

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

JUSTIÇA AMBIENTAL NO CONTEXTO DO RIO: UMA ANÁLISE DA
QUALIDADE DO AR ENTRE OS BAIRROS CARIOCAS

Ana Beatriz Palacio

No. de matrícula: 1713166

Orientador: Sergio Besserman Vianna

Julho/2022

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

JUSTIÇA AMBIENTAL NO CONTEXTO DO RIO: UMA ANÁLISE DA
QUALIDADE DO AR ENTRE OS BAIROS CARIOCAS

Ana Beatriz Palacio

No. de matrícula: 1713166

Orientador: Sergio Besserman Vianna

Julho/2022

"Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor".

"As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor"

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por concluir a graduação.

Gostaria de dedicar essa monografia para três mulheres muito especiais: minha avó, Romana, minha mãe, Maria das Graças e minha tia, Joana. A família sempre foi formada por mulheres fortes e as três, com certeza, representam isso. Dedico também ao meu irmão, Marcos José, por ser meu melhor amigo e um exemplo para mim.

Agradeço a todos os amigos e parentes, que sempre acreditaram no meu potencial, me incentivando com os estudos.

Por fim, meu muito obrigada aos colegas e amigos da PUC, que foram companhias nessa etapa tão importante, e ao meu orientador, Sérgio Besserman, por toda a atenção e entusiasmo comigo.

SUMARIO

1. Introdução	6
2. Histórico e definição	8
3. Poluição do ar e saúde pública	10
3.1 Principais poluentes e seu impacto para saúde	10
3.2 Saúde infantil	12
4. Gestão da qualidade do ar no Brasil	13
4.1 Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (Pronar)	13
4.2 Monitoramento da qualidade do ar no Brasil	14
4.3 Índice de Qualidade do Ar (IQAR)	15
5. O contexto carioca	17
5.1 Segregação socioespacial	17
5.2 Desigualdade de renda e saúde	18
5.3 Síntese dos bairros monitorados	19
6. Dados	21
6.1 Estações de monitoramento do ar na cidade do Rio de Janeiro	21
7. Metodologia	23
8. Resultados e conclusão	24
9. Referências Bibliográficas	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Proporção de crianças abaixo de 5 anos vivendo em áreas que excedem os limites de estabelecidos pela OMS para PM _{2,5} por país.....	12
Figura 2- Mapa Racial do Rio de Janeiro	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estrutura do Índice de Qualidade do Ar (Cetesb).....	16
Tabela 2- Bairros Monitorados	19
Tabela 3- Média do IQAR para os bairros monitorados, 2018	20

1. Introdução

Com discussão iniciada nos Estados Unidos, na década de 1980, o professor Robert Dullart define a Justiça Ambiental como o princípio de que “todas as pessoas e comunidades devem ter igual proteção nas leis e regulamentos voltados para saúde pública e meio ambiente”¹.

A origem do tema tem forte perspectiva racial. O primeiro estudo realizado, “*Toxic Waste and Race in the United States*”, publicado em 1987, possui enfoque no descarte de lixo tóxico em localidades habitadas pela população negra nos Estados Unidos. Dessa forma, o termo “Justiça Ambiental” também pode ser mencionado como “Racismo Ambiental” em alguns artigos.

Argumenta-se que há uma desproporcionalidade no que diz respeito aos impactos gerados pela exposição ao ar, solo ou água poluídos no caso de minorias étnicas e raciais. Esse mesmo argumento também é utilizado quando se trata de comunidades de baixa renda.

Procura-se compreender como as consequências dos danos ao meio ambiente podem variar quando considerados diferentes grupos. Contudo, de acordo com a metodologia e, principalmente, o nível geográfico utilizado, obtêm-se resultados distintos, por exemplo, existência de discriminação por sexo, discriminