média; Umidade Relativa Média e Velocidade do Vento Média. Na opção Série histórica – dados horários as variáveis selecionadas foram: Pressão Atmosférica na Estação; Direção do Vento; Velocidade do Vento. Entretanto esses dados foram descartados pois esse banco de dados encontra-se incompleto faltando dados das variáveis escolhidas nas datas e horários necessários.

No *site* do Alerta Rio, da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, foram obtidos os dados históricos meteorológicos do ano de 2014 da estação meteorológica 32 – São Cristóvão, estação geograficamente mais próxima do território de Manginhos. Utilizaram-se todas as variáveis desse banco de dados: Chuvas, Direção do Vento, Velocidade do Vento, Temperatura, Pressão atmosférica e Umidade.

Os dados meteorológicos do Alerta Rio foram delimitados e salvos em uma planilha no *software Excel*. Foram selecionados aqueles dados cujas datas coincidiam com as datas das coletas de solo nos pontos de amostragem, em horário o mais próximo possível do horário da coleta em cada ponto. Quando esse dado era inexistente, foi utilizado o horário mais próximo do horário da coleta que possuía dado disponível.

A análise estatística não pode trabalhar com células vazias; dessa forma, escolheu-se trabalhar com os dados mais próximos a fim de não perder pontos de coleta, visto que as variações meteorológicas ao longo de uma mesma hora são significativamente pequenas.

De posse dos dados meteorológicos, foram realizados testes estatísticos de análise de agrupamento (análise de Cluster), que categorizam os dados dividindo-os em grupos menores, com a construção de dendrogramas para avaliação da similaridade relativa das observações dentro desses grupos menores.

Para avaliação das similaridades ou dissimilaridades entre as estações do ano, foi realizado primeiramente o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, pareados e bilaterais; o teste indicou que os dados não seguem a normalidade. Desta forma, foi realizado o teste Kruskal-Wallis, que alguns autores vêm mostrando como um dos melhores testes para significância de dados não paramétricos (LATTIN *et al.*, 2011; PAGANO; GAUVREAU, 2006).

As bases gráficas dos setores censitários e as variáveis socioambientais foram obtidas do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011). O código do setor censitário foi utilizado para fazer a integração entre o mapa e o banco de dados das variáveis socioambientais e os indicadores calculados.

Os dados de concentração de HPAs, juntamente com todas as informações acima, foram integrados espacialmente e manipulados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Foi então realizada uma análise espacial, com auxílio de algumas ferramentas do SIG.

Os mapas de “calor”, para identificação de áreas “quentes” (altas concentrações) de contaminação por HPAs, nas diferentes estações do ano e para os valores de mediana e pior situação (valores máximos) foram construídos no *software QGis 3.2.1*. Assim também os Polígonos de Voronoi, que mostram a estrutura espacial dos pontos georreferenciados e as áreas de influência de contaminação por HPAs.

O Índice de Moran foi calculado com o auxílio do *software CrimeStat III*, para a verificação da autocorrelação espacial entre áreas vizinhas contaminadas por HPAs.

Ainda com o *QGis 3.2.1*, foram construídos Mapas de *Buffer*, com o objetivo de verificar a área de influência dos pontos com concentração acima dos valores de alerta da legislação. Foram construídos também mapas temáticos, a partir dos indicadores do IBGE e das respectivas taxas calculadas a partir destes, elaborados de forma a apresentar os resultados das associações entre as variáveis socioambientais e a dispersão de concentração de HPAs no território estudado, tendo como base o plano de amostragem. Foram utilizadas as cores: vermelho para valores superiores aos valores de intervenção, laranja para valores superiores aos valores de

alerta, amarelo para valores entre os valores de alerta e os de referência e bege para os valores inferiores aos valores de referência.

Os mapas temáticos foram construídos com os valores das taxas calculadas da seguinte forma:

- a) a taxa de domicílios particulares permanentes foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de domicílio particular permanente dividido pelo total de domicílios em cada setor censitário.
- b) a taxa de domicílios particulares permanentes com moradia adequada foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de domicílio particular permanente com moradia adequada dividido pelo total de domicílios em cada setor censitário.
- c) a taxa de domicílios com abastecimento de água por rede pública foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de domicílios com abastecimento de água por rede pública dividido pelo total de domicílios em cada setor censitário.
- d) a taxa de domicílios ligados à rede urbana de esgoto foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de domicílios ligados à rede urbana de esgoto dividido pelo total de domicílios em cada setor censitário.
- e) a taxa de domicílios com coleta regular de lixo foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de domicílios com coleta regular de lixo dividido pelo total de domicílios em cada setor censitário.
- f) a taxa de pessoas acima de 5 anos alfabetizadas foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de pessoas acima de 5 anos alfabetizadas dividido pelo total de pessoas em cada setor censitário.
- g) a densidade populacional foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de número de moradores por domicílio dividido pelo total de domicílios em cada setor censitário.
- h) a taxa de moradores em domicílios particulares permanentes com moradia adequada foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de moradores em domicílio particular permanente com moradia adequada dividido pelo total de moradores em cada setor censitário.

Em resumo, a área foi caracterizada através de mapas, fotos, quadros e tabelas, seguidos de uma discussão sobre os dados obtidos na pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MANGUINHOS ENTRE NOVOS VELHOS CENÁRIOS

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do Governo Federal, foi lançado em 2008 para a Comunidade de Manguinhos com promessas de habitação, urbanização, educação, saúde e lazer. Prometia também emprego e qualificação profissional para os moradores, além de regularização fundiária e participação social (HISTÓRIA..., 2017). No ano seguinte, foi inaugurado, como parte das obras do PAC, o Centro Cívico de Manguinhos, que, conforme já mencionado no capítulo 2, reunia oito espaços comunitários, entre eles uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA), o Parque Aquático, a Biblioteca Parque, a Casa da Mulher, além de centros de apoio comunitário (GERJ, 2017).

Em dezembro de 2016, a Biblioteca Parque funcionava com poucos funcionários e em regime de escala; o Colégio Estadual Compositor Luiz Carlos da Vila, que foi reformado com a promessa de vir a ser modelo de ensino, sofria com depredação e furtos frequentes, sendo mantido por meio de mutirões de reparo organizados pela própria comunidade; o espaço onde funcionara a Casa da Mulher já estava abandonado há quase dois anos, e foi invadido e saqueado (GERJ, 2017).

A chegada do PAC Manguinhos causou, em seus onze anos de obras, muitas mudanças na região, algumas positivas e outras negativas.

Dentre as mudanças positivas, é possível citar a elevação da linha férrea. Antes do PAC, as casas eram separadas da linha férrea apenas por um muro, que constantemente era quebrado para o surgimento dos “buracos de passagem”. Muitos acidentes fatais ocorriam nesses acessos clandestinos, além da exposição dos moradores ao ruído e às trepidações causados pela passagem dos trens.

Entretanto, os moradores da região não concordam totalmente com a afirmação de que “a elevação da minha férrea só trouxe benefícios”. Segundo o relatório final do Projeto Criança em Foco (CECIP, 2016), a elevação da linha férrea e as obras de construção do Parque Linear causaram uma grande desestruturação na vida cotidiana dos moradores de Manguinhos. O Parque Linear prometido nunca foi construído em sua totalidade e, em seu lugar, é possível ver muitas construções e habitações precárias e irregulares. A Rua Leopoldo Bulhões corta uma boa extensão de Manguinhos, entretanto há apenas dois semáforos em toda a extensão da linha

férrea suspensa, sendo esse mais um motivo de reclamação dos moradores: a falta de segurança por falta de regulação eficiente do trânsito.

A construção dos Conjuntos Habitacionais em locais onde antes existiam comunidades com construções de madeira e alvenaria, sem saneamento e sem segurança, também pode ser vista como uma mudança geográfica importante promovida pelo PAC Manguinhos. Inúmeros incêndios e enchentes, que antes ocorriam com frequência, deixaram de acontecer.

É possível destacar também as melhorias na comunidade Nelson Mandela: a Igreja São Miguel Arcanjo foi reformada, a Rua Beira Rio foi asfaltada (Figura 20) e o ponto de encontro do Rio Jacaré com o Canal Faria-Timbó, que era um grande lixão, foi transformado em uma praçinha (Figura 21).

Figura 20. Comunidade Nelson Mandela, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Igreja São Miguel Arcanjo e Rua



Beira Rio.

Fonte: Acervo pessoal da autora (2012, 2017).

Figura 21 - Comunidade Nelson Mandela, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Ponto de encontro do Rio Jacaré com o Canal Faria-Timbó.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2012, 2017).

Dentre as mudanças negativas, é possível citar determinados erros e/ou mal projeções de alguns projetos do PAC Manguinhos. A construção da Via Binário Manguinhos, por exemplo, não previu certos problemas que surgiram, principalmente, pelo fato de as obras terem ficado inacabadas.

O Rio Jacaré foi coberto em um de seus trechos, para a construção de uma rua. A comunidade foi ampliada, no sentido de aumento do espaço livre, com moradias retiradas e ruas “criadas” ou ampliadas, com o objetivo de melhorar o escoamento de água e a ventilação. Entretanto, como as obras não foram finalizadas, novas construções surgiram onde as antigas foram derrubadas, diminuindo o espaço para o escoamento de água e para a ventilação. Dessa forma, chuvas intensas passaram a ocasionar enchentes onde antes não havia, ou pioraram as enchentes nos locais em que já eram um problema, como na Comunidade Parque João Goulart, por exemplo. Além disso, muitas pessoas vivem em situação de risco eminente, em construções de madeira ao longo do rio, como pode ser observado na Figura 22.

Figura 22. Comunidade Parque João Goulart, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): construções irregulares ao longo do Rio Jacaré.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Manguinhos sofre ainda com o problema recorrente da precariedade do recolhimento de resíduos urbanos, isto é, a coleta insuficiente do lixo urbano. Seja pela baixa frequência, ou total falta, de recolhimento do lixo por parte da Comlurb; seja pela quantidade insuficiente de lixeiras públicas disponíveis, existe uma carência do serviço público de limpeza urbana que ocasiona o aparecimento de vários depósitos irregulares de lixo na região.

Assim, Manguinhos convive com mal cheiro, insetos e doenças causadas pelo acúmulo de resíduos urbanos sólidos e pela falta de políticas públicas na região. A Figura 23 mostra caçambas superlotadas, depósitos irregulares em campos abertos e locais de recreação com grande quantidade de resíduos.

Figura 23. Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): evidências da falta de recolhimento de resíduos sólidos urbanos na região.

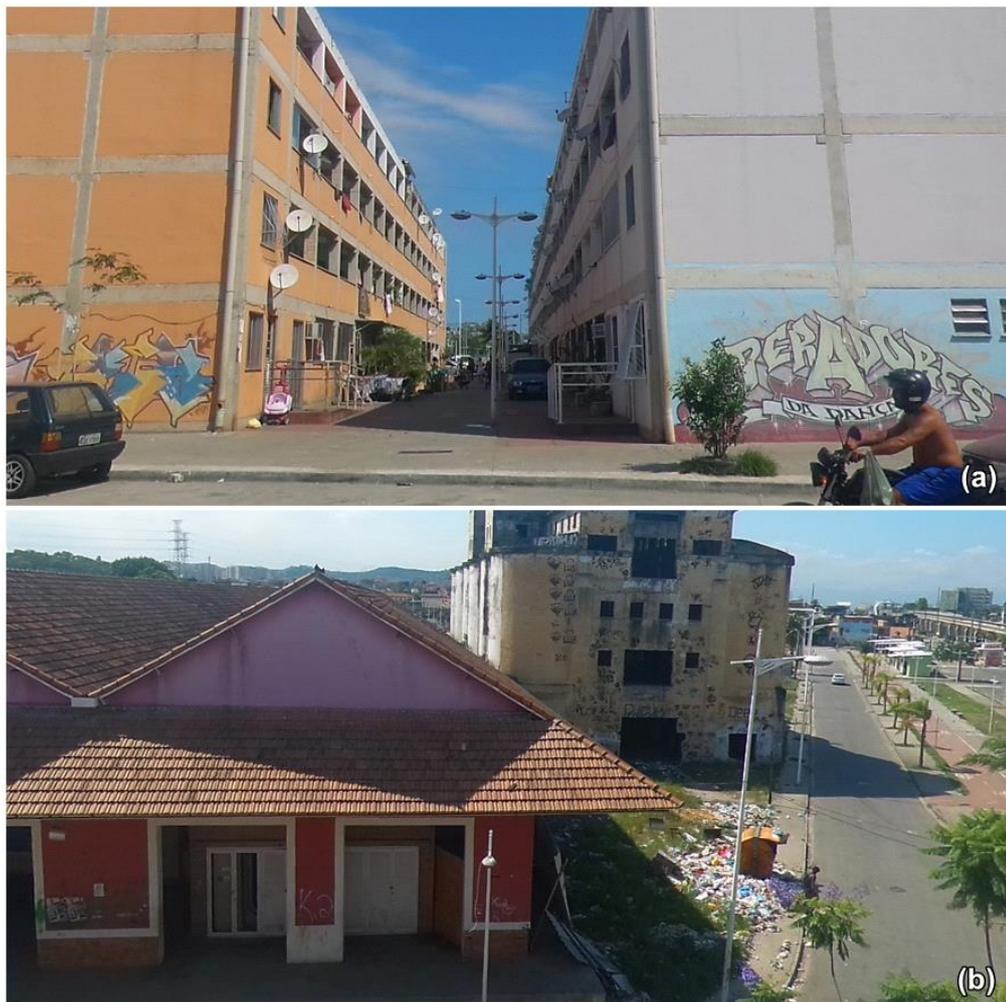


Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Em 2009 também foram entregues as primeiras unidades habitacionais na área do antigo Depósito de Suprimentos do Exército, DESUP. Entretanto, em 2014 os moradores já reclamavam da falta de políticas públicas e de saneamento básico, incluídos a falta de coleta de lixo, o vazamento de esgotos e a falta de abastecimento de água, que acarretou ligações improvisadas de bombas de água. Além dos problemas de saneamento, a população ainda sofre com a falta de senso de coletividade entre alguns moradores – que erguem puxadinhos e gatos, ou deixam lixo a céu aberto – e com a presença de furtos efetuados por "crackeiros" (ALVIM, 2014).

Em 2017, o Conjunto Habitacional DESUP ainda sofria com os mesmos problemas. Uma caminhada rápida pelo condomínio e era possível perceber a inexistência de latas de lixo “laranjas”, da Comlurb, a falta de manutenção nos prédios, e muito lixo espalhado dentro e fora das caçambas, únicos recipientes de lixo que podiam ser vistos no local. A Figura 24a mostra o Conjunto Habitacional e a Figura 24b mostra a vista do quinto andar de um dos prédios do condomínio. A construção que pode ser observada ao lado do depósito irregular de lixo, na Figura 24a, é a Biblioteca Parque Manguinhos.

Figura 24. Conjunto Habitacional DESUP, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

O Centro Cívico Manguinhos, inaugurado em 2009 ainda dentro das obras do PAC, em 2017 encontrava-se sucateado e abandonado pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, tornando a situação ainda pior. O Parque Aquático/Ginásio foi murado e a piscina virou depósito de lixo e de água parada (Figura 25). O Colégio Estadual Compositor Luiz Carlos da Vila estava sem reparos e com um depósito de lixo em sua porta traseira (Figura 26). A Biblioteca Parque encontrava-se fechada, com moradores de rua e dependentes químicos “morando” em sua entrada, cabos de energia à mostra e um grande depósito de lixo em sua lateral (Figura 27). A Casa da Mulher foi transformada em uma barbearia improvisada e o seu entorno passou a ser frequentado por dependentes químicos (Figura 28).

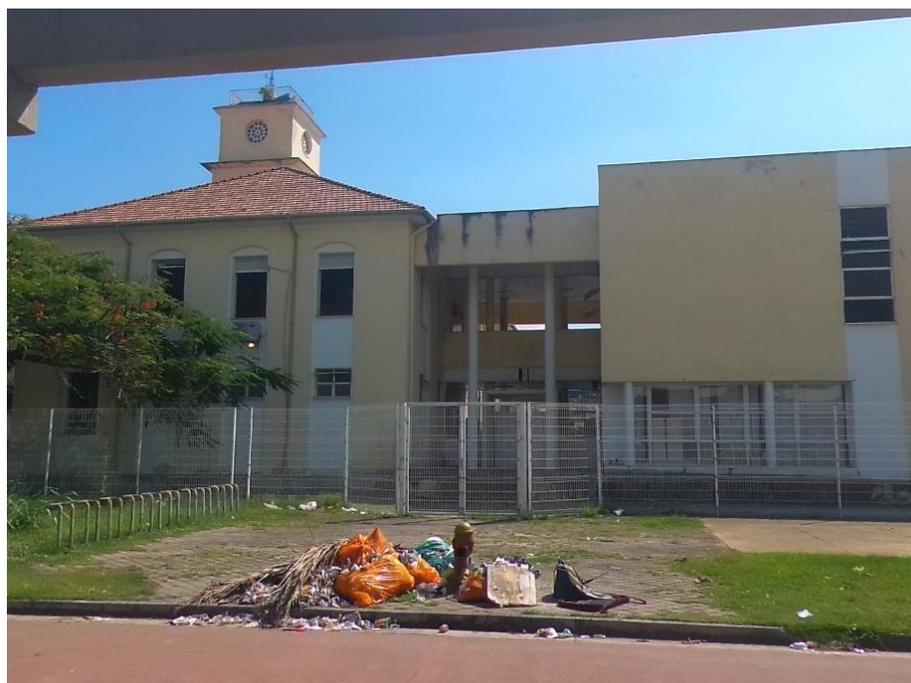
Figura 25. Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Parque Aquático/Ginásio



Legenda: (a) Piscina e (b) muros construídos ao redor do parque aquático.

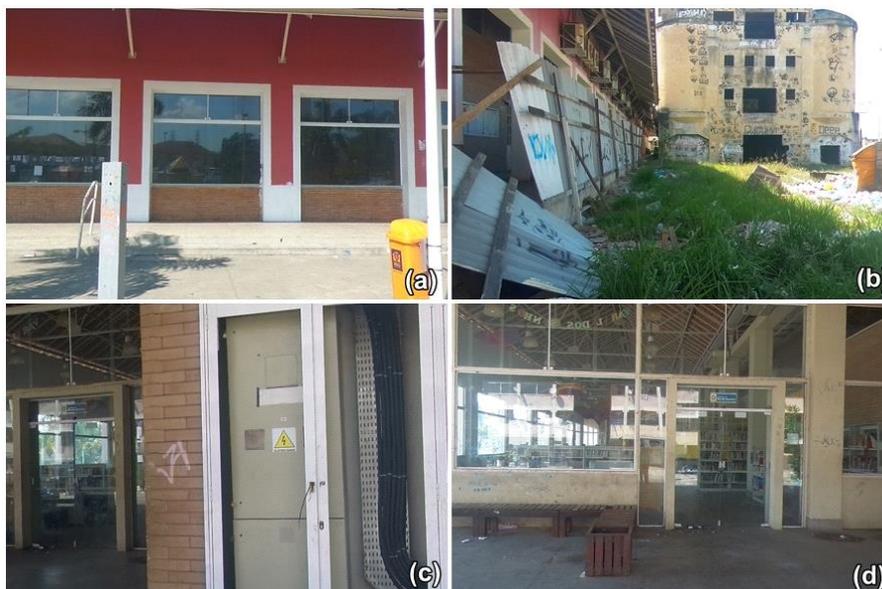
Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Figura 26. Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Colégio Estadual Luiz Carlos da Vila.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Figura 27 - Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Biblioteca Parque.



Legenda: (a) Frente da biblioteca – Fechada; (b) Lateral da Biblioteca com depósito de lixo e o prédio abandonado do exército; (c) Cabos de energia à mostra; (d) Entrada dos fundos da biblioteca, abandonada e com lixo. Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Figura 28. Centro Cívico Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ): Casa da Mulher.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Em 2010 foi inaugurado o Centro Habitacional Embratel, com unidades habitacionais e um espaço urbanizado com praça, equipamentos esportivos e ciclovia. As unidades habitacionais do Conjunto Embratel eram destinadas a famílias que foram removidas de suas residências por causa das obras do PAC em Manguinhos (ESTADÃO, 2016). Entretanto, em

2012, a polícia fez uma operação e constatou que traficantes moravam em alguns dos apartamentos do Conjunto Embratel, onde construíram “puxadinhos” e varandas com gradeamento (O DIA, 2012).

Desde essa época, os moradores já reclamavam de ausência de coleta de lixo, da precariedade da iluminação pública, da falta de policiamento e do fato dos correios não realizarem entregas, além da inexistência de cabos de telefonia, o que os impedia de ter telefonia fixa (IG, 2012). As fotos da Figura 29 mostram que em 2017, cinco anos depois, a situação continuava a mesma. A Figura 29a mostra a frente do condomínio para a Rua Leopoldo Bulhões, onde se pode observar que a grade foi derrubada em alguns locais e está em péssimas condições em outros; a Figura 29b mostra o Parque do condomínio, sem manutenção e com muito lixo.

Figura 29. Conjunto Habitacional Embratel, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Legenda: (a) Frente do condomínio para a Rua Leopoldo Bulhões; (b) Parque do condomínio, sem manutenção e com muito lixo.

Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Em 2012, foi inaugurada a Estação Intermodal Manguinhos, uma nova estação ferroviária com três andares, escadas rolantes e elevador com acessibilidade para idosos e portadores de deficiência. Para isso foi necessária a elevação da via férrea (GERJ, 2017).

Na parte de baixo da estação, foi construído um grande passeio público, com piso de madeira ecológica e quiosques, inspirado na famosa Rambla de Barcelona, na Espanha. A promessa era que a área seria ampliada futuramente, com a construção do Parque Linear, provido com equipamentos de serviços, lazer, esporte e convivência, além de uma ciclovia,

quadras de areia para futebol e vôlei, quadras de múltiplo uso, *skate park* e parque infantil, com a garantia de que todo o trecho seria ocupado com usos diversos (GERJ, 2017).

Entretanto, cinco anos depois, em 2017, nada foi realizado. As áreas desocupadas no entorno da estação modal foram novamente ocupadas e novas construções foram levantadas. Sob a estação, uma nova favela surgiu, com barracos improvisados de madeiras e papelão, com a presença de moradores de rua e de dependentes químicos. Os quiosques construídos estavam em sua maioria fechados e sem manutenção, e o que foi construído do Parque se degradava cada dia mais (GERJ, 2017).

A Figura 30a mostra o projeto do Parque Linear de Manguinhos e as Figuras 30b, 30c e 30d mostram a situação do Parque em 2017.

Figura 30. Parque Linear de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Legenda: (a) Parque Linear de Manguinhos - projeto; (b), (c) e (d) situação atual do Parque.

Fonte: a) Pita (2011); b, c e d) Acervo pessoal da autora (2017).

Em 2014, foram entregues as unidades habitacionais do Conjunto Residencial Nova CCPL, construído onde, até a década de 1990, funcionava a Cooperativa Central dos Produtores de Leite (CCPL). Nessa área existira antes uma comunidade, surgida a partir de uma ocupação, em 2001, do prédio abandonado da cooperativa. A promessa era que o conjunto teria áreas de

lazer, com praça arborizada, ciclovia, espaço para recreação infantil, quadra poliesportiva e estacionamento.

Entre os três conjuntos habitacionais, o Nova CCPL é o que se encontrava em melhores condições de manutenção. Os prédios estavam bem conservados, as ruas estavam limpas e havia caçambas da Comlurb distribuídas estrategicamente ao longo da rua. A rua principal era larga e asfaltada. Os espaços verdes desocupados estavam limpos e sem presença de construções irregulares, moradores de rua e/ou dependentes químicos. Em 2017, o Conjunto Habitacional Nova CCPL se apresentava como na Figura 31.

Figura 31. Conjunto Habitacional Nova CCPL, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



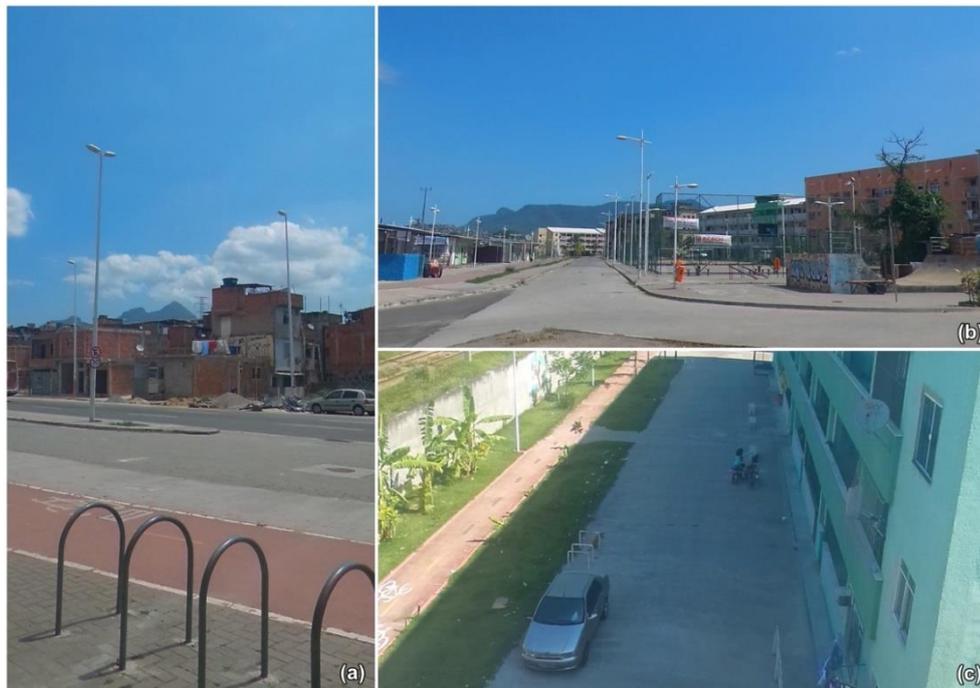
Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Em 2015, foram entregues as obras da “Via Canal”, uma área de lazer que se estende ao longo do Canal do Cunha, da Leopoldo Bulhões à Avenida Brasil e que inclui ciclovia, quadras poliesportivas, áreas de lazer e estacionamento do DESUP.

Manguinhos possui três ciclovias, que não estão interligadas. O Conjunto Habitacional DESUP possui uma, que começa no Parque Linear e termina no condomínio, com quadras poliesportivas, áreas de lazer e estacionamento (Figura 32a e 32b). O Conjunto Habitacional Nova CCPL também possui uma ciclovia (Figura 32c). A terceira ciclovia se estende ao longo do Canal do Cunha, Avenida Brasil e Rua Leopoldo Bulhões, porém não possui ligação com a

Ciclovias do DESUP. É uma ciclovia subutilizada, em péssimas condições de manutenção, com esgoto à céu aberto e presença de animais ao longo de sua via (Figura 33).

Figura 32. Ciclovias dos Conjuntos Habitacionais DESUP/Parque Linear e Nova CCPL, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Legenda: (a) e (b) Ciclovia do Conjunto Habitacional DESUP e (c) Ciclovia do Conjunto Habitacional Nova CCPL. Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Figura 33. Via Canal, Ciclovia, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Em 2017, foram entregues as obras da Via Binário Manguinhos, que nada mais foi do que a duplicação da Rua Leopoldo Bulhões. O projeto fora prometido para agosto de 2015, mas somente foi entregue em maio de 2017. A demora das obras acarretou a ocupação da área por construções irregulares que precisaram ser removidas, além da remoção de entulhos, retirada de barracas, acolhimento de dependentes químicos, urbanização das calçadas e pavimentação das pistas. A promessa era a construção de um parque que serviria de área de lazer para os moradores (PREFEITURA..., 2017). Entretanto, houve um crescimento das construções irregulares no entorno da Via, além do surgimento de novos barracos e da presença de moradores de rua e de dependentes químicos (Figura 34).

Figura 34. Via Binário, construções irregulares, Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017).

Os moradores da região também reclamam do gasto de dinheiro público na construção de vários projetos mal dimensionados e com utilidade duvidosa, como o caso das ciclovias, subutilizadas e com pouca ou nenhuma manutenção.

O projeto de construção da Via Canal também é um bom exemplo de mau uso do dinheiro público. A via foi construída beirando o Canal do Cunha, com a intenção de ser uma ciclovia para circulação e lazer da população. Possui uma extensão que vai da Rua Leopoldo Bulhões até a Avenida Brasil. Entretanto, além de estar em péssimas condições, não serviu para

melhorar a mobilidade no bairro, não se apresentando como uma alternativa segura de locomoção e nem de lazer. Em sua extensão, podem ser observados vários problemas, como deterioração da via, presença de esgoto a céu aberto, circulação de animais, postes quebrados, não tendo muita utilidade para a comunidade.

4.2 MAPA GEORREFERENCIADO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

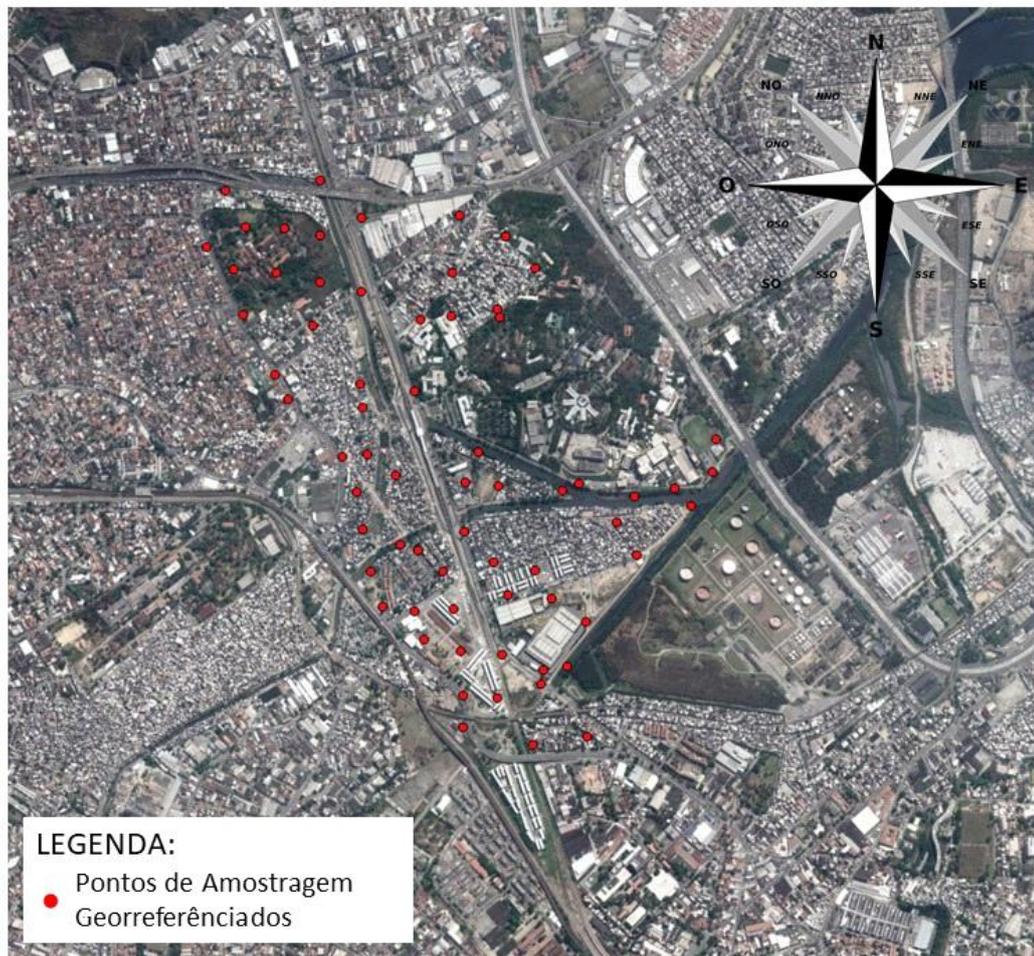
A Figura 35 mostra o mapa de amostragem de solo no território de Manguinhos. Cada ponto foi georreferenciado em pelo menos uma das coletas.

Comparando esse mapa com o mapa do plano de amostragem (Figura 17), podemos observar que foram necessários alguns ajustes no momento da coleta das amostras. Alguns pontos foram deslocados, por se localizarem em telhados ou dentro de residências. Outros não puderam ser coletados em todas as campanhas, pois o território estava com o PAC em andamento e alguns lugares foram cimentados ao longo do ano de coleta. Houve ainda outros pontos que não puderam ter a coleta realizada em todas as campanhas, porque o terreno, antes público, se tornou privado.

O ponto de coleta 46 ficava dentro de um campo de futebol onde havia venda e uso de drogas. Esse ponto não possui nenhum registro fotográfico, pelo perigo que significava fotografar as atividades que aconteciam no local. Esse mesmo ponto só possui as duas primeiras coletas, pois o campo foi fechado após a segunda coleta, provavelmente pelos traficantes da região, visto que a venda e o consumo de drogas continuaram a existir. O campo também foi totalmente aterrado, alterando completamente as características iniciais do solo no ponto.

A experiência de coleta de amostras em uma região com tantas características peculiares é ao mesmo tempo construtiva e reflexiva. Remete a uma reflexão sobre como e ao que aquela população está exposta todos os dias, muitas vezes sem ter uma outra opção de vida.

Figura 35. Mapa com os pontos de amostragem georreferenciados, Mangueinhos, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Bruno *et al.* (2011, 2016); Oliveira *et al.* (2012).

4.3 RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES DE HPAS NO SOLO DE MANGUEINHOS

As Tabelas 6 a 72 mostram os resultados das concentrações de HPAs no solo para cada ponto de coleta, nas quatro estações do ano. Nessas tabelas, estão identificados: o ponto de coleta, a comunidade onde estão localizados, o somatório dos 10 HPAs prioritários, o valor da mediana dessas quatro concentrações ao longo do ano e o maior valor (máximas) encontrado ao longo do ano de análise.

Tabela 6. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 2 (Comunidade Agrícola de Higienópolis) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 2 – Comunidade Agrícola de Higienópolis (CAH)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,151	0,334	0,333	0,215
Mediana (mg/Kg)	0,274			
Máximas (mg/Kg)	0,334			

Tabela 7. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 4 (Comunidade Agrícola de Higienópolis) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 4 – Comunidade Agrícola de Higienópolis (CAH)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,307	0,303	0,270	0,271
Mediana (mg/Kg)	0,287			
Máximas (mg/Kg)	0,307			

Tabela 8. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 5 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 5 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,333	0,337	0,193	0,825
Mediana (mg/Kg)	0,335			
Máximas (mg/Kg)	0,825			

Tabela 9. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 6 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 6 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,605	0,351	0,575	0,659
Mediana (mg/Kg)	0,590			
Máximas (mg/Kg)	0,659			

Tabela 10. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 7 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 7 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,304	0,302	0,175	0,214
Mediana (mg/Kg)	0,258			
Máximas (mg/Kg)	0,304			

Tabela 11. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 8 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 8 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,302	0,125	0,587	0,200
Mediana (mg/Kg)	0,251			
Máximas (mg/Kg)	0,587			

Tabela 12. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 9 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 9 – Parque Oswaldo Cruz (POC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,337	0,401	0,306	0,239
Mediana (mg/Kg)	0,322			
Máximas (mg/Kg)	0,401			

Tabela 13. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 11 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 11 – Parque Oswaldo Cruz (POC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,410	0,450	0,697	1,157
Mediana (mg/Kg)	0,573			
Máximas (mg/Kg)	1,157			

Tabela 14. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 12 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 12 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,309	0,311	0,238	0,270
Mediana (mg/Kg)	0,290			
Máximas (mg/Kg)	0,311			

Tabela 15. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 13 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 13 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,237	0,117	0,199	0,000
Mediana (mg/Kg)	0,158			
Máximas (mg/Kg)	0,237			

Tabela 16. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 14 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 14 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,273	0,180	0,041	0,198
Mediana (mg/Kg)	0,189			
Máximas (mg/Kg)	0,273			

Tabela 17. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 15 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 15 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,340	0,292	0,213	0,200
Mediana (mg/Kg)	0,252			
Máximas (mg/Kg)	0,340			

Tabela 18. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 16 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 16 – Parque Oswaldo Cruz (POC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,328	Não foi possível coletar		
Mediana (mg/Kg)	0,328			
Máximas (mg/Kg)	0,328			

Tabela 19. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 18 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 18 – Parque Oswaldo Cruz (POC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,240	0,031	0,040	0,198
Mediana (mg/Kg)	0,119			
Máximas (mg/Kg)	0,240			

Tabela 20. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 20 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 20 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,222	0,270	0,018	0,018
Mediana (mg/Kg)	0,120			
Máximas (mg/Kg)	0,270			

Tabela 21. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 21 (Abrigo Cristo Redentor) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 21 – Abrigo Cristo Redentor (ACR)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,308	0,309	0,222	0,278
Mediana (mg/Kg)	0,293			
Máximas (mg/Kg)	0,309			

Tabela 22. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 23 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 23 – Vila Turismo (VTU)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,338	0,288	0,269	0,215
Mediana (mg/Kg)	0,278			
Máximas (mg/Kg)	0,338			

Tabela 23. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 25 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 25 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,310	0,361	0,304	0,237
Mediana (mg/Kg)	0,307			
Máximas (mg/Kg)	0,361			

Tabela 24. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 26 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 26 – Parque Oswaldo Cruz				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,731	0,742	0,045	12,441
Mediana (mg/Kg)	0,736			
Máximas (mg/Kg)	12,441			

Tabela 25. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 27 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 27 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,307	0,303	0,966	0,240
Mediana (mg/Kg)	0,305			
Máximas (mg/Kg)	0,966			

Tabela 26. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 29 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 29 – Vila Turismo (VTU)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,454	0,554	4,136	1,694
Mediana (mg/Kg)	1,124			
Máximas (mg/Kg)	4,136			

Tabela 27. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 30 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 30 – Vila Turismo (VTU)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,368	0,434	0,302	0,326
Mediana (mg/Kg)	0,347			
Máximas (mg/Kg)	0,434			

Tabela 28. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 31 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 31 – Vila Turismo (VTU)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,313	0,395	0,426	0,681
Mediana (mg/Kg)	0,411			
Máximas (mg/Kg)	0,681			

Tabela 29. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 33 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 33 – Vila Turismo (VTU)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,208	0,401	0,269	0,198
Mediana (mg/Kg)	0,239			
Máximas (mg/Kg)	0,401			

Tabela 30. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 34 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 34 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,347	0,380	0,303	0,309
Mediana (mg/Kg)	0,328			
Máximas (mg/Kg)	0,380			

Tabela 31. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 35 (Vila Turismo) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 35 – Vila Turismo (VTU)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,213	0,302	0,040	0,041
Mediana (mg/Kg)	0,127			
Máximas (mg/Kg)	0,302			

Tabela 32. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 36 (Parque João Goulart) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 36 – Parque João Goulart (PJG)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,307	0,237	0,198	0,201
Mediana (mg/Kg)	0,219			
Máximas (mg/Kg)	0,307			

Tabela 33. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 38 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 38 – Parque Carlos Chagas (PCC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,306	0,311	0,237	0,342
Mediana (mg/Kg)	0,309			
Máximas (mg/Kg)	0,342			

Tabela 34. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 39 (Centro Habitacional Provisório) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 39 – Centro Habitacional Provisório (CHP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,499	0,336	0,504	0,184
Mediana (mg/Kg)	0,418			
Máximas (mg/Kg)	0,504			

Tabela 35. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 40 (Parque João Goulart) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 40 – Parque João Goulart (PJG)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,302	Não foi possível coletar		
Mediana (mg/Kg)	0,302			
Máximas (mg/Kg)	0,302			

Tabela 36. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 41 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 41 – Parque Carlos Chagas (PCC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,238	0,309	0,269	0,587
Mediana (mg/Kg)	0,289			
Máximas (mg/Kg)	0,587			

Tabela 37. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 42 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 42 – Parque Carlos Chagas (PCC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,247	0,493	0,085	0,041
Mediana (mg/Kg)	0,166			
Máximas (mg/Kg)	0,493			

Tabela 38. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 43 (Parque Carlos Chagas) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 43 – Parque Carlos Chagas (PCC)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,116	0,336	0,301	0,240
Mediana (mg/Kg)	0,270			
Máximas (mg/Kg)	0,336			

Tabela 39. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 44 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 44 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,360	0,301	1,499	0,759
Mediana (mg/Kg)	0,559			
Máximas (mg/Kg)	1,499			

Tabela 40. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 46 (Centro Habitacional Provisório) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 46 – Centro Habitacional Provisório (CHP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,204	0,152	Não foi possível coletar	
Mediana (mg/Kg)	0,178			
Máximas (mg/Kg)	0,204			

Tabela 41. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 47 (Parque João Goulart) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 47 – Parque João Goulart (PJG)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,362	0,346	0,346	0,325
Mediana (mg/Kg)	0,346			
Máximas (mg/Kg)	0,362			

Tabela 42. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 48 (Nelson Mandela) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 48 – Nelson Mandela (NMA)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,373	0,346	0,237	0,339
Mediana (mg/Kg)	0,342			
Máximas (mg/Kg)	0,373			

Tabela 43. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 52 (Nelson Mandela) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 52 – Nelson Mandela (NMA)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,302	0,319	0,201	0,204
Mediana (mg/Kg)	0,253			
Máximas (mg/Kg)	0,319			

Tabela 44. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 53 (Nelson Mandela) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 53 – Nelson Mandela (NMA)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,371	0,338	1,016	0,805
Mediana (mg/Kg)	0,588			
Máximas (mg/Kg)	1,016			

Tabela 45. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 54 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 54 – Vila União (VUN)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,350	0,408	0,311	0,271
Mediana (mg/Kg)	0,331			
Máximas (mg/Kg)	0,408			

Tabela 46. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 55 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 55 – Vila União (VUN)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	7,853	0,383	24,178	37,569
Mediana (mg/Kg)	16,016			
Máximas (mg/Kg)	37,569			

Tabela 47. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 56 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 56 – Vila União (VUN)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,392	0,309	0,735	1,156
Mediana (mg/Kg)	0,564			
Máximas (mg/Kg)	1,156			

Tabela 48. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 57 (Samora Machel) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 57 – Samora Machel (SAM)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,311	0,311	0,288	0,198
Mediana (mg/Kg)	0,299			
Máximas (mg/Kg)	0,311			

Tabela 49. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 58 (Samora Machel) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 58 – Samora Machel (SAM)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,274	0,208	0,018	0,041
Mediana (mg/Kg)	0,124			
Máximas (mg/Kg)	0,274			

Tabela 50. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 60 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 60 – Mandela de Pedra (MAP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,344	0,337	0,271	0,242
Mediana (mg/Kg)	0,304			
Máximas (mg/Kg)	0,344			

Tabela 51. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 61 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 61 – Vila União (VUN)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,456	0,522	0,364	0,521
Mediana (mg/Kg)	0,488			
Máximas (mg/Kg)	0,522			

Tabela 52. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 62 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 62 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,352	0,076	0,180	0,200
Mediana (mg/Kg)	0,190			
Máximas (mg/Kg)	0,352			

Tabela 53. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 63 (Vila União) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 63 – Vila União (VUN)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,142	0,168	0,000	0,041
Mediana (mg/Kg)	0,092			
Máximas (mg/Kg)	0,168			

Tabela 54. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 64 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 64 – Mandela de Pedra (MAP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,200	0,192	0,196	0,018
Mediana (mg/Kg)	0,194			
Máximas (mg/Kg)	0,200			

Tabela 55. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 65 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 65 – Mandela de Pedra (MAP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,402	0,335	0,784	0,326
Mediana (mg/Kg)	0,368			
Máximas (mg/Kg)	0,784			

Tabela 56. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 66 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 66 – Mandela de Pedra (MAP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,600	0,346	4,258	0,360
Mediana (mg/Kg)	0,480			
Máximas (mg/Kg)	4,258			

Tabela 57. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 68 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 68 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,270	0,255	0,198	0,858
Mediana (mg/Kg)	0,262			
Máximas (mg/Kg)	0,858			

Tabela 58. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 69 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 69 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,237	0,269	0,311	0,234
Mediana (mg/Kg)	0,253			
Máximas (mg/Kg)	0,311			

Tabela 59. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 70 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 70 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,312	0,305	0,203	0,324
Mediana (mg/Kg)	0,309			
Máximas (mg/Kg)	0,324			

Tabela 60. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 71 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 71 – Mandela de Pedra (MAP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,303	0,237	0,202	0,200
Mediana (mg/Kg)	0,219			
Máximas (mg/Kg)	0,303			

Tabela 61. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 72 (Mandela de Pedra) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 72 – Mandela de Pedra (MAP)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,400	0,336	0,736	2,315
Mediana (mg/Kg)	0,568			
Máximas (mg/Kg)	2,315			

Tabela 62. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 73 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 73 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,341	0,308	0,229	0,678
Mediana (mg/Kg)	0,325			
Máximas (mg/Kg)	0,678			

Tabela 63. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 74 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 74 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,308	0,046	0,215	0,303
Mediana (mg/Kg)	0,259			
Máximas (mg/Kg)	0,308			

Tabela 64. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 75 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 75 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,304	0,237	0,273	0,328
Mediana (mg/Kg)	0,289			
Máximas (mg/Kg)	0,328			

Tabela 65. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 78 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 78 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,391	0,370	0,382	1,089
Mediana (mg/Kg)	0,387			
Máximas (mg/Kg)	1,089			

Tabela 66. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 80 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 80 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,887	0,388	0,482	5,639
Mediana (mg/Kg)	0,685			
Máximas (mg/Kg)	5,639			

Tabela 67. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 81 (DESUP) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 81 – DESUP (DES)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,362	0,340	0,903	1,004
Mediana (mg/Kg)	0,632			
Máximas (mg/Kg)	1,004			

Tabela 68. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 82 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 82 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,369	0,338	0,239	0,246
Mediana (mg/Kg)	0,292			
Máximas (mg/Kg)	0,369			

Tabela 69. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 83 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 83 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,326	0,369	0,203	0,432
Mediana (mg/Kg)	0,347			
Máximas (mg/Kg)	0,432			

Tabela 70. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 84 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 84 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,347	0,337	0,336	0,249
Mediana (mg/Kg)	0,337			
Máximas (mg/Kg)	0,347			

Tabela 71. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 85 (Fiocruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 85 – Fiocruz (FIO)				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,237	0,269	Amostra perdida	0,201
Mediana (mg/Kg)	0,237			
Máximas (mg/Kg)	0,269			

Tabela 72. Somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários no Ponto 86 (Parque Oswaldo Cruz) nas quatro estações do ano, mediana e máximas.

Ponto 86 – Parque Oswaldo Cruz				
Campanha	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Σ 10 HPAs (mg/Kg)	0,045	0,346	0,223	0,200
Mediana (mg/Kg)	0,211			
Máximas (mg/Kg)	0,346			

A Tabela 73 mostra os pontos, com suas respectivas localizações geográficas (comunidades), em que foram obtidos valores do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários superiores ao valor de alerta (4,1 mg/kg), considerados, para cada ponto, os valores máximos entre as quatro amostragens ao longo do ano de 2014.

Da mesma forma, a Tabela 74 mostra os pontos, e suas respectivas localizações geográficas (comunidades), onde os valores do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários foram superiores ao valor de alerta, desta vez considerando a mediana entre as quatro amostragens do ano de 2014.

Utilizamos a mediana e não a média como uma medida de tendência central por ser a mediana melhor representação, por meio de um único número, para um conjunto de valores de

dados ambientais muito diferentes entre si. Para calcular a mediana, colocam-se os valores de um conjunto de dados em ordem crescente, sendo a mediana o valor abaixo e acima do qual se tem a metade dos dados, ou seja, trata-se do valor central desse conjunto de dados (FILGUEIRA, 2012).

Tabela 73. Concentrações residuais de HPAs (mg/kg) superiores ao valor de alerta (4,1 mg/kg) considerando os valores máximos

Comunidade	Vila Turismo	Mandela de Pedra	DESUP	Parque Oswaldo Cruz	Vila União
Ponto	29	66	80	26	55
\sum 10 HPAs (mg/Kg)	4,136	4,258	5,639	12,441	37,569

Tabela 74 – Concentrações residuais de HPAs (mg/kg) superiores ao valor de alerta (4,1 mg/kg) considerando a mediana

Comunidade	Vila União
Ponto	55
\sum 10 HPAs (mg/Kg)	16,016

A Tabela 73 mostra que em cinco comunidades, sendo elas Vila Turismo, Mandela de Pedra, DESUP, Parque Oswaldo Cruz e Vila União, os valores do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários resultaram superiores ao valor de alerta (4,1 mg/kg), considerando os valores máximos em cada ponto; em uma dessas comunidades, a Vila União, o valor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários mostrou-se inclusive superior ao valor de intervenção (8,0 mg/kg). Já a Tabela 74 mostra que, se considerada a mediana, nessa mesma comunidade, a Vila União, o valor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários ainda assim resultou superior ao valor de intervenção (8,0 mg/kg).

Desta forma, os resultados apresentados mostram que, na Comunidade Vila União, o valor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários se apresentou superior ao valor de intervenção (8,0 mg/kg), tanto para os valores máximos como a partir da mediana.

O valor de alerta é indicado pela média entre os valores de referência e de intervenção. Indica que já ocorreu uma certa alteração nas propriedades funcionais do solo. Por isso, nas áreas onde as concentrações medidas no solo ultrapassam o valor de alerta, é indicada uma

investigação detalhada para a quantificação dessa alteração. O valor de intervenção, por sua vez, define-se pela

[...] concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais diretos e indiretos à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico, indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco. A área será classificada como contaminada sob investigação, quando houver constatação da presença de uma ou mais substâncias no solo ou na água subterrânea em concentrações acima dos Valores de Intervenção (CETESB, 2001; DIAS *et al.*, 2006).

4.4 COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE AS CONCENTRAÇÕES MEDIDAS E OS DADOS METEOROLÓGICOS

Neste estudo, foi realizada uma análise da relação entre a mediana do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários nos pontos de coleta e a mediana dos dados meteorológicos: direção do vento, velocidade do vento, temperatura, pressão e umidade. A Figura 36 mostra a comparação estatística entre as respectivas medianas, efetuada por meio da análise de cluster com a técnica de agrupamento igualmente pareado (mesmo peso para todas as variáveis), uma técnica classificatória multivariada utilizada para explorar as similaridades entre os pontos, considerando simultaneamente todas as variáveis medidas.

O dendrograma é o gráfico obtido através dessa análise, com uma simplificação em duas dimensões de uma relação que é hexa-dimensional. É usado para visualizar o processo de agrupamento e analisar os níveis de distância dos grupos formados. A decisão do agrupamento final é tomada considerando a região do dendrograma onde os valores das distâncias mudam consideravelmente (MÓL *et al.*, 2010).

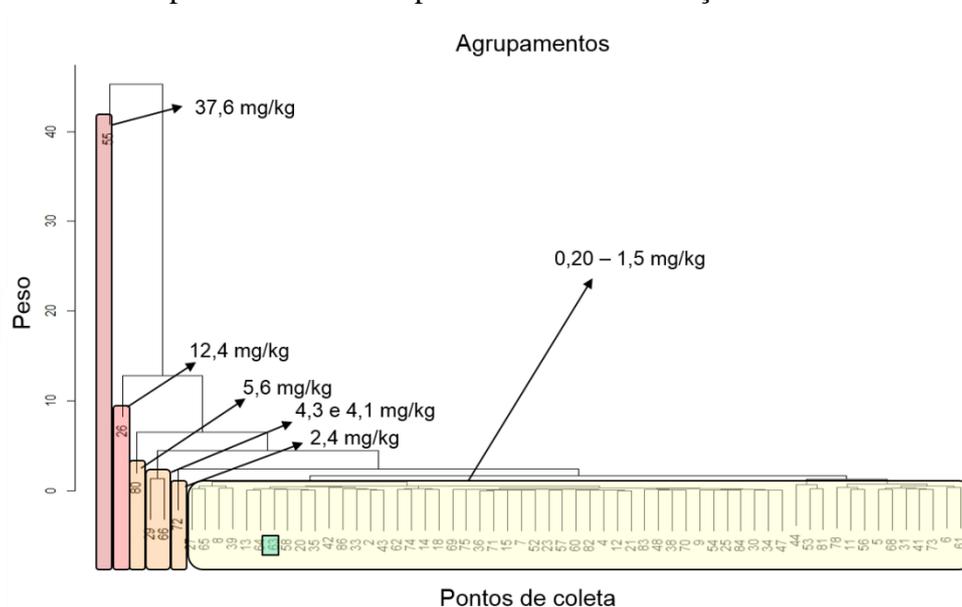
Segundo Meyer (2002) não há um critério objetivo para um ponto de corte em um dendrograma construído com dados ambientais, ou seja, para determinar como formar os grupos a partir do desenho do dendrograma.

Como o ponto de partida da relação entre a contaminação química e a exposição humana e ambiental é a legislação da CETESB (2001), optou-se por um agrupamento final com seis *clusters*, onde ocorre uma separação dos pontos com um salto considerável nas distâncias dos grupos e onde ocorre um agrupamento no qual visivelmente é possível distinguir grupos de pontos com valores acima do valor de intervenção, grupos de pontos com valores acima do valor de alerta e grupos de pontos com valores entre os valores de alerta e de referência.

Por esse dendrograma, é possível verificar que a influência da concentração dos contaminantes químicos é mais significativa que a influência das condições meteorológicas, o que pode ser observado nos agrupamentos finais formados.

Apenas em um ponto, o ponto 63, localizado na Comunidade Vila União, o valor da mediana do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários ficou abaixo do valor de referência, considerando a Lista Holandesa (1999) preconizada pela CETESB (1999, 2001); porém, na análise de cluster, esse ponto ficou englobado no agrupamento de pontos com valores entre os valores de alerta e de referência.

Figura 36. Dendrograma da concentração do somatório dos 10 HPAs prioritários nos pontos de coleta e os dados meteorológicos: direção do vento, velocidade do vento, temperatura, pressão e umidade para as diferentes estações do ano.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4.5 COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE O SOMATÓRIO DAS CONCENTRAÇÕES DOS 10 HPAS PRIORITÁRIOS NAS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO

O tamanho amostral influencia diretamente na eficiência dos testes de normalidade. Amostras pequenas, com menos de 500 unidades, têm maior especificidade com os testes de Shapiro-Wilk e Shapiro-Francia (MIOT, 2017).

Todos os testes de normalidade pressupõem a hipótese nula (H_0) como sendo a normalidade dos dados, retornando um p-valor $> 0,05$ se os dados seguirem os parâmetros de normalidade.

A Tabela 75 mostra o teste de normalidade (Shapiro-Wilk) entre os pontos de coleta, considerado o somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários para cada ponto nas quatro estações do ano. O teste foi utilizado para verificar se a distribuição de probabilidade do conjunto de dados poderia ou não se aproximar da distribuição normal. Este teste é importante, pois define se a comparação estatística dos dados será realizada para dados paramétricos (que seguem a normal) ou para dados não paramétricos (que não seguem a normal).

Desta forma, pela Tabela 75 verifica-se que os dados não seguem a normalidade, ou seja, não são paramétricos, pois os valores de p-valor foram todos inferiores a 0,05.

Tabela 75. Teste de normalidade entre o somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários nas diferentes estações do ano

Teste de normalidade (teste de Shapiro-Wilk)	
Primavera	p-valor < 2.2e-16
Verão	p-valor < 2.2e-16
Outono	p-valor = 0.000252
Inverno	p-valor < 2.2e-16

Resultado: Não normal

Desta forma, optou-se por usar o teste Kruskal-Wallis, indicado para dados não paramétricos, ao invés de normalizar os dados. Dados não paramétricos têm a vantagem de permitir estudar, quanto à significância, os dados originais do experimento, supondo que as amostras sejam independentes, o que ocorre frequentemente com amostras ambientais (CONTADOR; SENNE, 2016).

O teste de Kruskal-Wallis é o teste não paramétrico mais utilizado quando a comparação é feita com três ou mais amostras independentes. Esse teste indica se há diferença entre pelo menos dois dados. O teste é aplicado e transforma os valores numéricos em postos, que são agrupados em um conjunto de dados.

Desta forma, o teste de Kruskal-Wallis pressupõe a hipótese nula (H_0) de que todos os grupos são originados da mesma população, ou seja, têm a mesma distribuição, e retorna um p-valor > 0,05 no caso de dados da mesma população.

A Tabela 76 mostra o resultado do teste de comparação para dados não paramétricos (Kruskal-Wallis) aplicado às concentrações de HPAs medidas nos pontos amostrais ao longo do ano de 2017. Este teste foi usado para fazer a comparação estatística entre o somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários nas diferentes estações do ano pareadas duas a duas.

Tabela 76 – Teste de comparação para dados não paramétricos

Teste de Kruskal-wallis (Comparações entre estações)	
p-valor = 0.1456 (entre as quatro estações)	
Primavera x verão	p-valor = 0.7244
Primavera x outono	p-valor = 0.4172
Primavera x inverno	p-valor = 0.2601
Verão x outono	p-valor = 0.1993
Verão x inverno	p-valor = 0.4331
Outono x inverno	p-valor = 0.6989

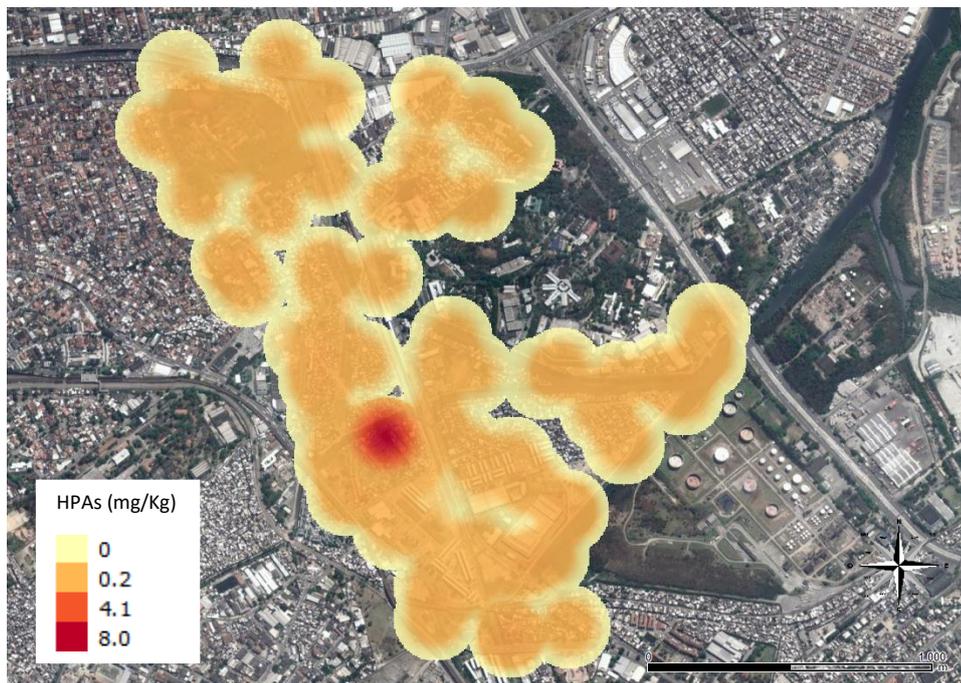
Desta forma, o teste mostrou que as concentrações dos 10 HPAs prioritários nas diferentes estações do ano podem ser agrupadas em uma mesma população, ou seja, possuem estatisticamente uma mesma distribuição, quando comparados os dados das quatro estações do ano, assim como quando comparados pareando as estações do ano duas a duas.

4.6 ANÁLISE ESPACIAL DOS DADOS DE CONCENTRAÇÃO

Para elaboração dos mapas foram utilizados os valores orientadores da Lista Holandesa, preconizados pela CETESB (1999) como valores referenciais para solo contaminado: valor de referência (S) – 0,2 mg/Kg; valor de alerta (T) – 4,1 mg/kg; valor de intervenção (I) – 8,0mg/Kg.

As Figuras 37, 39, 40 e 43 mostram os mapas de calor, ou seja, as densidades do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários nas diferentes estações do ano, respectivamente, verão, outono, inverno e primavera. Servem para identificar visualmente aglomerados e/ou encontrar pontos onde possa existir uma concentração mais elevada do contaminante de interesse (ALVES, 2018).

Figura 37. Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo no verão.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

A Figura 36 mostra que a contaminação pode ser considerada difusa por todo o território estudado, quando consideramos as coletas realizadas no verão. Em todo o território, podem ser observados pontos cuja concentração dos contaminantes se situa entre o valor de referência (0,2 mg/Kg) e o valor de alerta (4,1 mg/Kg). O ponto 55 apresentou uma área quente, com concentração do contaminante acima do valor de alerta (5,64 mg/Kg).

A Figura 38 é uma foto do ponto 55, tirada no dia da coleta. É possível observar que esse ponto estava situado em um canteiro de árvore inserido em uma área de depósito irregular de lixo. Por ser um pico de contaminação pontual, acredita-se que possa ter ocorrido algum derramamento acidental de algum derivado de petróleo, vindo a causar esse pico de contaminação.

Entretanto, vale ressaltar que foram medidos na região valores de concentração dos contaminantes acima dos valores de alerta e que, como explicado anteriormente neste estudo, estes são capazes de percolar pelo solo e contaminar áreas adjacentes. É importante frisar também que o ponto está inserido em uma área residencial, onde crianças brincam, correm, jogam bola e andam descalças. Algumas crianças costumam brincar em canteiros e pracinhas, o que pode aumentar a exposição dessa categoria que, inerentemente, é mais suscetível aos efeitos adversos dos contaminantes químicos presentes (CECIP, 2015).

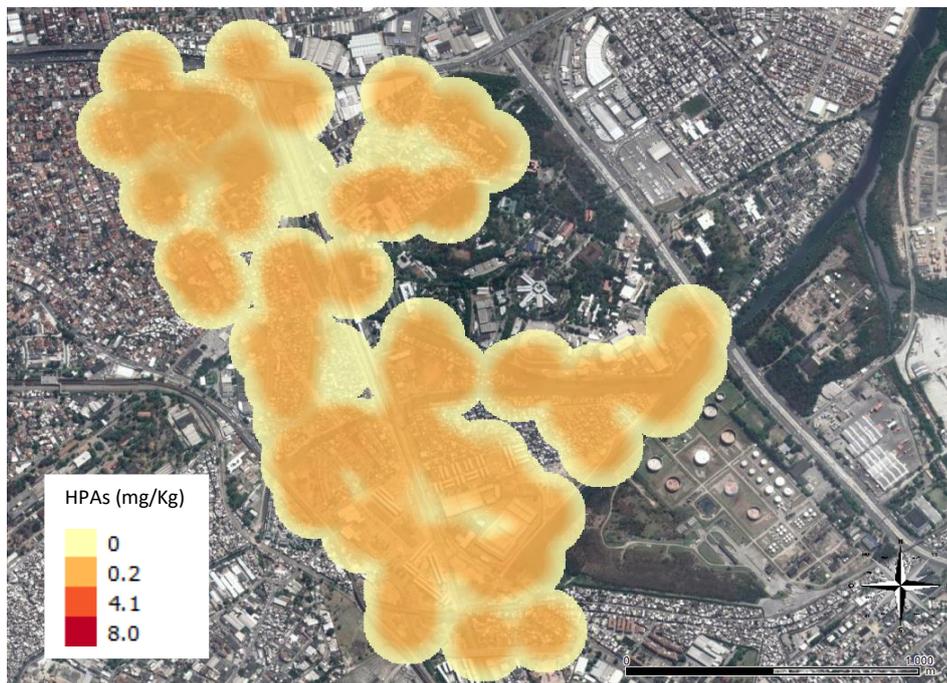
Figura 38. Ponto de Coleta nº 55, Comunidade Vila União (2014)



Fonte: Acervo pessoal da autora (2014).

A Figura 39 também mostra que a contaminação pode ser considerada difusa por todo o território estudado, quando consideramos as coletas realizadas no outono, corroborando os dados anteriores. Observam-se, em todo o território, pontos cuja concentração dos contaminantes situa-se entre o valor de referência (0,2 mg/Kg) e o valor de alerta (4,1 mg/Kg). Nessa campanha não houve presença de área quente, com concentração do contaminante acima do valor de alerta.

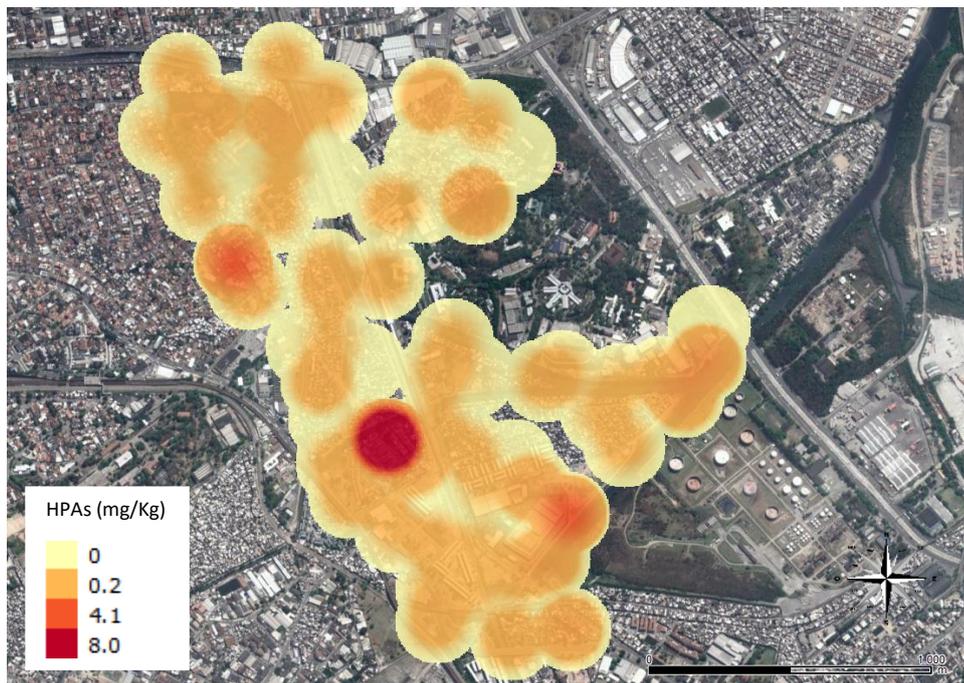
Figura 39. Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo no outono.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 40 mostra, mais uma vez, que a contaminação pode ser considerada difusa por todo o território estudado, quando consideramos as coletas realizadas no inverno. Como nas outras duas estações, podem ser observados pontos com concentração dos contaminantes entre o valor de referência (0,2 mg/Kg) e o valor de alerta (4,1 mg/Kg) em todo o território. Os pontos 29, 55 e 66 apresentaram áreas quentes, com concentração do contaminante acima do valor de alerta (respectivamente 4,14 mg/Kg; 24,18 mg/Kg; 4,26 mg/Kg).

Figura 40. Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo no inverno.

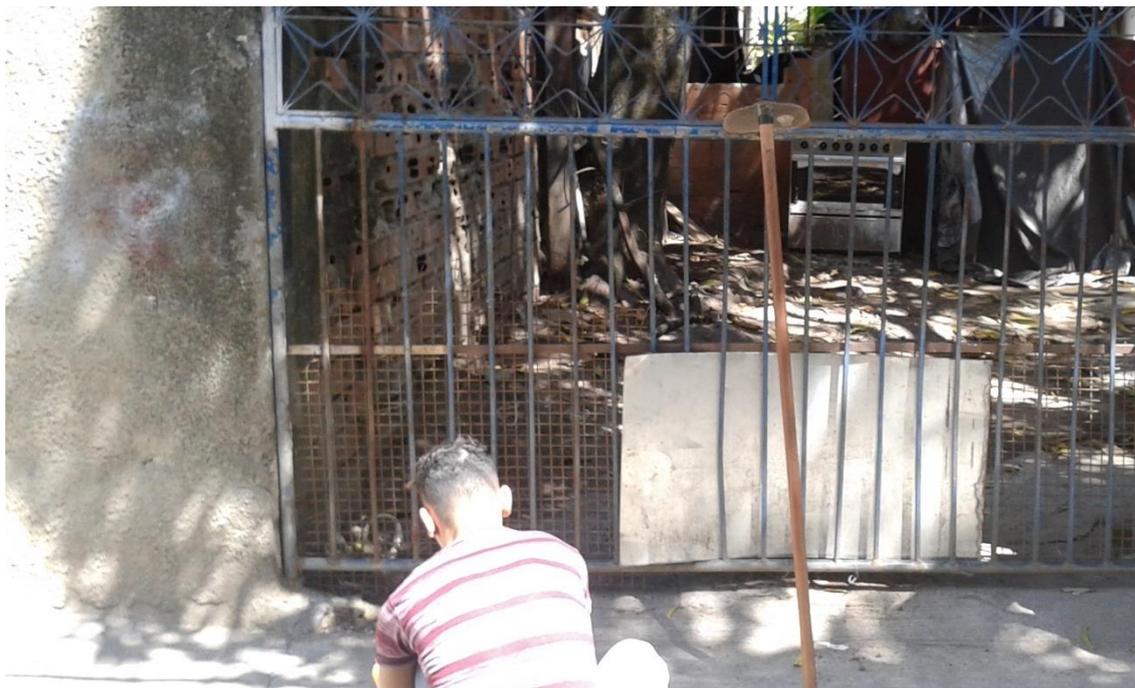


Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A foto do ponto 55 é a já apresentada na Figura 38. As Figuras 41 e 42 são fotos dos pontos 29 e 66, respectivamente, tiradas no dia da coleta. É possível observar que o ponto 29 ficava localizado na porta de um depósito ou ferro velho, que além dos materiais inerentes a esse tipo de comércio, ainda possui alta circulação de veículos para entrega e retirada de mercadorias; já o ponto 66 ficava localizado em uma área de descarte irregular de entulho e, também, em uma via de acesso da comunidade, com circulação de veículos constante.

Por serem picos pontuais de contaminação, reitera-se a hipótese de que possam ser resultado de derramamento acidental de algum derivado de petróleo.

Figura 41 - Ponto de Coleta nº 29, Comunidade Vila Turismo (2014).



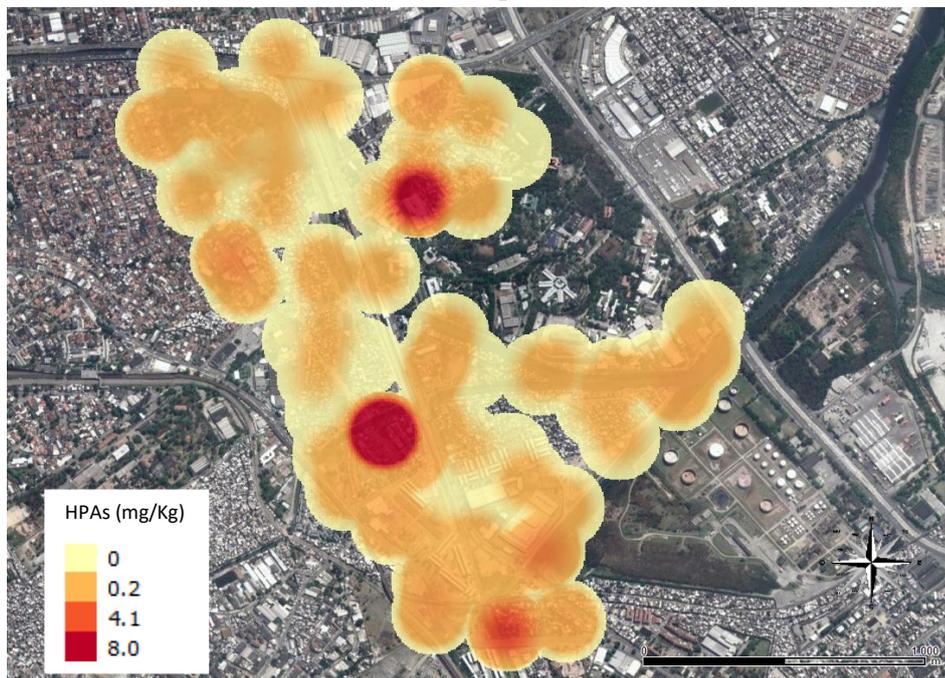
Fonte: Acervo pessoal da autora (2014).

Figura 42 - Ponto de Coleta nº 66, Mandela de Pedra (2014).



Fonte: Acervo pessoal da autora (2014).

Figura 43. Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo na primavera.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Finalmente, quando consideradas as coletas realizadas na primavera, novamente pode-se considerar difusa a contaminação no território em estudo, como mostra a Figura 43. Assim como nas demais estações, em todo o território podem ser observados pontos com concentração dos contaminantes em níveis situados entre o valor de referência (0,2 mg/Kg) e o valor de alerta (4,1 mg/Kg). Os pontos 26, 55 e 80 apresentaram áreas quentes, com concentração do contaminante acima do valor de alerta (respectivamente 12,44 mg/Kg; 37,57 mg/Kg; 5,64 mg/Kg). O ponto 72 também apresentou uma área quente, apesar da concentração no ponto, de 2,32 mg/Kg, estar abaixo do valor de alerta – entre o valor de referência e o valor de alerta – e de localizar-se em uma área geograficamente próxima ao ponto 80.

A Figura 38, conforme já explicitado, mostra a foto do ponto 55, que apresentou área quente em três das quatro as estações do ano. As Figuras 44, 45 e 46 são fotos dos pontos 26, 80 e 72, respectivamente, tiradas no dia da coleta. É possível observar que o ponto 26 situava-se em frente à porta de um gerador de energia, movido a combustível. O ponto 80 localizava-se em uma área de depósito irregular de lixo, com a presença de carcaças de ônibus, sucateadas. O ponto 72, assim como o ponto 66, ficava localizado em uma área de descarte irregular de entulho. Entretanto, o ponto 72 localizava-se às margens do rio, o que provavelmente contribuiu para o valor menos elevado da concentração do poluente no ponto, possivelmente devido a uma

percolação dos contaminantes para o rio. Não foram realizadas análises das águas do rio, por não fazer parte do escopo deste estudo.

Por serem picos de contaminação pontuais, repete-se aqui a hipótese de que possa ter ocorrido algum derramamento acidental de algum derivado de petróleo, causando esses picos.

Figura 44 - Ponto de Coleta nº 26, Parque Oswaldo Cruz (2014).



Fonte: Acervo pessoal da autora (2014).

Figura 45 - Ponto de Coleta nº 80, DESUP (2014).



Fonte: Acervo pessoal da autora (2014).

Figura 46 - Ponto de Coleta nº 72, Mandela de Pedra (2014).

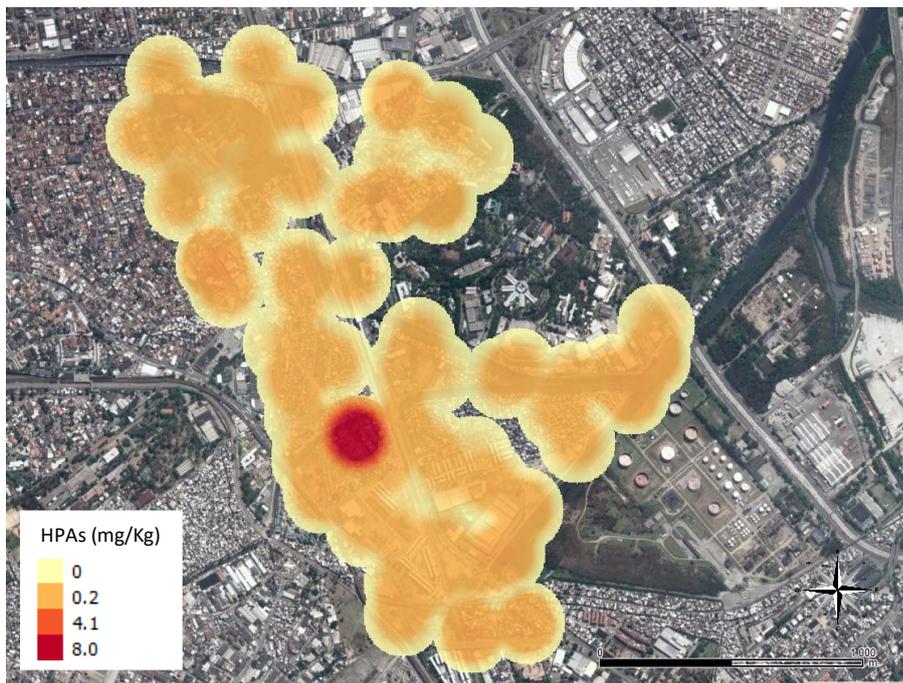


Fonte: Acervo pessoal da autora (2014).

As Figuras 47 e 48 mostram os mapas de calor, ou seja, as densidades do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários, quando considerados, respectivamente, a mediana e o valor máximo para cada ponto no ano de 2014.

Da mesma forma que para a construção dos mapas de calor para cada estação do ano, para elaboração dos mapas de calor considerando a mediana e o valor máximo das concentrações medidas, foram utilizados os valores orientadores da Lista Holandesa como valores referenciais para solo contaminado, considerado o somatório da concentração dos 10 HPAs prioritários.

Figura 47. Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, mediana.



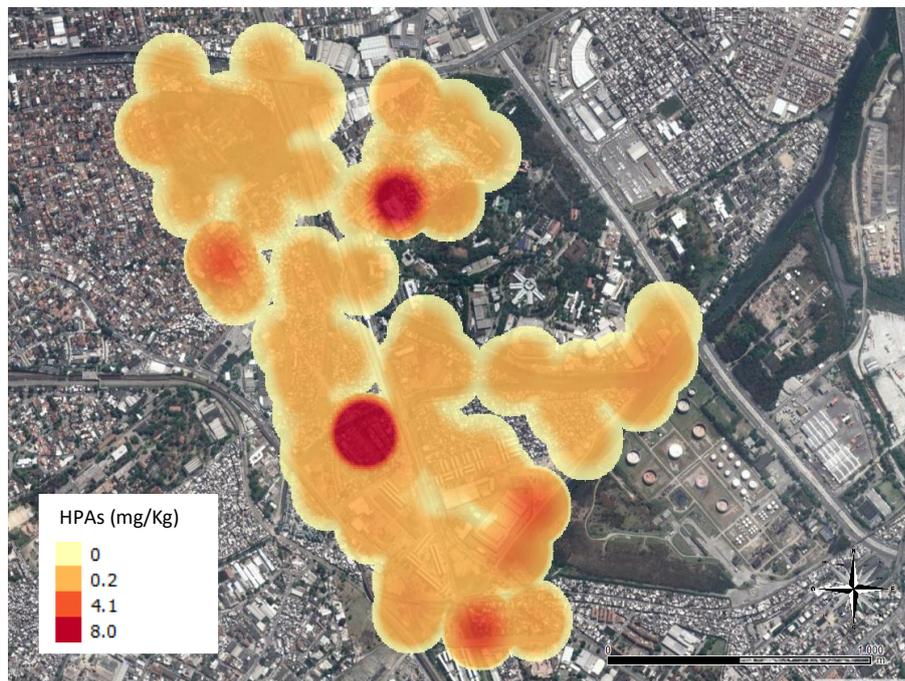
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Quando considerada a mediana entre os quatro valores do somatório da concentração dos 10 HPAs prioritários, apenas o ponto 55 (localizado na comunidade Vila União) apresenta valor de concentração (16,016 mg/Kg) acima do valor de intervenção (8,0 mg/Kg). Esse ponto estava localizado em um canteiro de árvore, inserido em uma área de depósito irregular de lixo (Figura 37).

Esse ponto, ponto 55, apresentou valor de concentração acima do valor de alerta em uma das quatro campanhas (verão: 7,85 mg/Kg) e valor acima do valor de intervenção em duas das quatro campanhas (inverno: 24,18mg/Kg e primavera: 37,57mg/Kg, as duas últimas), mostrando que a contaminação aumentou ao longo do ano de 2014.

Vale ressaltar que o referido ponto pertence a uma área residencial, em uma comunidade. É muito comum nessa parcela da população as crianças brincarem muito tempo nas ruas. As crianças e jovens soltam pipa, pulam amarelinha, pulam corda, brincam de pique-esconde, correm, jogam bola e andam descalços. Muitas dessas brincadeiras são realizadas em canteiros de árvores que também servem para amenizar o calor pela sombra da árvore ou até mesmo apenas para descansar. Isso pode aumentar a exposição dessa população, que inerentemente é mais suscetível aos efeitos adversos dos contaminantes químicos presentes (CECIP, 2019).

Figura 48. Mapas de calor do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, máximas.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Se considerado o valor máximo entre os quatro valores sazonais do somatório da concentração dos 10 HPAs prioritários, os pontos 26, 29, 55, 66 e 80 (localizados respectivamente nas comunidades: Parque Oswaldo Cruz, Vila Turismo, Vila União, Mandela de Pedra e DESUP) apresentaram valores de concentração acima do valor de alerta (Vila Turismo, Mandela de Pedra e DESUP) ou acima do valor de intervenção (Parque Oswaldo Cruz e Vila União).

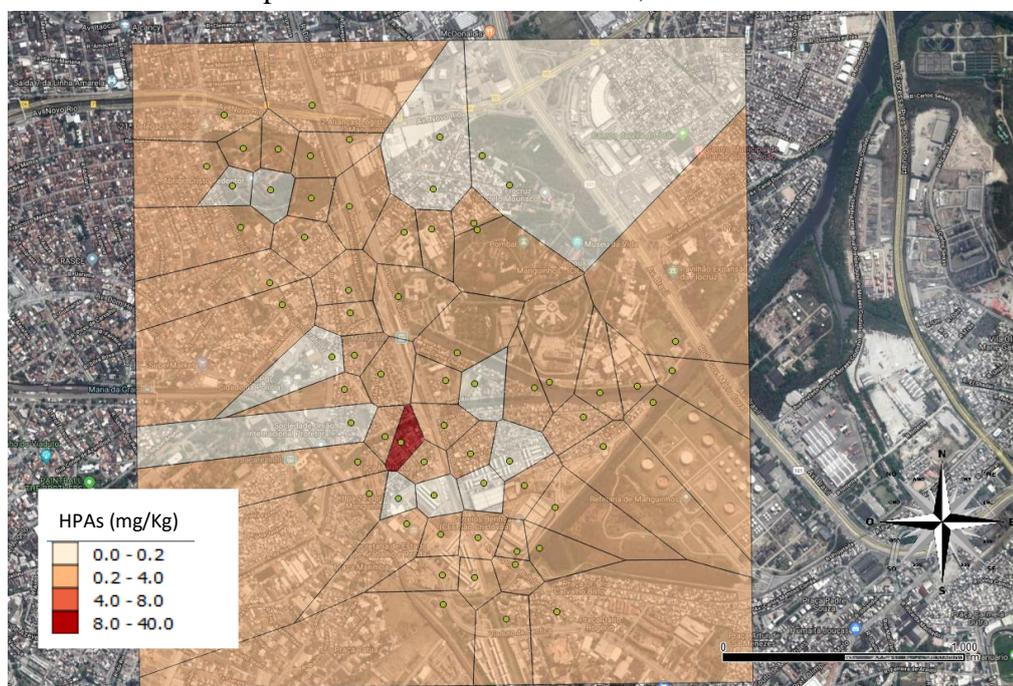
Esse número de pontos que apresentaram valores acima dos valores de alerta ou intervenção preconizados por órgãos de competência nacional e internacional é relevante e preocupante, visto que nessas localidades existe uma população que já se encontra em situação de vulnerabilidade social, econômica e civil, também exposta ao risco de uma contaminação química (FERNANDES *et al.*, 2016).

A população das comunidades (ou favelas) já vive, constantemente, situações de discriminação e exclusão social e racial, pobreza ou miséria. Vivem em um cenário onde ocorre um crescente aumento da violência, onde falta a garantia e extensão de direitos básicos, onde muitas vezes há falta de acesso a informação de qualidade ou acesso a informação equivocada, onde são frequentes os alagamentos, enchentes e desabamentos. Tudo isso pode potencializar os danos ou efeitos adversos que um solo contaminado pode causar à saúde dessa população exposta e vulnerável (MENDOSA, 2011).

As Figuras 49 e 50 mostram os Diagramas de Voronoi do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, considerando, respectivamente, a mediana e os valores máximos obtidos no ano de 2014. Esses mapas são formados por polígonos que representam os diferentes graus de influência da contaminação dentro das áreas georreferenciadas.

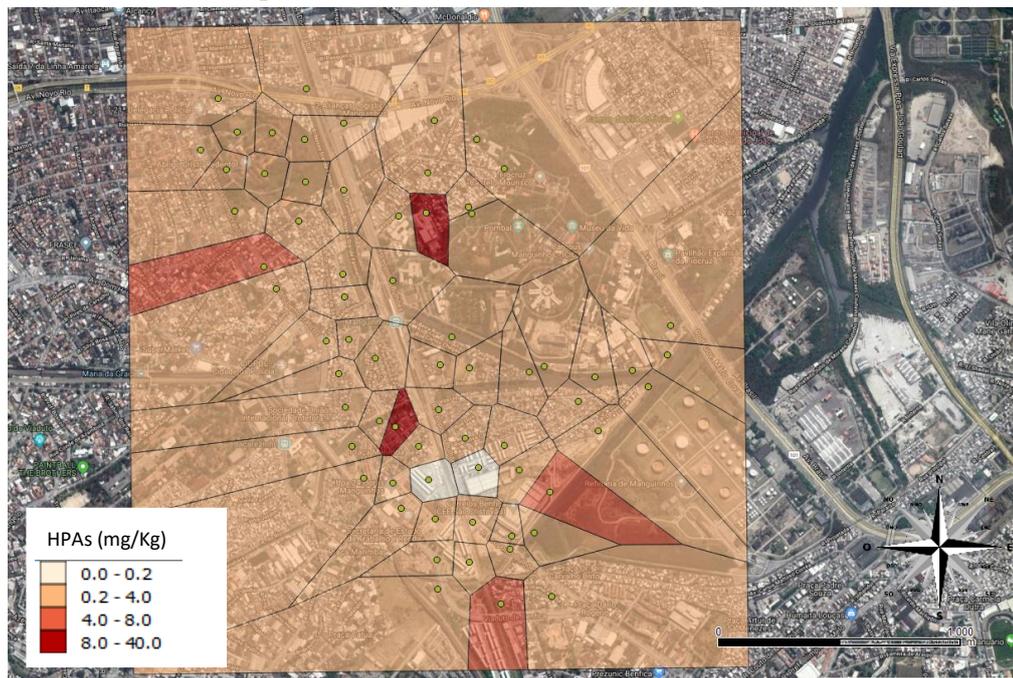
Para elaboração dos mapas de Diagrama de Voronoi, da mesma forma que para os mapas de calor, foram utilizados os valores orientadores da Lista Holandesa para o somatório da concentração dos 10 HPAs prioritários em solo.

Figura 49. Mapas de Diagrama de Voronoi do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo; mediana.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Figura 50. Mapas de Diagrama de Voronoi do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo; máximas.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os diagramas de Voronoi corroboram os resultados apresentados nos mapas de calor e somam com a informação das áreas de influência espacial de cada ponto analisado.

Neste estudo, foi utilizada a estrutura “*winged-edge*”, proposta por Baumgart (1975) e detalhada por Mäntylä (1988) para a representação gráfica do diagrama de Voronoi, um grafo planar conexo (TSUZUKI; MOSCATO, 1995).

A Figura 49 mostra o mapa de Diagrama de Voronoi da mediana do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo. Por esse mapa, é possível visualizar graficamente o raio de alcance da contaminação no ponto 55, onde as concentrações dos contaminantes chegaram a ultrapassar o valor de alerta (mediana de 5,64 mg/Kg).

A Figura 50 mostra o mapa de Diagrama de Voronoi, desta vez para os valores máximos do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo. Por esse mapa é possível visualizar graficamente o raio que a contaminação nos pontos 26, 29, 55, 66 e 80, com concentrações dos contaminantes acima do valor de alerta ou do valor de intervenção, pode alcançar. Mostra também que aproximadamente 78% do território estudado está sob a influência espacial de pontos com valores de contaminação acima do valor de referência e abaixo do valor de alerta, quando levamos em consideração a mediana dos valores obtidos experimentalmente. Quando são considerados os valores máximos, essa influência espacial de

pontos de contaminação acima do valor de referência e abaixo do valor de alerta sobe para 89% do território estudado.

As áreas de influência espacial são de grande interesse, pois através delas é possível determinar e verificar até onde a influência de uma contaminação pode chegar. Isso pode servir de subsídio para tomadas decisões com base na abrangência e distribuição dessa contaminação, e dar apoio à decisão de uma ampliação do estudo de avaliação dos riscos a que essa população está exposta (MOURA, 2009).

A interpretação de um espaço, na unidade de território, é complexa e reflexo de uma relação intrínseca entre características do lugar (geográficas, sociais e físicas), a idade (tempo de existência daquela comunidade) e a sequência (de fatos), formando um “espaço relativo” (MOURA, 2009).

A partir do princípio do Polígono de Voronoi, quando um território é considerado como unidade de análise espacial em relação a uma contaminação ambiental existente, os pontos que estão mais próximos de uma fonte geradora da contaminação são considerados sob a influência dessa fonte. Desta forma, são formados polígonos cujas distâncias entre fonte geradora da contaminação e ponto em questão são as menores possíveis, levando em consideração características ambientais representadas pelos atritos e pela influência dos pontos geradores nas concentrações dos contaminantes. Assim, há uma organização do espaço, com a definição da área de influência de um ponto de contaminação, indo além de uma simples divisão de áreas (MOURA, 2003).

É necessário que seja levada em consideração a afirmação de que a realidade é sistêmica e está em constante mudança. Que a distribuição da população e da contaminação não é homogênea em todo o território e dependente da composição social e geográfica (MOURA, 2009).

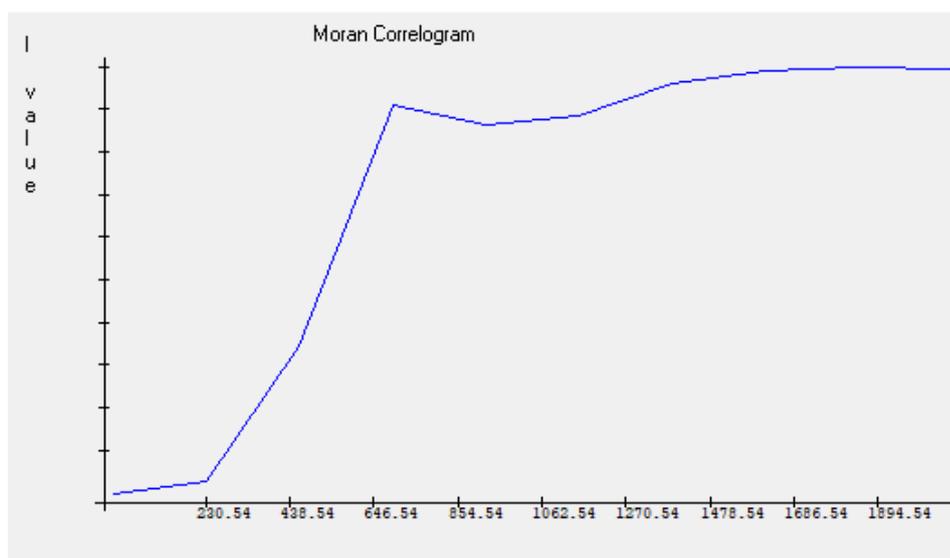
Deste modo, o modelo multivariável do diagrama de Voronoi, por sua própria definição explicitada por Moura (2009), consegue descrever e analisar a complexidade de determinada contaminação em um território de uma comunidade onde existe uma população exposta e onde a distribuição da população e da contaminação não é homogênea, está em constante mudança e é dependente da composição social e territorial. Segundo o autor, o

Polígono de Voronoi é um modelo de análise que permite o estudo das áreas de influência de pontos de interesse definidas por suas posições em relação ao conjunto de dados. O princípio é que estas manchas não sejam compostas pela simples distribuição euclidiana, mas sejam deformadas pela influência do meio (neste caso características de uma população e geografia de um território) e pela massa de seus pontos geradores (neste caso concentração dos contaminantes). (MOURA, 2009, p.6)

A Figura 51 mostra o Correlograma de Índice de Moran do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, para os valores máximos encontrados no ano de 2014. O Índice de Moran mede, genericamente e usualmente, a autocorrelação espacial de um grupo de dados. Em sua maior parte, os correlogramas são analisados visualmente, para corroborar mapas, diagramas e análise estatística não espacial dos dados (COSTA; SANTOS, 2011).

Neste estudo, o Correlograma de Índice de Moran corrobora os dados dos mapas de calor, diagramas de Voronoi e testes estatísticos anteriores. O índice de Moran mostra que não há correlação espacial entre os dados, se considerados todos os pontos de análise (índice de Moran não significativo) mas que há uma correlação espacial entre os dados quando considerados os pontos com até 450 m de distância entre si (índice de Moran significativo).

Figura 51. Correlograma de Moran do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo; concentrações máximas.

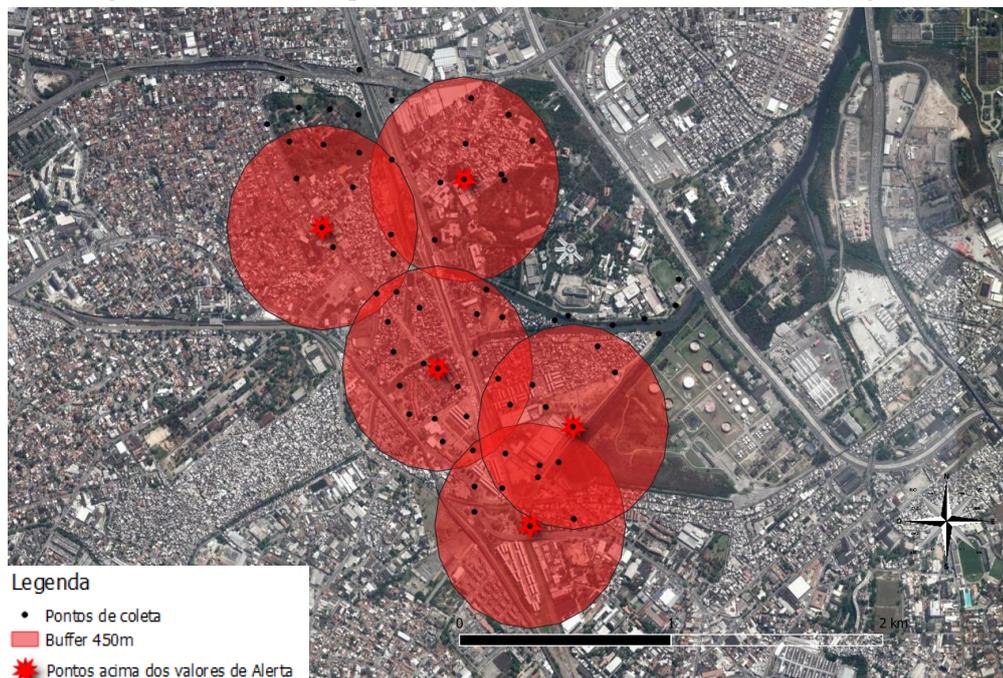


Índice de Moran: Não significativo (considerando todos os pontos); Significativo (correlação espacial) para os pontos até aproximadamente 450m, segunda inflexão do gráfico.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Assim, foi gerado o mapa da área de influência (*Buffer*) para as áreas com raio de 450 m dos cinco pontos que apresentaram valores máximos acima dos valores de alerta (Figura 51). Esse mapa é muito utilizado em estudos ambientais para a visualização e demarcação das áreas de influência de pontos onde a concentração de determinada substância se mostra acima dos valores previstos na legislação, em regiões com contaminação ambiental por produtos químicos perigosos.

Figura 52. Mapas de área de influência (*Buffer*) com raio de 450m do somatório das concentrações dos 10 HPAs prioritários na área de estudo; concentrações máximas



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Esse mapa mostra que em cinco dos pontos amostrais foram obtidos valores de concentração dos contaminantes acima dos valores máximos de alerta da legislação vigente, e que esses pontos possuem uma área de influência que abrange grande extensão do território estudado, corroborando os resultados dos Diagramas de Voronoi, que mostraram que 89% do território estudado está sob a influência da contaminação.

O mapa oferece mais uma estratégia para ratificar os dados anteriores descritos, agora, porém, com riqueza de informações espaciais, refletindo as várias dimensões da distribuição da contaminação através de um recurso visual (IBIAPINA; BERNARDES, 2019).

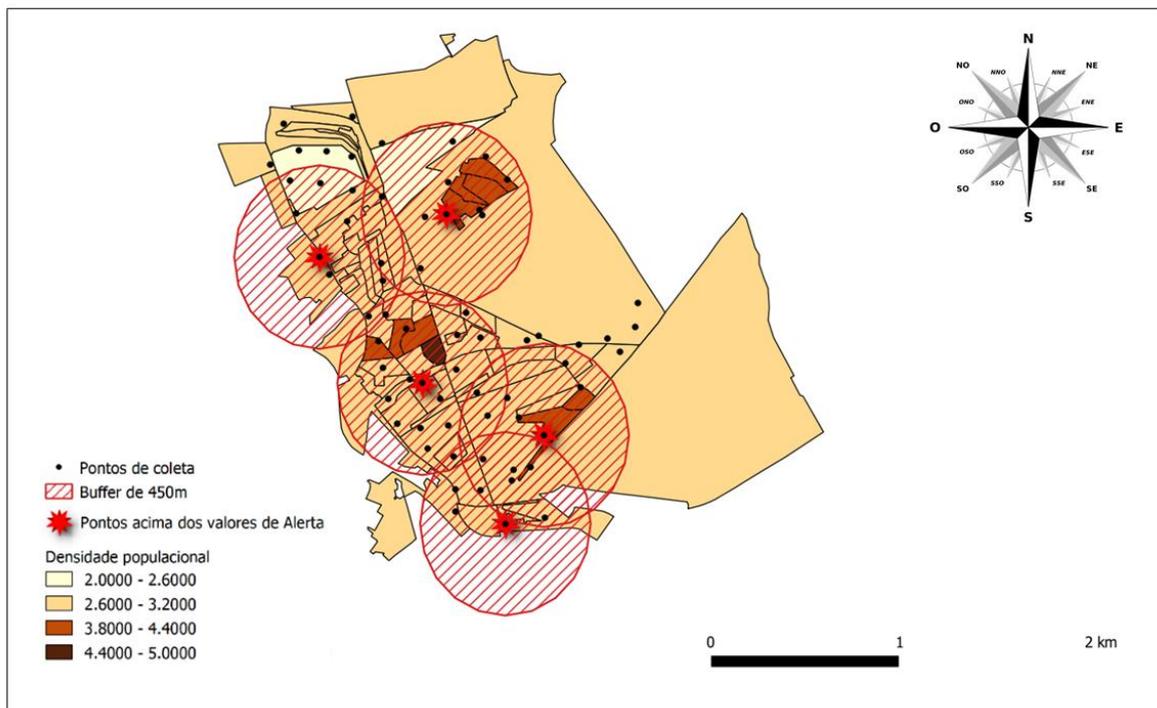
Uma análise criteriosa e detalhada dos dados de concentração, área de influência e população exposta permite estabelecer a necessidade de uma análise de riscos detalhada, de acordo com o nível de influência dos pontos onde há contaminação acima dos valores estabelecidos como limite pela legislação e a intensidade dessa contaminação (CETESB, 2007).

É importante ressaltar aqui que as áreas onde se inserem os pontos cujo somatório da concentração dos 10 HPAs prioritários esteve acima dos valores de alerta coincidem com áreas do território de Manguinhos que possuem a maior densidade populacional, o que é corroborado pelos dados, que indicam que os pontos com maiores valores de concentração dos contaminantes estão, em sua maioria, localizados em áreas residenciais e densamente povoadas,

com uma parcela importante de seus moradores convivendo diariamente com essa contaminação.

Desta forma, a Figura 52 mostra o mapa de área de influência (*Buffer*) gerado para as áreas de influência com raio de 450 m dos cinco pontos cujos valores máximos de contaminação estavam acima dos valores de alerta para solo contaminado com os 10 HPAs prioritários, em relação à densidade populacional do território de Manguinhos. A densidade populacional foi calculada utilizando os dados do IBGE (2011) de número de moradores por domicílio dividido pelo total de domicílios em cada setor censitário.

Figura 53. Mapas de Buffer com raio de 450m do somatório das concentrações máximas dos 10 HPAs prioritários na área de estudo, segundo a densidade populacional do território.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4.7 PERFIL SOCIOECONÔMICO PRELIMINAR DO TERRITÓRIO DE MANGUINHOS (RJ), ATRAVÉS DA ANÁLISE ESPACIAL DE INDICADORES DO IBGE, CENSO DEMOGRÁFICO DE 2010

Indicadores do IBGE foram selecionados e calculados com o objetivo de desenhar, de forma preliminar, um perfil socioeconômico do território de Manguinhos (RJ) por meio de uma análise espacial de dados do IBGE (2011), de forma a servir de auxílio para um estudo mais detalhado e o desenho definitivo e completo do perfil socioeconômico deste território, composto por comunidades que necessitam de uma atenção diferenciada do poder público, seja do âmbito municipal, estadual ou federal.

Assim, foram construídos mapas temáticos para a elaboração de um desenho gráfico espacial preliminar do perfil socioeconômico do território de Manguinhos. Esse perfil está associado, normalmente, ao risco diferenciado que determinada população está submetida de adoecer ou morrer por diferentes agravos à saúde (CARVALHO *et al.*, 1997).

Esses mapas, associados aos mapas anteriores do perfil da contaminação do solo do território por contaminantes orgânicos nocivos à saúde, podem servir de subsídio e de ponto de partida para a construção de um Estudo de Avaliação de Riscos a que essa população está exposta.

A identificação das estruturas dos domicílios, acesso ao saneamento adequado, nível de escolaridade, nível de renda e densidade demográfica pode auxiliar na identificação dos grupos populacionais expostos, sendo uma questão-chave na prevenção dos agravos à saúde, o que permite que melhores medidas ambientais, educacionais ou assistenciais sejam tomadas, possibilitando um melhor uso do dinheiro público, pois, com a prevenção, diminuem-se os gastos assistenciais com agravos à saúde (CARVALHO *et al.*, 1997).

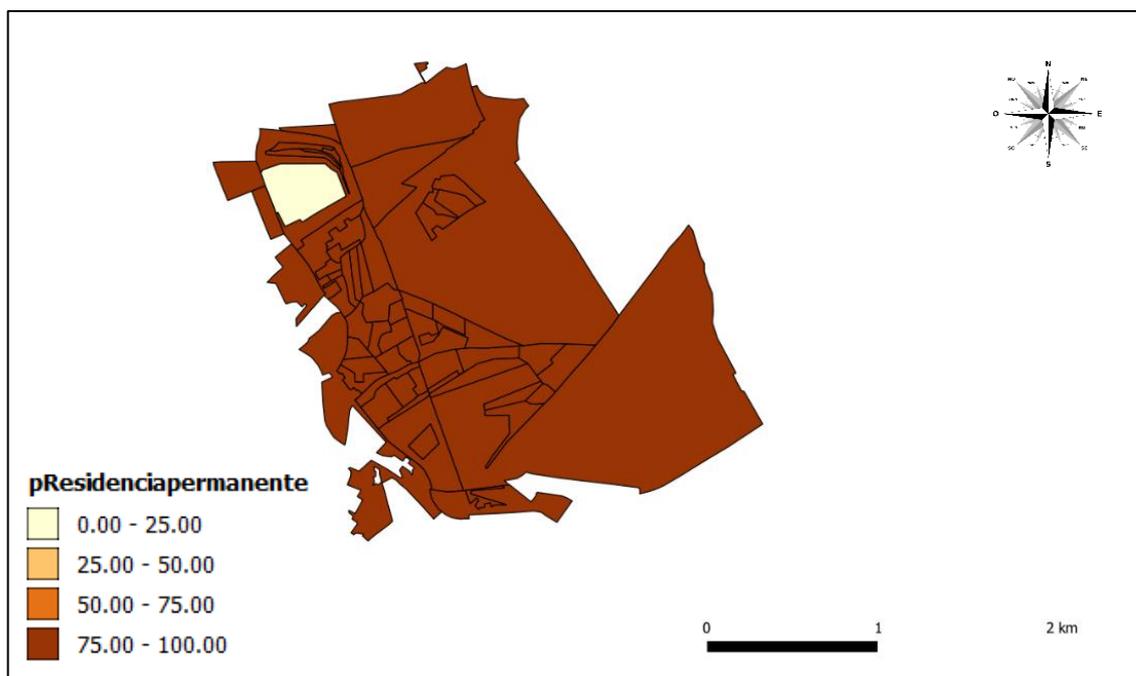
Para isso, os indicadores foram separados em cinco blocos, cada bloco com dados de importância atribuídos às variáveis do perfil socioeconômico da população em estudo: estrutura e inserção do domicílio, saneamento, escolaridade, renda e demografia (CARVALHO *et al.*, 1997).

4.7.1 Estrutura e Inserção do Domicílio

A Figura 54 mostra um panorama de domicílios particulares permanentes em todo território de Manguinhos e seu entorno, mostrando que a maior parte do território é ocupada

por este tipo de domicílio, exceto a área do Abrigo Cristo Redentor, o que se explica por ser uma entidade filantrópica, sem fins lucrativos, e de utilidade pública reconhecida pelo governo Federal, Estadual e Municipal, que abriga pessoas carentes ou não, com idade igual ou maior de 60 anos. Portanto, grande parte da população residente no território de Manguinhos e seu entorno é permanente. Essa população necessita de novas políticas públicas eficazes ou de uma reformulação nas políticas públicas já existentes.

Figura 54. Taxa de domicílios particulares permanentes no território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A Figura 55 mostra o panorama dos domicílios particulares permanentes com moradia adequada no território de Manguinhos e seu entorno. Pelo mapa, podemos observar que aproximadamente metade dos setores censitários do território possui de 0% a 25% dos seus domicílios com moradia adequada segundo os dados do IBGE (2011), ou seja, em metade do território de Manguinhos as moradias são inadequadas, o que corresponde a mais de 75% dos domicílios permanentes.

Para o IBGE (2011), uma moradia é considerada adequada quando atende simultaneamente aos seguintes critérios: densidade de até dois moradores por dormitório, coleta de lixo direta ou indireta por serviço de limpeza, abastecimento de água por rede geral e esgotamento sanitário por rede de coleta ou fossa séptica.

Para o FJP (2018), em seu documento “Déficit habitacional no Brasil 2015”, publicado pelo Ministério das Cidades, uma moradia é considerada inadequada quando não proporcionam condições desejáveis de habitação. Os critérios que são considerados para a definição de uma condição desejável de habitação não são mutuamente exclusivos, ou seja, uma mesma moradia pode ser inadequada segundo vários critérios.

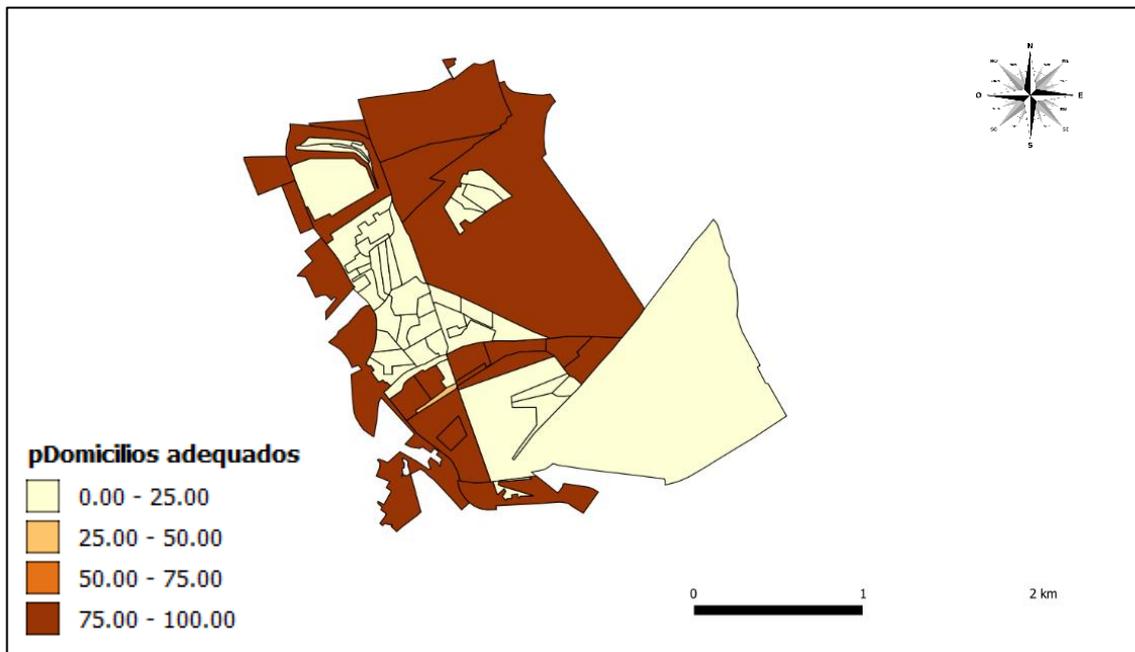
Ainda segundo o FJP (2018, p.26), são critérios para não ter condições desejáveis de habitação:

os domicílios com carência de infraestrutura, adensamento excessivo de moradores em domicílios próprios, problemas de natureza fundiária, cobertura inadequada, ausência de unidade sanitária domiciliar exclusiva ou em alto grau de depreciação.

E são considerados carentes de infraestrutura,

todos os [domicílios] que não dispõem de ao menos um dos seguintes serviços básicos: iluminação elétrica, rede geral de abastecimento de água com canalização interna, rede geral de esgotamento sanitário ou fossa séptica e coleta de lixo. (FJP, 2018, p.26)

Figura 55. Taxa de domicílios particulares permanentes com moradia adequada no território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



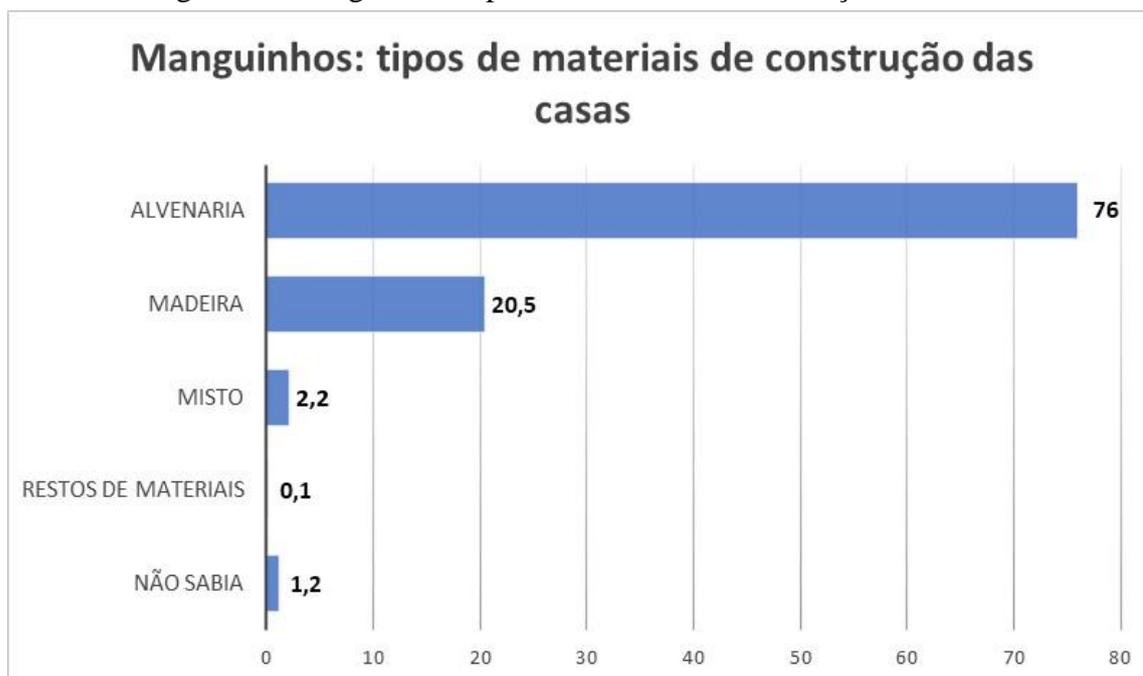
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O Censo Domiciliar do Complexo de Manguinhos, realizado no ano de 2010 pelo PRODERJ, entrevistou em torno de 9.760 residências da região, aproximadamente 83% dos domicílios particulares. Uma das perguntas do questionário era referente ao tipo de material predominante na moradia, tendo como resposta: 76% alvenaria, 20,5% madeira, 2,2% misto,

0,1% restos de materiais e 1,2% não sabia. Essa questão mostrou que aproximadamente 25% dos domicílios particulares permanentes de Manguinhos não possuem como material predominante a alvenaria (PRODERJ, 2010).

A Figura 56 mostra graficamente a proporção de casas que utiliza os diferentes tipos de materiais em sua construção.

Figura 56. Manguinhos: tipos de materiais de construção das casas.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Segundo Walter Negrisoló, coronel reformado do Corpo de Bombeiros e membro do Grupo de Fomento à Segurança contra Incêndio (GSI) do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, ligado à Faculdade de Arquitetura da USP, os incêndios residenciais são potencialmente mais perigosos e destrutivos quando ocorrem em construções de madeira, principalmente quando são improvisadas e mal planejadas, como acontece nas favelas (MATIOLI, 2016).

Esses dados, somados aos dados de saneamento, corroboram a falta de condições de habitação em que vivem os moradores de Manguinhos.

4.7.2 Saneamento

Para o bloco temático saneamento foram utilizados os indicadores: taxa de domicílios com abastecimento de água por rede pública, taxa de domicílios ligados à rede urbana de esgoto e taxa de domicílios com coleta regular de lixo. Esses são os indicadores tradicionais utilizados para determinar se dada população possui acesso ou não ao saneamento básico.

A Lei 11.445/07 define saneamento básico como:

o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. (BRASIL, 2007b).

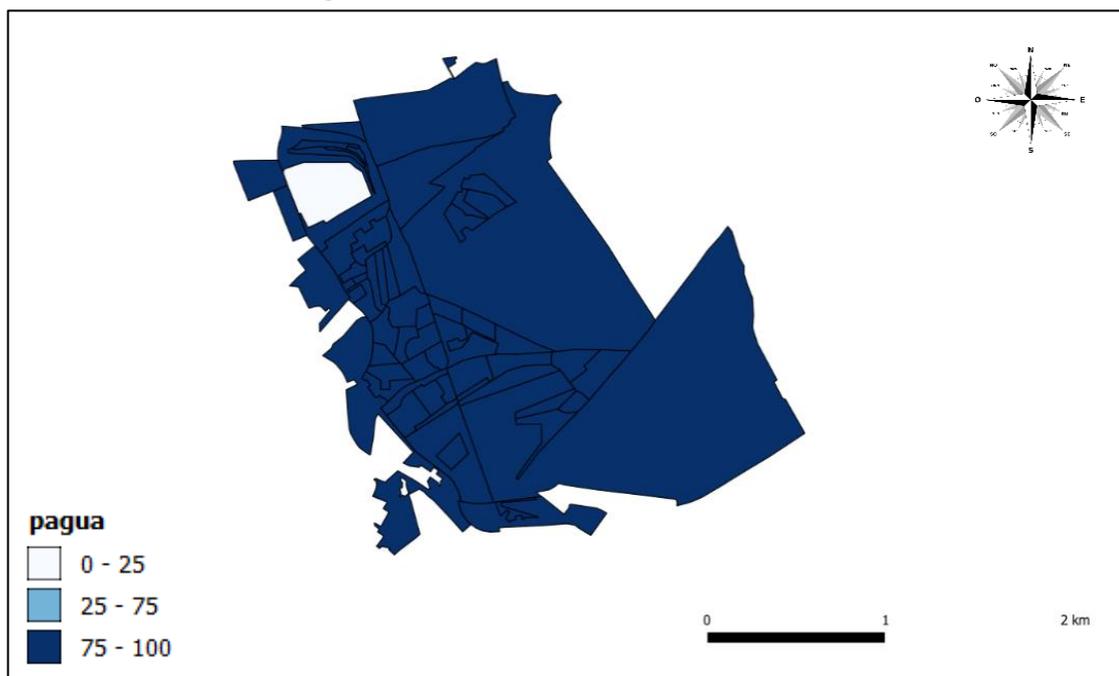
Assim, a lei prevê como saneamento básico diferentes aspectos relacionados à promoção da saúde, de modo a garantir a manutenção da saúde da população.

A manutenção da qualidade do saneamento básico para uma população lhe garante melhor qualidade de vida; garante também menor gasto público com resoluções de doenças e agravos causados pela falta de saneamento básico e ainda, indiretamente, ajuda a melhorar a qualidade do meio ambiente (SANTOS, 2020).

Não foram usados dados de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas porque esses dados não constam no Censo do IBGE (2011), fonte dos dados secundários utilizados para a construção dos mapas temáticos deste capítulo.

A Figura 57 mostra a taxa de domicílios com abastecimento de água por rede pública do território de Manguinhos e seu entorno. Por este mapa, é possível observar que apenas a área do Abrigo Cristo Redentor possui uma taxa de domicílios com abastecimento de água por rede pública baixa, de 0% a 25%.

Figura 57. Taxa de domicílios com abastecimento de água por rede pública, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Alguns autores, como Florençano e Coelho (2014) e Cvjetanovic (1986) consideram que existe uma relação direta entre os indicadores de abastecimento de água e a economia de um município, estado ou país, pois uma rede de abastecimento mais efetiva em quantidade e qualidade da água fornecida pode proporcionar benefícios gerais à saúde da população, diminuindo os custos com internações hospitalares, exames e medicamentos, além de aumentar indiretamente a produtividade da população.

Vale ressaltar que os dados do Censo do IBGE (2011) para o indicador abastecimento de água por rede pública foram fornecidos por empresas ou órgãos que prestam o serviço para atendimento à população de cada município. No caso do território de Manguinhos, quem presta o serviço de atendimento à população em relação ao abastecimento de água por rede pública é a Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro – CEDAE (IBGE, 2002).

A Figura 57 mostra um recorte do território de Manguinhos, com dados do Censo do IBGE (2011) relativos à distribuição de água no Rio de Janeiro. Embora as taxas de distribuição de água tratada para a população sejam elevadas, as comunidades sofrem dificuldades em relação à qualidade e à quantidade das águas recebidas (FLORENÇANO; COELHO, 2014).

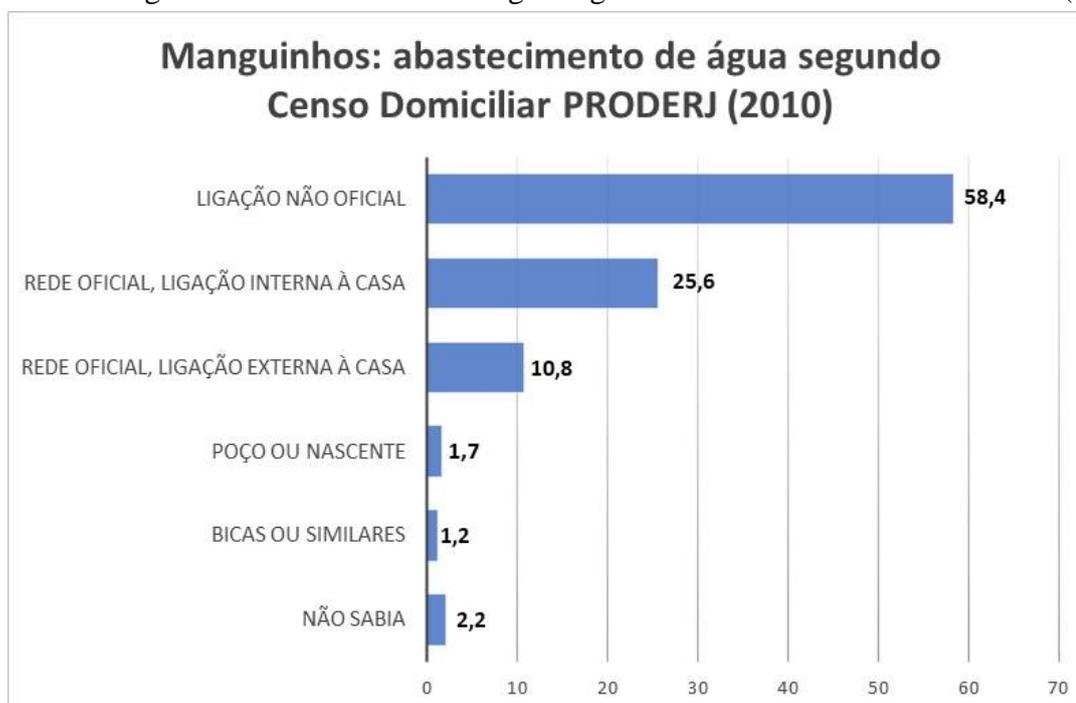
Assim como ocorre no Brasil, onde 85,8% das casas possuem como principal fonte de abastecimento de água a rede geral de distribuição, no caso particular de Manguinhos, quase todo o seu território é também abastecido por água da rede geral de distribuição (IBGE, 2018),

como mostra o mapa temático da Figura 57. Entretanto, ter a residência ligada à rede geral de distribuição de abastecimento de água não garante o acesso à água em quantidade e qualidade, de forma a atender satisfatoriamente à essa população.

Segundo o Relatório Final do Censo Domiciliar do Complexo de Manguinhos, realizado no ano de 2010 pelo PRODERJ e que entrevistou aproximadamente 83% dos domicílios particulares de Manguinhos, em referência ao abastecimento de água, a população de Manguinhos afirmou: 58,4%, que possuíam água ligada a rede não oficial; 25,6%, água ligada à rede oficial, com ligação interna na casa; 10,8%, ligada à rede oficial apenas com ligação externa à casa; 1,7% usava poço ou nascente na propriedade; 1,2% utilizava bica ou similar; e 2,2 % não sabiam, não possuíam ou deram outra resposta, como mostra a Figura 58.

Essa questão expôs que apenas aproximadamente 25% dos domicílios particulares de Manguinhos possuem ligação interna com a rede oficial de distribuição de água, mostrando que a realidade é bem diferente dos dados teóricos do Censo do IBGE de 2010 (PRODERJ, 2010).

Figura 58. Manguinhos: abastecimento de água segundo Censo Domiciliar PRODERJ (2010).



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

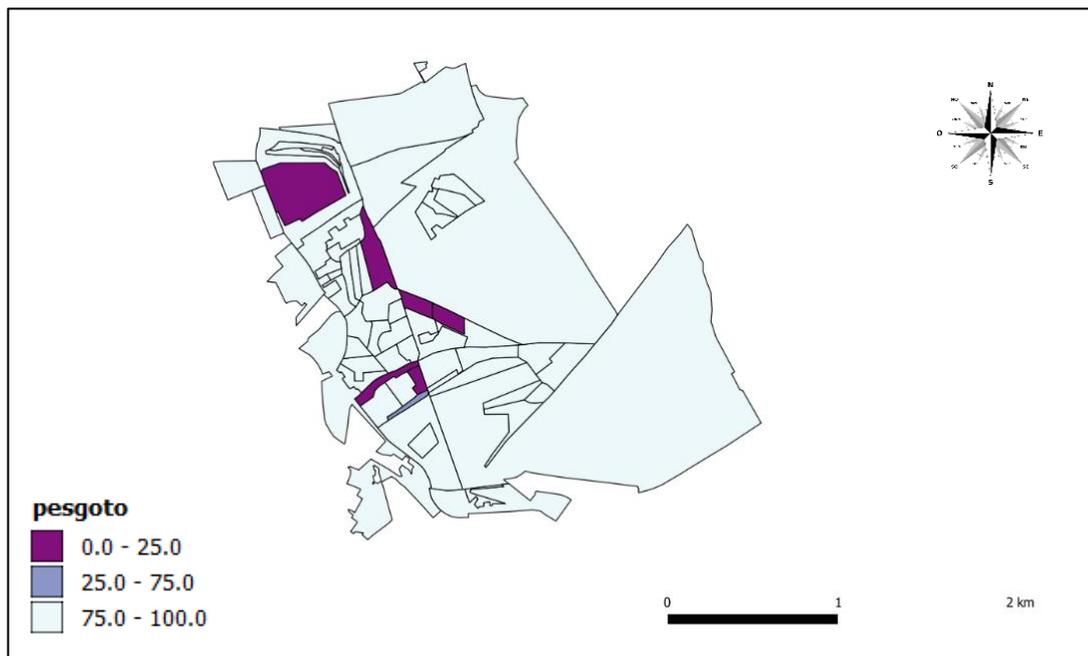
Na última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), publicada e divulgada no site oficial do IBGE em 2008, mais de 12 milhões (21,4%) de residências no País não têm acesso a essa rede, apesar de constar a informação de que quase todos os municípios brasileiros estão oficialmente ligados à rede geral de distribuição e abastecimento de água (IBGE, 2010).

Extrapolando esses dados para o território de Manguinhos (RJ), apesar dos dados mostrarem que mais de 80% do território está ligado à rede geral de distribuição, na prática, as residências não têm acesso à água dessa rede nem em quantidade nem em qualidade satisfatória. Isto foi comprovado por uma pesquisa feita na FIOCRUZ em 2016, que mostrou que 73% das amostras de água coletadas de filtros e galões em Manguinhos apresentaram-se impróprias e apenas 27% dessas amostras de água estavam próprias, conforme o padrão de potabilidade nacional, ou seja, não possuíam coliformes totais e de *Escherichia Coli* (FIOCRUZ, 2016).

Vale a pena ressaltar que a região sofre com a escassez de água, seja pela falta do recurso nas ligações da rede geral, ocasionada pelo fornecimento deficitário por parte da empresa prestadora do serviço, seja pelo desvio da água em ligações clandestinas existentes nas comunidades. Em 14 de maio de 2019, a CEDAE postou em seu site uma matéria onde dizia que técnicos das suas equipes de Segurança Empresarial desfizeram 26 ligações clandestinas de água – os chamados “gatos” – na Rua Leopoldo Bulhões, em Manguinhos, todas pertencentes a nove “lava a jato” (CEDAE, 2019). Entretanto, é sabido que não apenas os “lava a jato” possuem ligações clandestinas de água. E essas ligações clandestinas, além de atrapalharem o acesso de quem está ligado à rede geral de distribuição, em relação à quantidade de água de abastecimento, também atrapalham o acesso em relação à qualidade dessa água, pois são uma das principais portas de entrada de contaminação da água dessa rede.

A Figura 59 mostra a taxa de domicílios ligados à rede urbana de esgoto no território de Manguinhos e seu entorno. Por este mapa é possível observar que além da área do Abrigo Cristo Redentor, algumas outras áreas nas comunidades Vila Turismo, Parque Carlos Chagas e Vila União possuem baixa taxa de domicílios ligados à rede urbana de esgoto, de 0 a 25%.

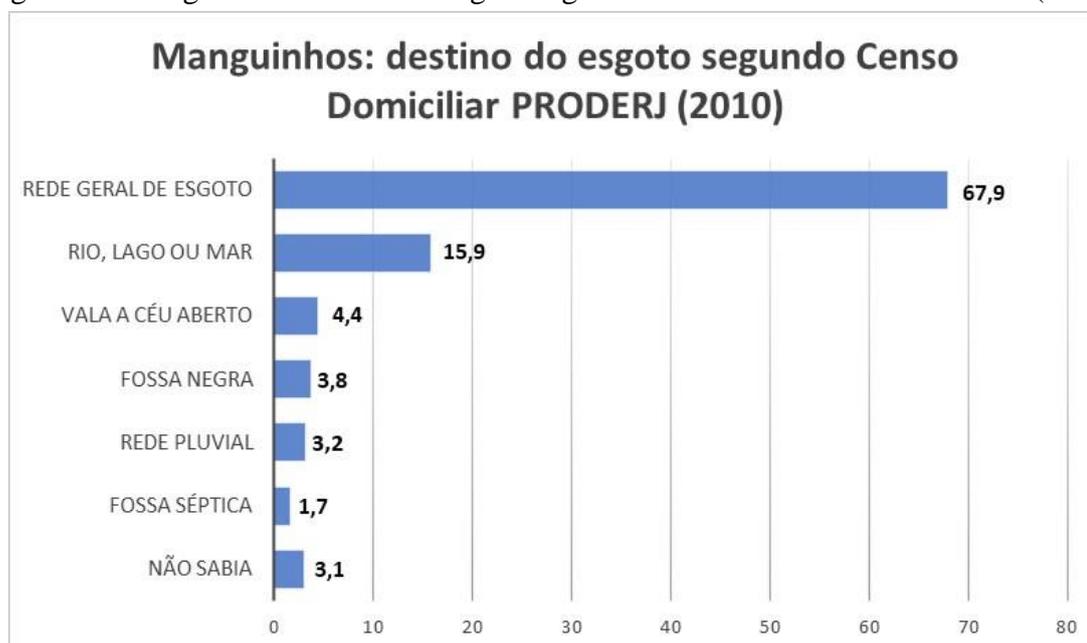
Figura 59. Taxa de domicílios ligados à rede urbana de esgoto, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Retomando os dados do Relatório Final do Censo Domiciliar realizado em 2010 pelo PRODERJ no Complexo de Manguinhos, a população de Manguinhos – correspondente a 83% dos domicílios particulares, dos quais 98,4% possuíam ao menos um banheiro – afirmou, referente ao esgotamento sanitário, que: 67,9% das residências estavam ligadas à rede geral de esgoto; 15,9% tinham seu esgoto lançado diretamente no rio, lago ou mar; em 4,4%, o esgoto era lançado numa vala a céu aberto; 3,8% tinham o esgoto lançado em uma fossa negra ou fossa rudimentar; 3,2% lançavam o esgoto na rede pluvial; em 1,7%, o esgoto era lançado em uma fossa séptica; e 3,1% dos entrevistados não sabiam onde ocorria o lançamento do seu esgoto, como mostrado na Figura 60 (PRODERJ, 2010).

Figura 60. Manguinhos: destino do esgoto segundo Censo Domiciliar PRODERJ (2010).



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Mas a situação real é ainda pior do que aquela representada no mapa da Figura 59. Uma reportagem do R7, Balanço Geral, do Globo de 25 de janeiro de 2011, mostra a situação de algumas comunidades do território de Manguinhos onde o esgoto corre “a céu aberto” na porta da casa dos moradores, como na Comunidade Mandela de Pedra, que aparece no mapa como uma comunidade com mais de 75% do território com domicílios ligados à rede urbana de esgoto (ESGOTO..., 2011). Segundo a mesma reportagem, os moradores convivem com mau cheiro e doenças graves provocadas pela água do esgoto, em um local onde mais de duas mil pessoas vivem abaixo da linha da pobreza (ESGOTO..., 2011).

A reportagem é de 2011, entretanto hoje, em 2020, a situação desses moradores não é muito diferente. Uma matéria publicada e divulgada em 22 de janeiro de 2020, no site oficial do Ministério Público do Rio de Janeiro, mostra que em julho de 2019 foi homologado um TAC (Termo de Ajuste de Conduta) que previa o término de quatro grandes intervenções por parte do Estado do Rio para garantir a expansão do saneamento básico, entre elas o Sistema Tronco Coletor Faria Timbó e o Sistema Tronco Coletor Manguinhos, mostrando que muita coisa ainda precisa ser feita para dar um pouco mais de dignidade a essa população (MPRJ, 2019).

A ampliação da extensão das redes de esgotamento sanitário e a melhoria dos aspectos do tratamento do esgoto deviam ser prioridade nas gestões municipais, estaduais e federais, de maneira a proporcionar uma melhoria na saúde da população, além de diminuir os gastos

públicos com doenças relacionadas à falta de saneamento e/ou com reparação do meio ambiente (FUNASA, 2017).

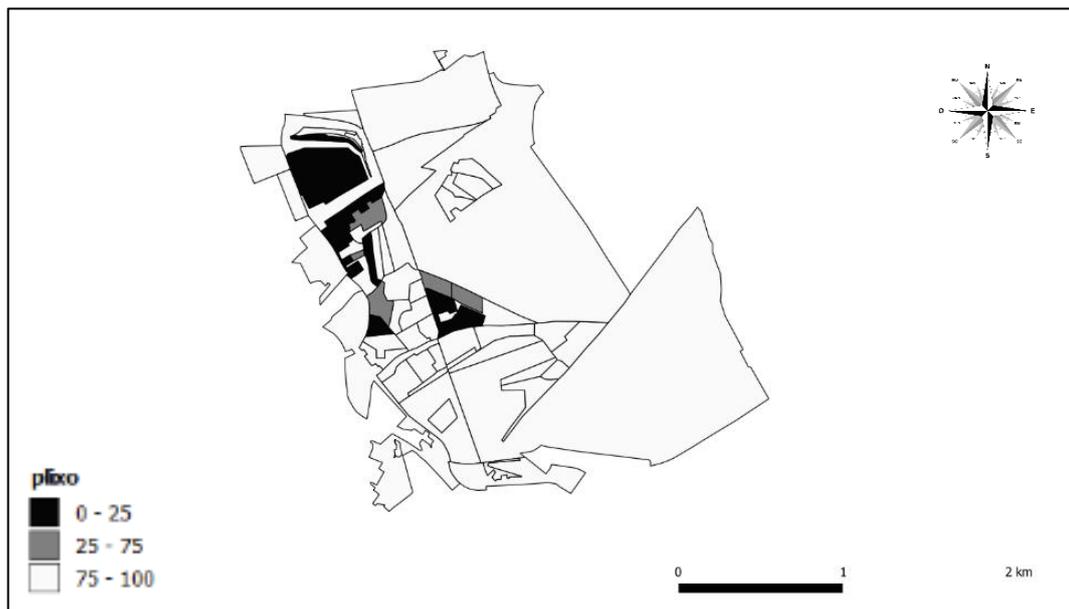
Sem a ligação com as redes, o esgoto acaba indo para os córregos e rios mais próximos através das redes pluviais, que são um conjunto de tubulações que têm como objetivo captar, transportar e drenar a água da chuva (que não passa por tratamento) das áreas urbanas até rios, córregos ou canais (BRK Ambiental, 2019).

Segundo o PNAD de 2018, houve um aumento de 6,7% no número de municípios com rede coletora de esgoto; entretanto esse número não reflete a realidade, pois considera que o município tem uma rede coletora de esgoto quando esta atende pelo menos um distrito, ou até mesmo somente parte dele, independentemente da extensão da rede, número de ligações ou de economias esgotadas (IBGE, 2018).

Desta forma, acredita-se que a extensão da rede de esgotamento sanitário em Manguinhos seja muito menor do que a representada no mapa construído com os dados do censo do IBGE (2011). A poluição observada nos canais e rios que cortam o território corrobora esta suposição.

A Figura 61 mostra a taxa de domicílios com coleta regular de lixo no território de Manguinhos e seu entorno. Por este mapa é possível observar que, além da área do Abrigo Cristo Redentor, algumas outras áreas nas comunidades Vila Turismo, Nova Vila Turismo, CHP2 e Parque Carlos Chagas possuem baixa taxa de coleta regular de lixo, na faixa de 0% a 25%. Outras áreas dessas comunidades possuem taxa de coleta regular de lixo entre 25% e 75%, mostrando que a coleta regular de lixo não é homogênea na região.

Figura 61. Taxa de domicílios com coleta regular de lixo, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



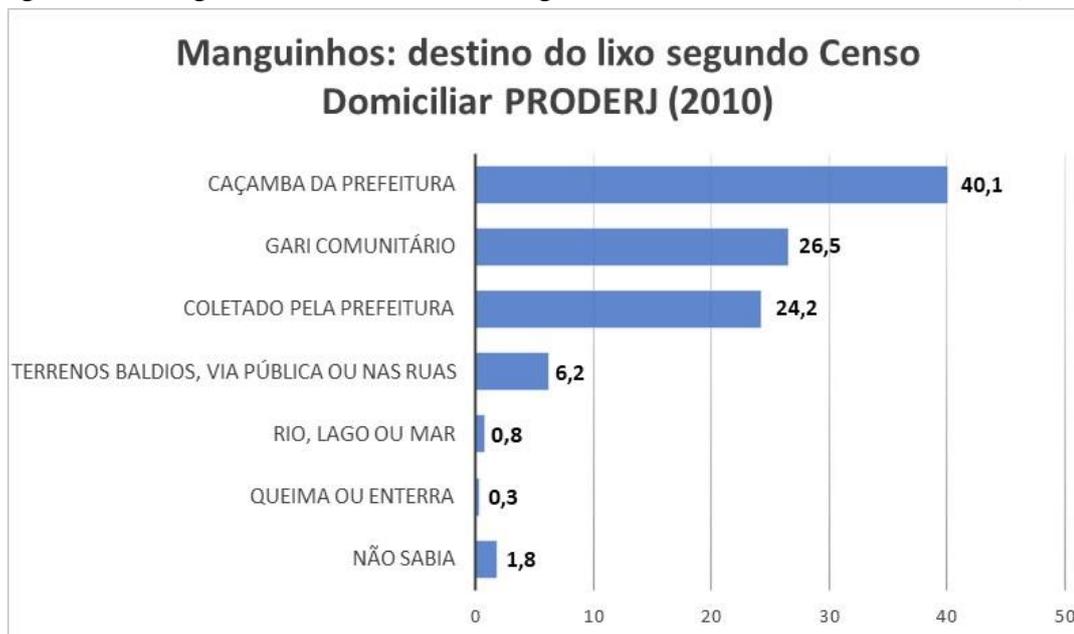
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2018, publicado em 2019, 17,8 milhões de pessoas não têm acesso à coleta regular de lixo no Brasil, a maior parte delas na área rural. Estima-se que a parcela da população urbana que não tem acesso ao serviço de coleta domiciliar regular de lixo é de 2,2 milhões de habitantes (BRASIL, 2019), uma realidade que explicita bem o dia-a-dia dos moradores de comunidades (ou favelas) e que fica evidenciada no mapa da Figura 61.

Esse lixo acaba sendo lançado próximo aos cursos d'água ou mesmo em seus leitos, reduzindo a sua capacidade de escoamento e poluindo ainda mais rios que, muitas vezes, já recebem uma alta carga de esgoto e que são captados, em outro ponto, como fonte de água potável após tratamento, o que aumenta os custos desse tratamento ou diminui a qualidade da água fornecida (IBGE, 2018).

No que se refere ao destino do lixo, os dados do Relatório Final do Censo Domiciliar do Complexo de Manguinhos (PRODERJ, 2010), mostram que 40,1% da população local afirma que usa as caçambas da prefeitura; 26,5% afirmam que seu lixo é coletado por um gari comunitário; 24,2% afirmam que seu lixo é coletado pela prefeitura; 6,2%, que depositam o seu lixo em terrenos baldios, via pública ou nas ruas; 0,8% afirma jogar nos rios, lagos ou mar; 0,3% afirma queimar ou enterrar; e 1,8% não soube informar o destino do seu lixo, como mostrado na Figura 62.

Figura 62. Manguinhos: destino do lixo segundo Censo Domiciliar PRODERJ (2010).



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

De acordo com o IBGE (2011), 27% do lixo produzido no país ainda tem como destino os lixões, terrenos baldios e corpos hídricos. Essa porcentagem aumenta para 30% quando pensamos em áreas de comunidades (ou favelas), onde a coleta regular é deficitária, por dificuldade de investimentos e/ou por dificuldades de acesso devido ao traçado irregular das ruas e vias, dimensões incompatíveis entre os equipamentos convencionais de coleta e as vias, e a topografia irregular de muitas das regiões (CYNAMON; MONTEIRO, 1985).

O lixo é um problema social, econômico, sanitário e ambiental. Se os resíduos sólidos dos aterros sanitários já geram poluição e contaminação dos compartimentos ambientais, esse lixo não monitorado, sem qualquer tipo de controle, tem efeitos nocivos ainda maiores no meio ambiente. A disposição inadequada do lixo urbano pode aumentar a presença de alguns vetores que são fontes transmissoras de infecção, além de liberar no ambiente um número crescente de substâncias e materiais perigosos (SCHUELER *et al.*, 2018).

Nesse quadro, o espaço das comunidades (ou favelas) é um espaço composto por moradias pequenas e, em sua maioria, verticalizadas, com ruas e ruelas estreitas e de difícil acesso, o que faz necessária uma coleta pública diária que consiga diminuir o descarte inadequado do lixo (resíduo sólido urbano).

A educação ambiental dos moradores das comunidades de baixa renda (e de toda a população) é uma das soluções mais viáveis para uma mudança de paradigma e para uma melhora do problema; uma alternativa que contribui para a conscientização socioambiental da

população e instiga a responsabilidade individual e coletiva na produção e manejo do resíduo sólido urbano (SCHUELER *et al.*, 2018).

Nesse contexto, o Projeto “Voz Ecoa” apresenta vídeos de um biólogo da PUC-Rio argumentando sobre a importância de se conscientizar a população das comunidades de que uma ação coletiva é fundamental, pois “nenhum organismo, nenhum ser vivo é individual”. A ideia é tentar diminuir a quantidade de lixo acumulado nas ruas ou jogado nos corpos hídricos por meio da ampliação da conscientização ambiental coletiva e da seleção e venda de materiais recicláveis descartados (BERGMAN; MUCHA, 2019)

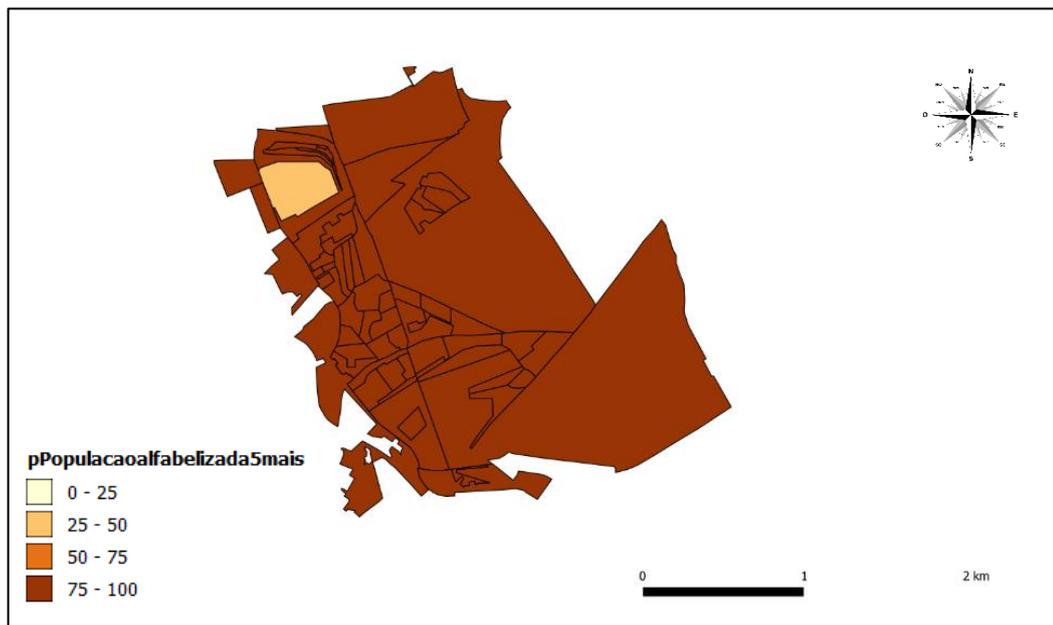
Outra possibilidade que poderia ser uma alternativa viável para a redução do lixo que ainda tem como destino os lixões, terrenos baldios ou corpos hídricos é a construção e instalação de ecopontos. Esses pontos ecológicos teriam a finalidade de incentivar a separação dos materiais recicláveis, diminuindo os resíduos sólidos não utilizáveis, atuando também como fonte de renda para a comunidade. Outra função dos ecopontos seria a de promover a educação ambiental. A ideia é mudar a “cultura do lixo” para a “cultura do reuso, da reciclagem” (BRITO *et al.*, 2003).

4.7.3 Escolaridade

Para esse indicador, foi utilizada a taxa de pessoas acima de 5 anos alfabetizadas. Essa categoria mostra a proporção de analfabetos no território.

A Figura 63 mostra a taxa de pessoas acima de 5 anos alfabetizadas no território de Manguinhos e seu entorno. Por esse indicador, podemos observar que apenas o Abrigo Cristo Redentor possui uma taxa de 25% a 50% de pessoas acima de 5 anos alfabetizadas, portanto abaixo dos 75% a 100% do restante do território.

Figura 63. Taxa de pessoas acima de 5 anos alfabetizadas, território de Mangunhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Apesar do IBGE, em 2018, ter divulgado que cerca de 11,3 milhões de pessoas são analfabetas no Brasil, sabemos que esse número é muito maior, pois 3 de cada 10 brasileiros são analfabetos funcionais, ou seja, não conseguem resolver operações básicas matemáticas, como calcular um troco de um pagamento em dinheiro, ou interpretar um texto; alguns têm dificuldades em assinar seu próprio nome. O Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional (INAF) mostrou que cerca de 30% dos brasileiros são analfabetos funcionais (COSTA, 2019).

O analfabetismo funcional se mostrou oscilante entre os anos de 2015 (4%) e 2018 (8%), mas não é possível afirmar que esteja em crescimento, pois a diferença no percentual de analfabetos funcionais no período está dentro da margem de erro de 2% para mais ou para menos. Entretanto, existe de fato um desinvestimento em educação e uma falência dos programas educacionais públicos (BERTONI, 2019). Isso se reflete no contexto social digital, pois essas pessoas ficam mais vulneráveis à desinformação e às informações erradas e manipuladas, usadas em contexto falso, já que muitas vezes têm uma capacidade limitada de verificar a veracidade das informações através de pesquisas, outras leituras ou acesso a jornalismo impresso de qualidade (FAJARDO, 2018).

Os níveis de proficiência da alfabetização estão relacionados com o acesso à educação e à sua qualidade, assim como com sua permanência ao longo da vida, sendo este um bom índice para medir desigualdades. Moradores de comunidades (ou favelas) são, em sua maioria,

negros e pardos, com menor renda e, conseqüentemente, menor acesso e permanência na rede de educação, mesmo na pública, e maior índice de analfabetismo (CARMO, 2017).

4.7.4 Renda

O indicador rendimento nominal médio mensal da pessoa responsável pelo domicílio é um bom indicador de qualidade de vida, juntamente com os anteriores. Esse indicador social mostra o potencial de acesso ao consumo de bens duráveis ou não e de serviços.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome em seu documento Indicadores para Diagnóstico e acompanhamento do SUAS e do BSM (BRASIL, 2013):

No Brasil, a pobreza normalmente é definida como a incapacidade dos indivíduos terem uma condição de vida adequada em decorrência dos baixos rendimentos auferidos. Embora mensurada fundamentalmente pela renda, a pobreza não se limita a ela, revelando-se também por meio da privação de necessidades básicas. “Pobres” são aqueles que, de modo temporário ou permanente, não têm acesso a um mínimo de bens e recursos, sendo excluídos em graus diferenciados da riqueza social.

A Figura 64 mostra a distribuição do rendimento nominal médio mensal da pessoa responsável pelo domicílio no território de Manguinhos e seu entorno. É possível observar que em todo o território essa renda não ultrapassa três salários-mínimos. Em grande parte do território, a pessoa responsável pelo domicílio ganha até dois salários-mínimos, existindo algumas regiões onde a população sobrevive com uma renda de até meio salário mínimo.

Figura 64. Rendimento nominal médio mensal da pessoa responsável pelo domicílio, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Segundo dados da FGV (2020), elaborados a partir de dados do IBGE (2011) para as microrregiões do Rio de Janeiro, incluídos os aglomerados subnormais, Manguinhos possui uma renda per capita média de R\$346,00; mais baixa que a de seus vizinhos, Maré (R\$395) e Jacarezinho (R\$349,00); e muito baixa quando comparada com renda per capita média dos moradores de bairros da Zona Sul do Rio de Janeiro, como Leblon (R\$4.702,00) e Lagoa (R\$ 5.635,00).

Essa diferença discrepante reflete-se na educação, já que o acesso à educação de qualidade e sua permanência ao longo da vida estão diretamente relacionados ao aumento da renda real daquela população. A melhoria na renda dos moradores das comunidades passa, diretamente, por melhorias na educação, em qualidade e em acessibilidade, e por menos discriminação dentro do mercado de trabalho (MOURA, 2004).

Segundo Carvalho *et al.* (2019), existe um fenômeno denominado “padrão de concentração de investimentos nas áreas de mais alta renda nas cidades”. Esse padrão é um processo em que ocorre um “reinvestimento” e “apoio do estado” em áreas que já possuem uma infraestrutura instalada e em funcionamento.

Assim, na escala município, há um padrão de concentração dos equipamentos de saúde, educação e demais projetos da prefeitura nos bairros de maior renda. E, na escala da favela, observa-se o mesmo padrão de concentração, onde apenas a pequena parcela da população que possui maior renda tem maior investimento e, conseqüentemente, maior acesso a melhores

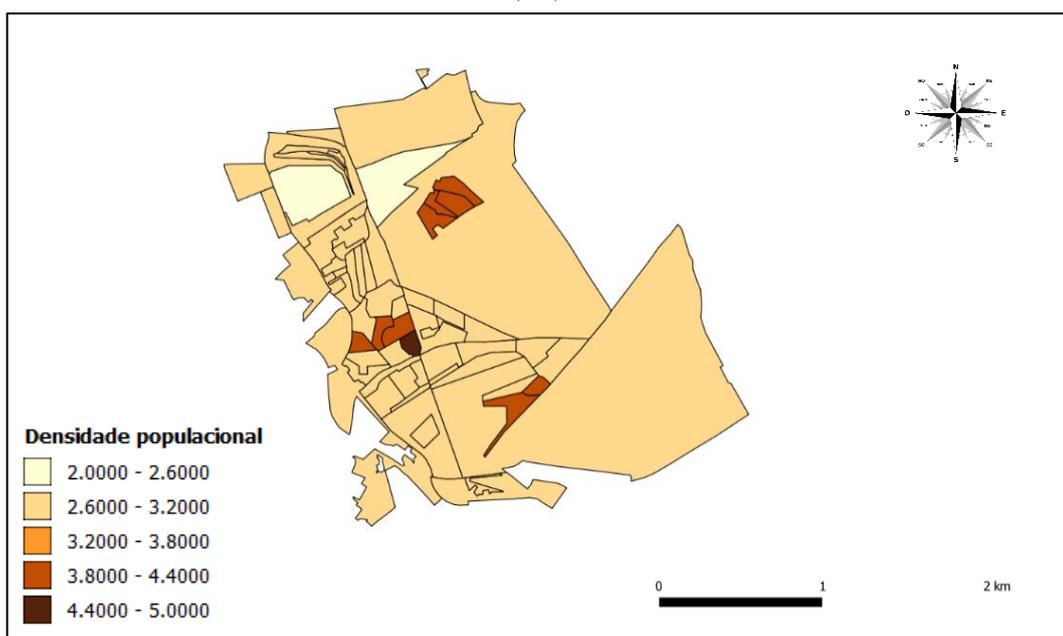
equipamentos sociais, como saúde, educação e demais projetos públicos e/ou particulares (CARVALHO *et al.*, 2019)

4.7.5 Demografia

O indicador de densidade demográfica mostra a distribuição da população no território estudado. Nas comunidades, é esperada uma alta densidade populacional, o que diminui a qualidade de vida daquela população (PASTERNAK; D'OTTAVIANO, 2016).

A Figura 65 mostra a distribuição da densidade populacional no território de Manguinhos e seu entorno. É possível observar áreas com alta densidade habitacional nas comunidades Parque Oswaldo Cruz, Mandela de Pedra, Parque João Goulart e CHP2.

Figura 65. Densidade demográfica, território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Dados de Cotelo e Rodrigues (2012, [n.p.]) mostram que:

a densidade medida pelas imagens de satélite obtidas através de sensoriamento remoto produz estimativas consideravelmente maiores do que a densidade medida pelos setores censitários. O fato é que os setores considerados urbanos e de expansão urbana apresentam extensas áreas pouco povoadas. A medição feita a partir de fotos de satélite exclui áreas que os setores censitários não excluem.

A alta densidade populacional associada à baixa renda per capita de seus moradores, a falta de investimento público de infraestrutura e educação, entre tantas outras “faltas”, fazem

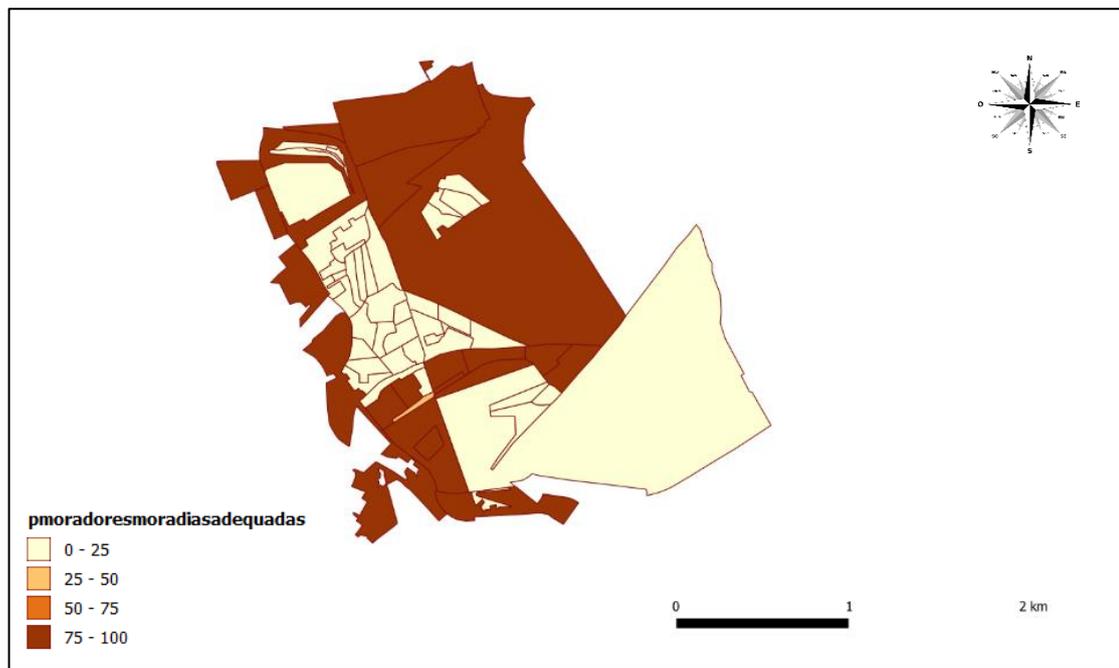
com que a população do bairro de Manguinhos viva sob o fantasma de enchentes e incêndios, entre a água e o fogo, como as grandes enchentes de 1950, 1971, 1988 e 2006 e os incêndios de 1999 e 2000 (VARGAS, 2016).

Para o IBGE (2011), domicílio particular permanente é o domicílio que foi construído para servir exclusivamente à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas.

Ainda segundo o IBGE (2011), para que uma moradia seja considerada adequada deve atender simultaneamente aos seguintes critérios: densidade de até dois moradores por dormitório, coleta de lixo direta ou indireta por serviço de limpeza, abastecimento de água por rede geral e esgotamento sanitário por rede de coleta ou fossa séptica.

A Figura 66 mostra a taxa de moradores em domicílios particulares permanentes com moradia adequada no território de Manguinhos e seu entorno. Pelo mapa, observa-se que aproximadamente metade dos setores censitários do território possui de 0% a 25% de sua população vivendo em moradias adequadas, segundo os dados do IBGE (2011); ou seja, em metade do território de Manguinhos, correspondente a mais de 75% dos domicílios permanentes, a população reside em moradias inadequadas.

Figura 66. Taxa de moradores em domicílios particulares permanentes com moradia adequada no território de Manguinhos e seu entorno, Rio de Janeiro (RJ).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Esses dados corroboram os dados e mapas de saneamento (taxa de domicílios com abastecimento de água por rede pública; taxa de domicílios ligados à rede urbana de esgoto; taxa de domicílios com coleta regular de lixo) e mapas de renda (baixo rendimento nominal médio dos moradores do território). Moradores com baixo poder aquisitivo tendem a crescer em famílias maiores e se aglomerar nas casas já existentes da família, aumentando a densidade populacional, construindo os chamados “puxadinhos” ou crescendo verticalmente, sem melhorias públicas de infraestrutura de saneamento (GOMES, 2019; PASTERNAK; D’OTTAVIANO, 2016).

Assim, se o serviço de coleta de esgoto e fornecimento de água já não atende a população existente, moradora e permanente, o aumento da população, seja pela crise econômica que aglomera as famílias, seja pelo número de nascimentos, aumenta a sobrecarga da rede de esgoto e o consumo de água dessa mesma rede de distribuição que já não atendia antes àquela população.

5 CONCLUSÕES

Esta pesquisa mostrou que, em Manguinhos, cinco comunidades (Parque Oswaldo Cruz, Vila Turismo, Vila União, Mandela de Pedra e DESUP) apresentaram valores do somatório da concentração, dos 10 HPAs prioritários em solos, superiores ao valor de alerta (4,1 mg/kg), indicando que essa população reside em uma área potencialmente contaminada. Isto pode servir de subsídio para que os tomadores de decisão executem ações mitigadoras, mediante um estudo de avaliação de risco à saúde humana e ambiental na região.

Foram identificados e quantificados diversos HPAs nas amostras de solo superficial analisadas, com a presença de benzo[a]pireno, que deve ser ressaltada, por ser um composto que confere periculosidade ao solo, já que, dentre os HPAs conhecidos, é o que possui propriedades carcinogênicas comprovadas.

Os resultados indicam que há a necessidade de um monitoramento dos solos urbanos residenciais, pois, assim como foi identificada a presença dos HPAs nesse solo, compostos com grande potencial tóxico, é provável que isto também ocorra em outros locais.

Este estudo contribuiu para aumentar o número de informações disponíveis na literatura a respeito de contaminação de solos superficiais urbanos por HPAs, principalmente em regiões socioeconômicas vulneráveis como a do Complexo de Manguinhos, uma favela do Rio de Janeiro. A deterioração do solo desta região deve-se, provavelmente, à presença de muitas vias de alto tráfego de veículos que contribuem com emissões veiculares em grande quantidade, a fontes industriais e às características geográficas e urbanas, que dificultam a dispersão dos contaminantes que, por isto, tendem a se depositar nas partículas do solo.

Por meio de análises estatísticas, foi possível verificar que a influência da concentração dos contaminantes químicos é mais significativa que a influência das condições meteorológicas: direção do vento, velocidade do vento, temperatura, pressão e umidade.

Os mapas de calor mostraram que os HPAs são contaminantes químicos presentes na camada superficial do solo do território investigado, com localidades críticas, onde as concentrações se apresentaram acima dos valores de intervenção.

Os diagramas de Voronoi revelaram um grande número de áreas que sofrem influência da contaminação que parte dos pontos georreferenciados. Mostraram também que as regiões com baixos valores de concentração de HPAs correspondem espacialmente a construções do PAC, sugerindo que esses baixos valores possam ser decorrentes de modificações recentes do solo.

O uso da ferramenta de *buffer* associado aos mapas temáticos dos indicadores de vulnerabilidade ambiental mostrou que as áreas com os pontos de concentração do somatório dos 10 HPAs prioritários acima dos valores de alerta coincidem com áreas do território de Manguinhos que possuem a maior densidade populacional, o que corrobora os dados, que indicam que os pontos com as maiores concentrações dos contaminantes estão localizados, em sua maioria, em áreas residenciais e densamente povoadas, implicando risco diário de contaminação para grande parte de seus moradores.

O conjunto dos dados obtidos sugere que a contaminação do solo no território investigado é decorrente, principalmente, de atividade humana e do fluxo intenso de veículos automotores.

Esses resultados foram comparados aos valores de referência em solo estabelecidos pela Lista Holandesa, preconizados pela CETESB (1999). Valores superiores ao valor de alerta são um indicativo que se deva realizar uma análise de risco, pois a área é considerada contaminada. É necessário verificar a extensão da contaminação e os riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Após essa etapa, é preciso avaliar a necessidade de medidas de remediação ambiental do solo contaminado e determinar metas para a descontaminação, de modo que as análises comprovem que os valores de concentrações dos contaminantes no solo estejam em níveis aceitáveis, ou seja, iguais ou menores que o valor de referência da norma, para garantir que não haja comprometimento ambiental.

Os mapas que compõem um perfil socioeconômico preliminar do território de Manguinhos (RJ), construídos por meio da análise espacial de indicadores do IBGE (2010, 2011), mostraram que os moradores sofrem com a falta de investimentos em infraestrutura de saneamento básico e que, mesmo com as obras do PAC, a revitalização da área ficou inacabada, deixando um legado de ocupações e violência que resulta em enchentes e prejuízos. As áreas desapropriadas foram reocupadas (principalmente pelo comando criminoso do território), diminuindo a drenagem das águas das chuvas, o que resulta em alagamentos e enchentes ainda piores.

Há uma relação direta entre saneamento, renda e desigualdade social. As regiões mais ricas possuem maior investimento e, conseqüentemente, são mais urbanizadas, enquanto as regiões mais pobres ficam sem investimento e sem infraestrutura.

Apesar de ser reconhecido pela ONU como um direito humano prioritário e universal, o direito ao “acesso à água segura para beber e ao esgotamento sanitário adequado” (ONU, 2015) nem sempre são respeitados, causando grandes prejuízos econômicos e humanos.

A alfabetização (concreta, não consideradas aqui as alfabetizações que geram analfabetos funcionais) também tem relação direta com as desigualdades, pois a estas se relacionam a qualidade e o acesso à educação, assim como sua permanência, em quantidade e qualidade, ao longo da vida do cidadão.

A questão aqui não é somente ensinar a alguém a escrever o seu nome ou a não ser enganado na hora das compras; é a comunidade como um todo avançar em suas práticas sociais, garantindo a esse morador condições básicas para que venha a ter menor dificuldade econômica, melhor emprego, maior facilidade para se locomover, menos problemas de saúde, de alimentação, de moradia, de transporte. São necessários mais investimentos em educação e em infraestrutura.

A alta densidade populacional associada à baixa renda, somada a presença de tráfico de drogas tornam a região de Manguinhos um local de conflitos, onde se vivencia uma guerra localizada, com cenas de guerra: guerra com tiros e bombas, guerra psicológica, guerra de nervos. Isso se explicita no nome escolhido para um programa do governo em favelas: Programa das Unidades de Polícia Pacificadora. Só precisa da presença de um pacificador quem já vive em conflitos e guerras.

Além da excessiva densidade demográfica, vale ressaltar que os baixos investimentos em infraestrutura, a ausência de vegetação, uma morfologia urbana confusa, com graves problemas de acessibilidade, a precariedade da tipologia arquitetônica, a ausência de renda suficiente para garantir os investimentos necessários à manutenção do domicílio, a falta de investimentos em projetos de educação ambiental que melhorem o descarte do lixo, seja reciclando seja utilizando o local correto de despejo, tudo isso contribui para a perpetuação de condições inadequadas de moradia e de saneamento.

A área do Complexo de Manguinhos, localizada na sub-bacia do Canal do Cunha, é uma área historicamente submetida a um processo de degradação ambiental contínuo e constante. É uma região com um processo de formação, ocupação e evolução ligado diretamente a baixas condições socioeconômicas e presença constante de indústrias, comércios e alto tráfego de veículos automotores, com baixos investimentos públicos em infraestruturas e sustentabilidade, sejam eles de maneira direta ou indireta.

As obras do PAC Manguinhos causaram, em seus onze anos de obras, muitas mudanças na região, porém a região ainda carece de infraestrutura. As ocupações informais (principalmente, mas não somente) em regiões no entorno do canal e dos rios sofrem com enchentes e alagamentos constantes, com perdas materiais e aumento na incidência de doenças,

e ainda causam alagamentos em outras regiões por diminuírem a drenagem das águas das chuvas.

A experiência adquirida ao longo desta tese **nos** fez perceber que ali estão pessoas reais. Que sofrem, além de todo o problema de habitação, infraestrutura e lazer, muito descaso do poder público e muito preconceito da sociedade de maneira geral. Pessoas como **nós**, que lutam no seu dia a dia por melhores condições de vida, por mais segurança, por mais reconhecimento.

6 COSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo resultou na elaboração de três artigos científicos, sendo o primeiro um olhar fotoetnográfico do território de Manguinhos, utilizando registros fotográficos e experiências da autora durante o tempo de estudo. Esse artigo foi publicado no *International Journal of Engineering Research & Technology* com o título: “*Historical Scenes between New and Old Scenarios: A Rereading of the Manguinhos Community through Photographs and Texts*”.

O segundo artigo relacionou as informações a respeito dos pontos de contaminação por HPAs no solo de Manguinhos com as suas consequências para a saúde humana e ambiental. Esse artigo foi publicado na Revista Virtual de Química com o título: “Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos: uma avaliação da contaminação do solo superficial de Manguinhos, Rio de Janeiro (RJ). A referida revista também fez uma divulgação científica do artigo através do seu canal do *Youtube*, com um vídeo da autora.

O terceiro artigo analisou o território de Manguinhos através dos dados socioambientais do Censo Demográfico do IBGE do ano de 2010, mediante a construção de mapas das variáveis socioambientais geoprocessadas. Esse artigo foi submetido à Revista de Geografia e Ordenamento do Território.

Mesmo com os resultados significativos encontrados nos três trabalhos, existem poucos dados na literatura a respeito de contaminação por compostos químicos orgânicos voláteis e semivoláteis perigosos, oriundos de derivados de petróleo, em comunidades de baixa renda, para comparação dos resultados.

Por se tratar de um território densamente povoado, com uma população altamente suscetível sujeita a essa contaminação, é necessário um olhar de prioridade máxima dos Governos Municipais, Estaduais e Federais em relação à qualidade de vida dessa parcela da população brasileira.

Desta forma, é necessário que sejam realizados outros trabalhos sobre a situação socioeconômica e socioambiental das populações das favelas do Rio de Janeiro e do Brasil, com ênfase nos riscos a que essas populações estão submetidas. Este é um passo fundamental para que os poderes públicos possam ter um outro olhar a respeito dessas populações e para que possam ser efetivadas ações que busquem melhorar suas condições de vida.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.A. **A evolução urbana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IplanRio/Jorge Zahar, 147 p., 1987.

AGÊNCIA BRASIL. **Duas em cada três favelas no país estão a menos de 2 km de hospitais**: É o que revela pesquisa divulgada hoje pelo IBGE. Por Ana Cristina Campos, publicado em 19 mai. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-05/duas-em-cada-tres-favelas-estao-a-menos-de-dois-quilometros>. Acesso em: 30 nov. 2019.

ALBUQUERQUE, G.S.C.; SILVA, M.J.S. Sobre a saúde, os determinantes da saúde e a determinação social da saúde. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 103, p. 953-965, 2014.

ALBUQUERQUE, R. Conjunto Residencial Nova CCPL é inaugurado em Benfica. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 01 jun. 2014. Disponível em: <http://www.pcrj.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=4756151>. Acesso em 24 fev. 2021.

ALI, N. *et al.* Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the settled dust of automobile workshops, health and carcinogenic risk evaluation. **Science of The Total Environment**, v. 601-602, p. 478-484, 2017.

ALMEIDA, D.V. Plano Agache: A Cidade do Rio de Janeiro como palco do 1º Plano Diretor do país e a consolidação do urbanismo no Brasil. *In*: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA

AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2005. p. 461-482.

ALVES, F.C.T. **Visualizando Ambientes Fechados de Larga Escala**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Federal da Bahia, Salvador, 2018.

ALVIM, M. Moradores de conjuntos habitacionais do PAC convivem com velhos problemas das favelas. **O Globo**, Rio de Janeiro, 24 out. 2014. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/moradores-de-conjuntos-habitacionais-do-pac-convivem-com-velhos-problemas-das-favelas-14344418>. Acesso em: 1 dez. 2017.

AMARAL, L.C.P. Degradação **Ambiental e Perspectivas de Saúde**: um olhar retrospectivo sobre a sub-bacia do canal do Cunha. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006.

ANDRADE, J.A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I.C.S.F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, v.35, n.3, p. 17-43, 2010.
Anto JM. Community outbreaks of asthma associated with inhalation of soybean dust. *The New England Journal of Medicine*, v. 320, p.1097-1102, 1989.

ARAÚJO, R.C.B.; ROCHA, M.A.I.S.A.; SILVA, T.S.; CUNHA, P.B. Infraestruturas ferroviária do metrô e impactos ambientais no Perímetro urbano de Teresina – Piauí, *In*:

CONNEPI – CONGRESSO NORTE E NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais [...]**. Palmas, Tocantins, 2012.

ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Public Health Assessment Guidance Manual**. Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo: Lewis Publishers, 220 p., 2001.

ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons**. Atlanta, EUA: ATSDR, 1995.

AZEVEDO, J.A.H.; ARAÚJO, R.S.; SILVA, G.M.M. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos atmosféricos de fontes automotivas: uma breve revisão. **Holos**, v. 1, p. 102-114, mar. 2013.

BANDOWE, B.A.M.; NKANSAH, M.A. Occurrence, distribution and health risk from polycyclic aromatic compounds (PHAs, oxygenated-PAHs and azaarenes) in street dust from a major West African Metropolis. **The Science of the Total Environment**, v. 553, p. 439-449, 2016.

BARATA, R.B. Iniquidade e saúde: a determinação social do processo saúde-doença. **Revista USP**, São Paulo, n. 51, p. 138-145, 2001.

BARCELLOS, C. *et al.* Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 59-70, 2008.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F.I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p.389-397, 1996.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W.M. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Informática pública**, v.4, n.2, p.221-230, 2002.

BAUMGART, B.G. A Polyhedral Representation for Computer Vision. *In*: AFIPS National Computer Science Conference, [**Proceedings...**], v. 44, p.589-596, 1975.

BERGMAN, E.; MUCHA, R. Documentário ‘Voz Ecoa’ Destaca Projetos Comunitários de Sustentabilidade em Favelas. **Rio On Watch: Relatos das Favelas Cariocas**, 24 jun. 2019. Disponível em: <https://riononwatch.org.br/?p=41229>. Acesso em: 08 jun. 2020.

BERTONI, E. Os graus de alfabetização. E como eles se manifestam no Brasil. **Expresso. Nexo**, 07 jan. 2019. Disponível em: <https://www.nexojournal.com.br/expresso/2019/01/07/Os-graus-de-alfabetiza%C3%A7%C3%A3o.-E-como-eles-se-manifestam-no-Brasil>. Acesso em: 11 mar. 2020.

BETTIN, F.M.; FRANCO, D.W. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAS) em aguardentes. **Ciências Tecnológicas de Alimentos**, Campinas, v. 25, nº 2, p. 234-238, abr.-jun. 2005.

BIRMAN, P. Favela é comunidade? *In*: MACHADO DA SILVA, L.A. (org.). **Vida sob cerco: violência e rotina nas favelas do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

BOJES, H.K.; POPE, P.G. Characterization of EPA's 16 priority pollutant polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in tank bottom solids and associated contaminated soils at oil exploration and production sites in Texas. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 47, n. 3, p. 288-295, 2007.

BRASIL. Áreas contaminadas. São Paulo, **Centro de Vigilância Sanitária**, São Paulo, 2009. Disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/apresentacao.asp?te_codigo=14. Acesso em: 02 abr. 2020.

BRASIL. **Lei 11.445/07**: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 5 jan. de 2007b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde**, v. 1. Série B. Textos Básicos de Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde**, v. 2, Série B. Textos Básicos de Saúde, 136 p., 2007a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de consolidação n° 5**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, 28 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria n° 518**, 25 de março de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria n° 2914**, 12 de dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Capacita SUAS. **Indicadores para Diagnóstico e acompanhamento do SUAS e do BSM**, Ciclo de Capacitação MDS, Curso 1: Diagnóstico, 2013. Disponível em: http://aplicacoes.mds.gov.br/sagirms/ferramentas/docs/curso_de_indicadores.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.

BREILH, J. **Epidemiologia crítica**: ciência emancipadora e interculturalidade. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006.

BREILH, J. **Epidemiologia**: economia, política e saúde. Tradução: Luiz Roberto de Oliveira. São Paulo: Editora UNESP Hucitec, 1991.

BREILH, J. **Nueva epidemiologia**: construcción intercultural de otro paradigma de la ciencia. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

BRITO, C.F. **Desenvolvimento e Validação de Metodologia Analítica para Determinação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) em Sedimentos**: Avaliação da Represa do Parque Pedroso, Santo André, SP. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BRITO, E.M.; MAGALHÃES, A.F.N.; FONTES, M.E.F.; CHAGAS, A. Ecopontos: a anti-cultura do lixo. **Web-REsol**. Textos e trabalhos técnicos, 2003. Disponível em: http://www.web-resol.org/site/trabalhos_tecnicos3.php?id=867. Acesso em: 03 set. 2020.

BRITO, F.; SOUZA, J. Expansão urbana nas grandes metrópoles o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 48-63, 2005.

BRK AMBIENTAL. Galerias pluviais e rede de esgoto: confira os problemas vindos da ligação entre elas. **Saneamento em Pauta**, 2019. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/galerias-pluviais-e-rede-de-esgoto>. Acesso em: 02 abr. 2020.

BRUNO, P.R.A. *et al.* **Diagnóstico Socioambiental de Manguinhos**. Programa de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Saúde Pública, Território Integrado de Atenção à Saúde de Manguinhos (PDTSP/TEIAS) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

BRUNO, P.R.A. *et al.* Diagnóstico Socioambiental de Manguinhos: Relato de uma experiência de pesquisa em favelas. *In*: SANTOS, I.S, GOLDSTEIN, R.A. (Org.). **Rede de Pesquisa em Manguinhos**: sociedade, gestores e pesquisadores em conexão com o SUS. São Paulo: Editora Hucitec, 2016.

CAFÉ, HISTÓRIA E FILOSOFIA. **CHP2** – Mapa da história e Memórias de Manguinhos. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.cafehistoriaefilosofia.com.br/2018/01/chp-2-mapa-da-historia-e-memoria-de.html>. Acesso em: 23 ago. 2019.

CAMARGO, M.C.R.; TOLEDO, M.C.F. Avaliação da contaminação de diferentes grupos de alimentos por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s.l.], v. 5, p.19-26, 2002.

CARMO, B. A pobreza brasileira tem cor e é preta. **Nexo Jornal**, 2017.

CARTA CAPITAL. **Risco nas favelas**. 2012. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/sociedade/risco-nas-favelas>. Acesso em: 23 ago. 2019.

CARVALHO, C.; FRIDMAN, F.; STRAUCH, J. Desigualdade, escala e políticas públicas: uma análise espacial dos equipamentos públicos nas favelas cariocas. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 11, 2019.

CARVALHO, M.S.; CRUZ, O.G.; NOBRE, F.F. Perfil de risco: método multivariado de classificação sócio-econômica de microáreas urbanas – os setores censitários da região metropolitana do Rio de Janeiro. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 635-645, 1997.

CARVALHO, M.S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005.

CASTAÑEDA, D.M.A. **Desenvolvimento de metodologia analítica e de sensoriamento remoto visando analisar os níveis de HPA's em partículas atmosféricas ultrafinas na região metropolitana de Porto Alegre**. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

CASTRO, H.A. *et al.* Effect of air pollution on lung function in schoolchildren in Rio de Janeiro, Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n.1, p. 26-34, 2009.

CDSS. Comissão para os Determinantes Sociais da Saúde. **Redução das desigualdades no período de uma geração**. Igualdade na saúde através da acção sobre os seus determinantes sociais. Relatório Final – Comissão para os Determinantes Sociais da Saúde. Portugal: Organização Mundial de Saúde; 2010.

CECIP, Centro de Criação de Imagem Popular. Manguinhos e Seus Caminhos. **Relatório Final do Projeto Criança Pequena em Foco**. Infância e Trânsito em Manguinhos, 2016. Disponível em: <http://www.cecip.org.br/site/manguinhos-e-seus-caminhos-relatorio-final>. Acesso em: 23 ago. 2019.

CECIP, Centro de Criação de Imagem Popular. Manguinhos pelo olhar das crianças. **Projeto Criança Pequena em Foco**, 2015. Disponível em: <http://www.cecip.org.br/site/manguinhos-pelo-olhar-das-criancas>. Acesso em: 31 mar. 2020.

CEDAE, Companhia Estadual de Águas e Esgotos. Notícias. **CEDAE flagra 26 “gatos” em Manguinhos**. 14 maio 2019. Disponível em: <https://www.cedae.com.br/Noticias/detalhe/cedae-flagra-26-gatos-em-manguinhos/id/310>. Acesso em: 10 mar. 2020.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Procedimento para avaliação de risco e estabelecimento de metas de remediação baseadas em risco**: Decisão de diretoria Nº 103/2007/C/E. São Paulo: CETESB, 2007. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2015/07/DD-103-07-C-E-Procedimento-para-Gerenciamento-de-%C3%81reas-Contaminadas.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2001.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Decisão de Diretoria 045/2014/E/C/I. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2014, em substituição aos Valores Orientadores de 2005 e dá outras providências. São Paulo (SP): CETESB, 2014.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Lista Holandesa de Valores 6530**. Projeto CETESB – GTZ. São Paulo: CETESB, nov. 1999.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo**. Apêndice E – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade, 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/12/Appendice-E-Significado-Ambiental-das-Vari%C3%A1veis.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2015.

CHIARAVALLLOTI-NETO, F. O geoprocessamento e saúde pública. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v.23, n.4, p.1-2, 2016. Disponível em: <http://dssbr.org/site/entrevistas/geoprocessamento-a-servico-da-saude>. Acesso em: 23 ago. 2019.

COC/FIOCRUZ. Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz. **Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930)**. ISBN 978-85-85239-91-6. Disponível em: <http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>. Acesso em: 06 jun. 2018.

CONTADOR, J.L.; SENNE, E.L.F. Testes não paramétricos para pequenas amostras de variáveis não categorizadas: um estudo. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 3, p. 588-599, 2016.

COSTA, G. Analfabetismo resiste no Brasil e no mundo do século 21. **Agência Brasil**, Brasília, 08 set. 2019.

COSTA, R.C.; SANTOS, F.A.M. Padrões espaciais de *Qualea grandiflora* Mart. em fragmentos de cerrado no estado de São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 1, p. 215-222, mar. 2011.

COSTA, R.G.R.; FERNANDES, T. **Comunidade de Manguinhos: História dos Lugares e das Pessoas**. (Projeto de Pesquisa) – Casa de Oswaldo Cruz, Fiocruz. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

COSTA, V.G.; NASCIMENTO, J.A.S. O conceito de favelas e assemelhados sob o olhar do IBGE, das prefeituras do Brasil e da ONU. *In: Encontro de Geógrafos da América Latina*, 10., 2005, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2005. p. 3794- 3808.

COTELO, F.C.; RODRIGUES, J.M. Estudo exploratório sobre a configuração urbana de metrópoles brasileiras – 2000/2010: favela e não favela em questão. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS – ABEP*, 18., 2012, [Anais...], Águas de Lindóia (SP), 20-24 nov. 2012.

CRONIN, D. Europe refuses to get soil on its hands, por. **The Guardian**, UK, 24 Jun. 2009.

CUNHA, R.C.A. **Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas por Fontes Industriais Desativadas: Estudo de Caso**. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

CVJETANOVIC, B. Health effects and impact of water supply and sanitation. **World Health Statistics Quarterly**, v. 39, p.105-117, 1986.

CYNAMON, S.E.; MONTEIRO, T.C.N. Solução para remoção de lixo nas favelas: um projeto de estudo. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.1, n.1. 1985.

DANTAS, A.B. *Brownfield Redevelopment in Rio de Janeiro: Housing vs. Public Participation in the Manguinhos Area*. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – *University of Technology*, Berlim, Alemanha, 2008.

D'ÁVILA, C. 100 anos do Castelo da Fiocruz: a ocupação da Fazenda de Manguinhos. **Brasileira fotográfica**, 2018. Disponível em: <http://brasilianafotografica.bn.br/?p=11321>. Acesso em: 30 mai. 2018.

DECOURT, A. Sede Administrativa da Refinaria de Manguinhos 1954. **foi um RIO que passou**, 2012. Disponível em: <http://www.rioquepassou.com.br/2012/10/17/sede-administrativa-da-refinaria-de-manguinhos-1954>. Acesso em: 06 jun. 2017.

DIAS, C.L. *et al.* Valores orientadores de intervenção e sua aplicação no gerenciamento de áreas contaminadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., [Anais...], 2006.

DIRECTIVA 2004/107/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente. **Jornal Oficial da União Europeia**, de 15 dez. 2004.

DYBING, E. *et al.* Polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air and cancer. In: IARC. International Agency for Research on Cancer. **Air pollution and cancer**. IARC Scientific Publication, n. 161, cap. 7, 2013.

ESGOTO corre na porta da casa dos moradores de Manguinhos, no Rio. **O Globo**: Balanço Geral RJ. Reportagem de 25/01/2011. Disponível em: <https://recordtv.r7.com/balanco-geral-rj/videos/esgoto-corre-na-porta-da-casa-dos-moradores-de-manguinhos-no-rio-18022020>. Acesso em: 10/03/2020.

ESPINDOLA, C.M.O. **Avaliação epidemiológica das parasitoses intestinais no Parque Oswaldo Cruz, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ**. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical) – Instituto Oswaldo Cruz. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

ESTADÃO. **Cabral acertou propina sobre obra de favela, diz delator**. Clóvis Primo, executivo ligado à Andrade Gutierrez, afirmou à Procuradoria-Geral da República que ex-governador do Rio acertou valores sobre contrato de urbanização de Manguinhos, uma das comunidades mais carentes da capital fluminense por Julia Affonso, Ricardo Brandt e Fábio Serapião. Rio de Janeiro, 28 jun. 2016.

FAJARDO, V. Como o analfabetismo funcional influencia a relação com as redes sociais no Brasil. **BBC News Brasil**, 12 nov. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46177957>. Acesso em: 11 mar. 2020.

FERNANDES, L.O.; NUNES, J.A.; PORTO, M.F.S. Contaminação química: respostas das instituições responsáveis e ações das populações atingidas no Brasil e em Portugal, **Saúde e sociedade**, v. 25, n. 1, p. 218-232, 2016.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. R\$ Renda per capita - população total e favelas - bairros - Rio de Janeiro. **FGV Social**, 2020. Disponível em: <https://cps.fgv.br/r-renda-capita-populacao-total-e-favelas-bairros-rio-de-janeiro>. Acesso em: 11 mar. 2020.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2012.

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. **Pesquisa da ENSP mostra que condições de água, solo e rios de Manguinhos são impróprias**. Portal Fiocruz, 16 set. 2016. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/pesquisa-da-ensp-mostra-que-condicoes-de-agua-solo-e-rios-de-manguinhos-sao-improprias>. Acesso em: 29 jan. 2018.

FJP, Fundação João Pinheiro. Déficit habitacional no Brasil. **Estatística & Informações**, Belo Horizonte, n. 6, Belo Horizonte: FJP, 2018. 78 p.

FLEURY-TEIXEIRA, P. Uma introdução conceitual à determinação social da saúde. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 83, p. 380-389, 2009.

FLORENÇANO, J.C.S.; COELHO, F.A. O abastecimento de água e seus reflexos na saúde da população. **Construindo**, v. 6, n. 1, p. 42-50, 2014.

FNP, FEDERAÇÃO NACIONAL DOS PETROLEIROS. Os interesses por trás da expropriação da Refinaria de Manguinhos, 2012. **Portal de Notícias da FNP**. Disponível em: <http://fnpetroleiros.org.br/os-interesses-por-tras-da-expropriacao-da-refinaria-de-manguinhos>. Acesso em: 06 jun. 2017.

FONSECA, S.M.M.; SILVA, A.P.; LEITE, E.F. Fotoetnografia: Uso e Possibilidades como Método de Pesquisa em Administração. **Discursos Fotográficos**, v.14, n.24, p.171-199, 2018.

FREEMAN, D.J.; CATTELL, F.C.R. Woodburning as a source of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons. **Environmental Science and Technology**, [s.l.], v. 24, n. 10, p. 1581-1585, 1990.

FREIRE, L.L. Favela, bairro ou comunidade? Quando uma política urbana torna-se uma política de significados. **Dilemas**: Revista de Estudos de Conflitos e Controle Social. Rio de Janeiro, v.1, n.2, p. 95-114, 2008.

FREIRE, L.L. **Tecendo as redes do Programa Favela-Bairro em Acari**. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Programa de Pós-graduação em Psicologia Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

FROEHNER, S.; MARTINS, R.F. Avaliação do destino e bioacumulação de benzo(a)pireno através de simulação computacional. **Química Nova**, [s.l.], v.31, n.5, 2008.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. **"Cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde", disse ministro da Saúde**. Ministério da Saúde. Coordenação de Comunicação, 28 nov. 2017. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministro-da-saude?inheritRedirect=false. Acesso em: 02 abr. 2020.

GARBOIS, J.A.; SODRÉ, F.; DALBELLO-ARAÚJO, M. Da noção de determinação social à de determinantes sociais da saúde. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 112, p. 63-76, 2017.

GARCIA, L.P.; GONÇALVES, B.L.; PANHO, G.; SCUSSEL, M.V. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em alimentos: uma revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v. 8, n. 19, ed. 268, art. 1788, out. 2014.

GARÓFOLO, A. *et al.* Dieta e câncer: um enfoque epidemiológico. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 491-505, dez. 2004.

GERJ. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Informação pública. **PAC Comunidade Complexo de Manguinhos** – Urbanização. Disponível em: <http://www.rj.gov.br> Acesso em: 17 jul. 2017.

GERMAN FEDERAL GOVERNMENT. **Soil Protection Report**. Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance. Bonn: Federal Ministry for the Environment, Nature Protection and Nuclear Safety, 2002.

GOMES, R.F. **Informalidades planejadas**: Análise em conjuntos urbanos tombados no Litoral Brasileiro. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

GONDIM, G.M.M. *et al.* O território da Saúde: A organização do sistema de saúde e a territorialização. In: BARCELLOS, C. *et al.* (org.). **Território, ambiente e saúde**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 237-255, 2008.

GOOGLE EARTH. **Google Earth website**. <http://earth.google.com/>, 2012.

HANDAM, N.B.R. **Condições sanitárias da água residencial, do solo peridomiciliar e dos rios das comunidades do Território de Manguinhos, RJ**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Problemas Ambientais e Promoção da Saúde) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

HINO, P. *et al.* Geoprocessamento aplicado à área da saúde. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v.14, n.6, p. 939-943, 2006.

HISTÓRIA DO BAIRRO DE MANGUINHOS, **Laboratório Territorial de Manguinhos**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.conhecendomanguinhos.fiocruz.br>. Acesso em: 01 jun. 2017.

IARC, International Agency for Research on Cancer. **Complete List of Agents, Mixtures and Exposures Evaluated and Their Classification**. 03 maio 2002. Disponível em: <http://www.iarc.fr>. Acesso em: 26 maio 2017.

IARC, International Agency for Research on Cancer. Polynuclear Aromatic Compounds, Part 1, Chemical, Environmental and Experimental Data. **IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans**, v. 32, Lyon: IARC, dez. 1983.

IARC, International Agency for Research on Cancer. Some inorganic and organometallic compounds. **IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Man**, v. 2, Lyon: IARC, 1972.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. As favelas do Distrito Federal e o Censo Demográfico 1950. **Documentos Censitários**, Rio de Janeiro, série C, n. 9, 1953.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000: Características Gerais da População – Resultados da Amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 1-173, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010: Aglomerados subnormais - Informações territoriais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. p. 1-251.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2002)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 397 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC)**. 2018. 12 p. Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101657_informativo.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

IBIAPINA, E.; FERNANDES, A. O mapa da saúde e o regime de visibilidade contemporâneo. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v.28, n.1, p.322-336, mar. 2019.

IG. **Manguinhos ganha PAC, mas não tem polícia nem coleta de lixo**: Apesar de investimentos previstos de R\$ 672 milhões, complexo de favelas continua sob o tráfico e sem serviços públicos básicos por Raphael Gomide. Rio de Janeiro, 24 jan. 2012.

INFORME ENSP. **Livro conta história de pessoas e lugares de Manguinhos**. 2010. Disponível: <http://www.ensp.fiocruz.br>. Acesso em: 23 ago. 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação de dados**, 2017. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso em: 12 jul. 2017.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Manuais: Tutorial de Geoprocessamento, Modelagem numérica de terreno, 1991-2006**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>. Acesso em: 23/08/2019.

IPP, Instituto Pereira Passos. Secretaria Municipal de Urbanismo. Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro. **Breve relato sobre a formação das Divisões Administrativas na Cidade do Rio de Janeiro de 1961 a 2010**. Armazém de Dados. Maio, 2010.

IPT, Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. **Panorama do Setor de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Brasil**, 2016. Disponível em <http://www.ipt.br/publicacoes/60.htm>. Acesso em: 12 jul. 2017.

IPT, Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. **Panorama GAC** [livro eletrônico]: mapeamento da cadeia de gerenciamento de áreas contaminadas. *In*: TEIXEIRA, C.E.; MOTTA, F.G.; MORAES, S.L. de (org.). 1. ed. São Paulo: IPT, 2016.

JONES, K.C. *et al.* Evidence for declining PCBs and PAHs in rural vegetation and air in United Kingdom. **Nature**, v. 356, p. 137-140, 1992.

KIM, K.H.; LEE, S.; WOO, D.; BAE, G. Influence of wind direction and speed on the transport of particle-bound PAHs in a roadway environment. **Atmospheric Pollution Research**, v. 6, n. 6, p. 1024-1034, 2015.

KOSSOY, B. A. Imagem fotográfica: sua trama, suas realidades. *In: Realidades e ficções na trama fotográfica*. São Paulo: Atelier Editorial, 2002.

LATTIN, J.; CARROLL, J.D.; GREEN, P.E. **Análise de Dados Multivariados**. 1. ed. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2011.

LI, Z. *et al.* Evaluation of exposure reduction to indoor air pollution in stove intervention projects in Peru by urinary biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites. **Environment International**, [s. l.], n. 37, p. 1157-1163, 2011.

LIU, A. *et al.* Ranking the factors influencing polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) build-up on urban roads. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, n. 139, p. 416-422, 2017.

LO BIANCO, M.H. **O PAC-Manguinhos**: política urbana, usos e representações da cidade. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Sociais) – Escola de Ciências Sociais, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10438/11440>. Acesso em: 12 set. 2020.

LTM. Laboratório Territorial de Manguinhos. Agência Fiocruz de notícias. Laboratório de Manguinhos debate genocídio em favelas. 2016. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/laboratorio-de-manguinhos-debate-genocidio-em-favelas> Acesso em: 23/08/2019.

MAGALHÃES, M.A.F.M.; MATOS, V.P.; MEDRONHO, R.A. Avaliação do dado sobre endereço no Sistema de Informação de Agravos de Notificação utilizando georreferenciamento em nível local de casos de tuberculose por dois métodos no município do Rio de Janeiro. **Caderno de Saúde Coletiva**, v.22, n.2, p.192-199, 2014.

MAINENTI, H.R.D. **Correlação entre a exposição ao chumbo e a atividade da enzima ácido δ -aminolevulínico desidratase (ala-d), paratormônio (pth) e fatores nutricionais em crianças**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, ENSP/Fiocruz, Rio de Janeiro, 2006.

MÄNTYLÄ, M. **An Introduction to Solid Modeling**: Principles of Computer Science Series. Rockville, Md: Computer Science Press, 1988.

MARQUES, A.C.; VALENTE, T.B.; ROSA, C.S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. **Revista de Nutrição**, Campinas, n. 22, v. 2, p. 283-293, mar./abr. 2009.

MARQUES, M.M. **O uso do georreferenciamento como ferramenta de gestão na saúde pública**: uma revisão de literatura. Monografia (Especialização em Atenção Básica em Saúde da Família) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

MATIOLI, V. Especialistas alertam para o risco de incêndios domésticos nos dias mais frios por Victor Matioli. **Jornal da USP**, São Paulo: USP, 20 jun. 2016. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/especialistas-alertam-para-o-risco-de-incendios-domesticos-durante-os-dias-mais-frios>. Acesso em: 08 jun. 2020.

MATTOS, R.C.O.C. *et al.* Avaliação dos fatores de risco relacionados à exposição ao chumbo em crianças e adolescentes do Rio de Janeiro. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 14, p. 2039-2048, 2009.

MAURENTE, V.; TITTONI, J. Imagens como estratégia metodológica em pesquisa: a fotocomposição e outros caminhos possíveis. **Psicologia & Sociedade**, v. 19, n. 3, p. 33-38, 2007.

MEIRE, R.O.; AZEREDO, A.; TORRES, J.P.M. Aspectos ecotoxicológicos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 188-201, 2007.

MENDONÇA FILHO, J.G.; MENEZES, TR.; OLIVEIRA, E.A.; IEMMA, M.B. Caracterização da Contaminação por Petróleo e seus Derivados na Baía de Guanabara: Aplicação de Técnicas Organogeoquímicas e Organopetrográficas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 26, p. 69-78, 2003.

MENDOSA, D. Resenha. **Tempo social**, v. 23, n. 1, p. 305-317, 2011.

MESQUITA, A.C. **Uso das técnicas de oxidação química e biodegradação na remoção de alguns compostos recalcitrantes**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

MEYER, A.S. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análise de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes**. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MEYLAN, W.M.; HOWARD, H.P. Computer estimation of the atmospheric gas-phase reaction rate of organic compounds with hydroxyl radicals and ozone. **Chemosphere**, [s.l.], v.26, n.12, p. 2293-2299, 1993.

MIOT, H.A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 2, p. 88-91, 2017.

MÓL, A.L.R. *et al.* **Clima organizacional na administração pública**: um estudo da Secretaria de Estado da Administração e dos Recursos Humanos do Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1. ed., 2010.

MOREIRA, M.R.; NETO, O.C.; SUCENA, L.F.M. Um olhar sobre condições de vida: mortalidade de crianças e adolescentes residentes em Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 161-173, 2003.

MOURA, A.C.M. Discussões metodológicas para aplicação do modelo de Polígonos de Voronoi em estudos de áreas de influência fenômenos em ocupações urbanas – estudo de caso

em Ouro Preto – MG. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS – ENABER, 7., 2009, São Paulo. [Anais...]. São Paulo: USP, 2009, p. 9-11.

MOURA, A.C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Editora Interciência, 2003. 294 p.

MOURA, L.L.M. **Perfil sócio-econômico das favelas cariocas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Economia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2004.

MOURA, P.G. **Avaliação de poluição biológica no Complexo de Manguinhos usando marcadores moleculares e filogenia molecular**. Dissertação (Mestrado em Biologia Computacional e Sistemas) – Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015.

MPRJ, Ministério Público do Rio de Janeiro. **Manual de Atuação do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro na temática do Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: MPRJ, 2019. Disponível em: <http://www.mprj.mp.br/documents/20184/1352969/manualdosaneamentobasicocaoma.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

MS/SVS/DSAST/CGVAM/ISSOLO. **Dados e Acompanhamento das Populações**. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigipeq/vigisolo/dados-e-acompanhamento-das-populacoes>. Acesso em: 10 jul. 2017.

MÜLLER, E.P.L.; CUBAS, M.R.; BASTOS, L.C. Georreferenciamento como instrumento de gestão em unidade de saúde da família, **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 63, n. 6, p. 978-982, 2010.

NARDI, S.M.T. *et al.* Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.72, n.3, p.185-191, 2013.

NASSIF, L. A história industrial do Rio de Janeiro. **Jornal GGN**, 29 jul. 2010. Disponível em: <https://jornalggm.com.br/historia/a-historia-industrial-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 20 jul. 2020.

NETO, V.C. *et al.* Desenvolvimento e Integração de Mapas Dinâmicos Georreferenciados para o Gerenciamento e Vigilância em Saúde. **Journal Health Informatics**, v.6, n.1, p.3-9, 2014.

NETTO, A.D.P. *et al.* Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAS) e seus derivados nitrados (NHPAS): uma revisão metodológica. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 6, p. 765-773, 2000.

NEWMAN, M.S.; TIERNEY, B.; VEERARAGHAVAN, S. **The Chemistry and Biology of Benz[a]anthracenes**. Cambridge Monographs on Cancer Research, Cambridge: University Press, 1988.

O DIA. **Escândalo no PAC: ‘Duradoura’** ligação com traficantes. Líder comunitário preso por articular invasão de casas em Manguinhos fora denunciado pelo MP ano passado. Rio de Janeiro, 23 jan. 2012. Disponível em: <https://odia.ig.com.br>. Acesso em: 01 dez. 2017.

OGA, S.; CAMARGO, M.M.A.; BATISTUZZO, J.A.O. **Fundamentos de Toxicologia**. 3. ed., São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

OLIVEIRA, R.M. *et al.* **Estudo de Diagnóstico Ambiental das Comunidades Integrantes do Complexo de Manguinhos**. Projeto de pesquisa desenvolvido na ENSP/Fiocruz submetido ao Programa de Apoio à Pesquisa Estratégica (PAPES VI) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Rio de Janeiro (RJ): ENSP/Fiocruz, 2012.

ONU-Habitat. Organização das Nações Unidas – Habitat. **Documentos Temáticos Da Habitat III**. 22 – Assentamentos Informais. Nova York, 2015. Disponível em: http://habitat3.org/wp-content/uploads/22-Assentamentos-Informais_final.pdf. Acesso em: 12 jul. 2017.

PAGANO, M.; GAUVREAU, K. **Princípios de Bioestatística**. 2. ed., São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2006.

PASTERNAK, S.; D’OTTAVIANO, C. Favelas no Brasil e em São Paulo: avanços nas análises a partir da Leitura Territorial do Censo de 2010. **Cadernos Metrôpole**, v. 18, n. 35, pp. 75-99, 2016.

PEIXOTO, R.C. **“Crioulos Pretos”**: um ensaio sobre a práxis social urbana e o cotidiano dos desclassificados da ordem imperial, na passagem para a republicana no Rio Janeiro, de 1888 a 1904. Monografia (Licenciatura em História) – Universidade Salgado de Oliveira, UNIVERSO, Niterói, 2006.

PENA, R.F.A. Industrialização no mundo. **Mundo Educação**, Geografia Humana, 2017. Disponível em <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/a-industrializacao-mundo.htm>. Acesso em: 11 jul. 2017.

PESSOA, A. Manguinhos como pôde ser, ou: pequena história esquecida do subúrbio carioca. **Revista da FAU UFRJ**, n. 2, p. 68-73, 2010.

PESSOA, A. **Manguinhos como pôde ser**: A inacabada dinâmica urbana de um bairro carioca. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

PIMENTEL, J. Geoprocessamento à serviço da saúde. **Determinantes sociais da saúde**: Portal e observatório sobre iniquidades em saúde, 2015. Disponível em: <http://dssbr.org/site/entrevistas/geoprocessamento-a-servico-da-saude>. Acesso em: 23 ago. 2019.

PINHEIRO, V.A. **COOTRAM** – Cooperativa dos Trabalhadores Autônomos do Complexo de Manguinhos: Fiocruz no desenvolvimento social e econômico de Manguinhos (1994-2005). Dissertação (Mestrado em Ciências e Saúde: História das Ciências) – Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2017.

PITA, M. **Elevação de ferrovia integra comunidade**. Projeto de reurbanização de Manguinhos, no Rio de Janeiro, conta com parque, áreas de lazer, conjuntos habitacionais e centro cívico. *Infraestrutura Urbana*, 2011. Disponível em: <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/12/elevacao-de-ferrovia-integra-comunidade-projeto-de-reurbanizacao-de-251076-1.aspx>. Acesso em: 21 jun. 2018.

PMCRJ. Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro. **Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro**. Antecedentes e diagnóstico, 2008.

PONTES, J.P.S.D. **Tratamento eletroquímico de água produzida sintética para remoção de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos**. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

PORTO, J.F. **Favela e comunidade: uma jornada em busca de definições a partir de entrevistas com professoras de creches**. Artigo para o grupo de pesquisa: desenvolvimento humano e educação. PUC-RIO. Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2012/relatorios_pdf/ctch/EDU/EDUJacinety%20Ferreira%20Porto.pdf. Acesso em: 24 maio 2018.

PREFEITURA do Rio reabre trecho da rua Leopoldo Bulhões, em Manguinhos. Trecho estava ocupado por construções irregulares e foi reaberto na quarta-feira (10). **Portal R7**. Rio de Janeiro, 11 mai 2017.

PRIMEIRA favela do Brasil, Morro da Providência completa 120 anos. Hoje dominada pelo tráfico, comunidade teve origem com ex-combatentes de Canudos. **O Globo**. Rio de Janeiro, 05 de junho de 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/primeira-favela-do-brasil-morro-da-providencia-completa-120-anos-21378057#ixzz55bMAwjZF>. Acesso em: 29 jan. 2018.

PRODERJ. Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado do Rio de Janeiro. **Censo Domiciliar**. Complexo de Manguinhos, Relatório Final. Rio de Janeiro, 2010. 63 p. Disponível em: http://arquivos.proderj.rj.gov.br/egprio_imagens/Uploads/MD.pdf. Acesso em: 08 jun. 2020.

QUILES, C.L. *et al.* Caracterização fotoetnográfica de uma comunidade Quilombola. **Revista do Hospital de Clínicas de Porto Alegre**, v. 32 (Supl.), p.300-301, 2012.

REFINARIA DE PETRÓLEOS DE MANGUINHOS. **História**. Disponível em: <http://www.refinariademanguinhos.com/historia>. Acesso em: 06 jun. 2017.

RIBEIRO, M.A. *et al.* Georreferenciamento: ferramenta de análise do sistema de saúde de Sobral – Ceará, **S A N A R E**, Sobral, v.13, n. 2, p. 63-69, 2014.

RIO DE JANEIRO. **Decreto n.º 7980 de 12 de agosto de 1988**. Delimita a XXX Região Administrativa - Maré, criada pelo Decreto n.º 6. 011, de 4 de agosto de 1986, e altera os limites da X Região Administrativa Ramos e dos Bairros de Manguinhos, Ramos, Bonsucesso e Olaria, constantes do Decreto n.º 5.280, de 23 de agosto de 1985. Diário Oficial [do] Rio, Rio de Janeiro (RJ), 1988.

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º 3.157, de 23 de julho de 1981, Retifica limites das regiões administrativas da AP.3 - área de planejamento 3, da X Região Administrativa – Ramos. Diário Oficial [da] Rio de Janeiro (RJ), 1981.

RIO DE JANEIRO. **Decreto N° 5.280, de 23 de agosto de 1985.** Cria a XXV e a XXVI Região Administrativa (Pavuna e Guaratiba), modifica a denominação e a delimitação das Regiões Administrativas constantes do Decreto N.º 3157, de 23.7.81, altera a codificação e a delimitação dos bairros constantes do Decreto N.º 3158, de 23.7.81, o Regulamento de Parcelamento da Terra aprovado pelo Decreto “E” N.º 3800, de 20.4.70, e o Regulamento de Zoneamento aprovado pelo Decreto N.º 322, de 3.3.76, e dá outras providências. Rio de Janeiro (RJ), 1985.

RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar nº 111 de 01/02/2011.** Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial [do] Rio, Rio de Janeiro (RJ), 2011.

ROCHA, D.G. **Da favela ao conjunto:** a trajetória da CCPL entre o abandono, a remoção e a urbanização. Tese (Doutorado em História, Política e Bens Culturais) – Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2016.

ROCHA, D.L. O trabalho social no programa de aceleração do crescimento (PAC): Atribuições para o Serviço Social nos Projetos de Infraestrutura Urbana. *In: JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS: ESTADO, DESENVOLVIMENTO E CRISE CAPITAL*, 5., 2011, São Luiz, [Anais...]. São Luiz, MA, 23-26 ago. 2011.

ROJAS, L.I.; BARCELLOS, C.; PEITER, P. Utilização de Mapas no Campo da Epidemiologia no Brasil: Reflexões sobre Trabalhos Apresentados no IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 2, p.27-35, 1999.
RONCO, A.P.; LINHARES, S.C.B. A evolução territorial na região de Manguinhos. **Cadernos Unisuam**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 50-62, jun. 2012.

SALLES, M.J. **Política Nacional de Saneamento:** percorrendo caminhos em busca da universalização. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

SÁNCHEZ, L.E. **Desengenharia:** O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 254, 2001.

SANTOS, M. **A natureza do espaço:** Técnica e tempo. Razão e emoção. 4. ed., 2. reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, V.S. **O que é saneamento básico?** Brasil Escola, mar. 2020. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-saneamento-basico.htm>. Acesso em: 06 mar. 2020.

SARAIVA, C; MARQUES, E.C. A dinâmica social das favelas da região metropolitana de São Paulo. **Pensamento & Realidade**, v. 10, p. 12-41, 2007. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/pensamentorealidade/article/view/8306> Acesso em: 12 set. 2020.

SCHUELER, A.S.; KZURE, H.; RACCA, G.B. Como estão os resíduos urbanos nas favelas cariocas? **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S.l.], v. 10, n. 1, jan. 2018. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/Urbe/article/view/20787/22564>. Acesso em: 05 abr. 2020.

Schwartz J; Marcus A. Mortality and air pollution in London: a time series analysis. *American Journal of Epidemiology*, v. 131, p.185-193, 1990.

SILVA, A.B. **Gestão ambiental na indústria**: uma avaliação do comportamento dos setores químico e petroquímico com relação aos passivos ambientais e os problemas causados em torno da Baía de Guanabara. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.

SILVA, M.N. **A Favela como expressão de conflitos no espaço urbano do Rio de Janeiro**: o exemplo da Zona Sul carioca. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SISINNO, C.L.S. **Destino dos Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais no Estado do Rio de Janeiro**: Avaliação da Toxicidade dos Resíduos e suas Implicações para o Ambiente e para a Saúde Humana. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2002.

SISINNO, C.L.S.; NETTO, A.D.P.; REGO, E.C.P.; LIMA, G.S.V. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em resíduos sólidos industriais: uma avaliação preliminar do risco potencial de contaminação ambiental e humana em áreas de disposição de resíduos. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 671-676, mar.-abr. 2003.

SOILO, N.A. A arte da fotografia na antropologia: o uso de imagens como instrumento de pesquisa social. **Revista Habitus**, v. 10, n. 2, 2012.

SOUTHWORTH, GR.; BEAUCHAMP, J.J.; SCHMIEDER, P.K. Bioaccumulation potential of polycyclic aromatic hydrocarbons in *Daphnia pulex*. **Water Research**, [s.l.], v.12, n. 11, p. 973-977, 1978.

SOUZA e SILVA, J. O que é favela, afinal? *In*: IPP Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. **Atas de Reuniões**, 12 de setembro de 2012. Conselho Estratégico de Informações da Cidade, Secretaria Municipal da Casa Civil, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, set. 2012.

SUMAN, S.; SINHA, A.; TARAFDAR, A. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PHAs) concentration levels, pattern, source identification and soil toxicity assessment in urban traffic soil of Dhanbad, India. **Science of The Total Environment**, v. 545-546, p. 353-360, 2016.

TOVAR, C.S. **A Percepção da qualidade do ar, da poluição dos córregos e rios, e da influência destas sobre a saúde, pelos residentes da Comunidade Carlos Chagas, no Bairro de Manguinhos, RJ**. Dissertação (Mestrado em Gestão Socioambiental e Promoção da Saúde) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

TREVISAN, L.F.A. **Estudo toxicológico e investigação da atividade antilitiásica do extrato de *Dianthus caryophyllus***. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Campina Grande, Patos (PB), 2012.

TSUZUKI, M.S.G.; MOSCATO, L.A. Diagramas de Voronoi e sua Utilidade na Determinação do Caminho de Corte de Reentrâncias Complexas. **Boletim da EPUSP**, 1995.
USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Clean Water Act**. Washington DC: USEPA, 2007a.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. Washington (DC): USEPA, 2011.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. EPA/625/R-96/010b. **Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air**. Compendium Method TO-13A. Second Edition. Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Ambient Air Using Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). Cincinnati: USEPA, 1999.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Method 3550B**: Ultrasonic Extraction. Washington DC: US Government Printing Office, 1996b.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Method 3630C**: Silica Gel Cleanup. Washington DC: US Government Printing Office, 1996a.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)**: Method 8270d. Washington DC: US Government Printing Office, 2007b.

VALLADARES, L. A gênese da favela carioca. A produção anterior às ciências sociais. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 15, n. 44, p. 05-34, outubro de 2000.

VARGAS, A.L.B. **Fala Manguinhos!** A construção de uma agência de comunicação comunitária em favelas e conjuntos habitacionais cariocas. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestre em Bens Culturais e Projetos Sociais) – Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil – CPDOC, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2016.

VERSIANI, F.R; SUZIGAN, W. **O processo brasileiro de industrialização**: Uma visão geral. Série Textos Didáticos, 10., Brasília: Universidade de Brasília, 1990.

WANG, J. *et al.* Contamination and health risk assessment of PAHs in soil and crops in industrial areas of the Yangtze River Delta region, China. **Chemosphere**, v. 168, p. 976-987, 2017.

WANG, X. *et al.* Long-range atmospheric transport of particulate Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and the incursion of aerosols to the southeast Tibetan Plateau, **Atmospheric Environment**, v. 115, p. 124-131, 2015.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Selected Non-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons**. Geneva, World Health Organization, 1988.

YU, B.; XIE, X.; MA, L.Q.; KAN, H. Source, distribution, and health risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban street dust from Tianjin, China. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p. 2817-2825, 2014.

ZALUAR, A.; ALVITO, M. Introdução. *In*: ZALUAR, A.; ALVITO, M. (org.). **Um Século de Favela**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

ZHANG, Y.; TAO, S. Global atmospheric emission inventory of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) for 2004. **Atmospheric Environment**, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 812–819, 2009.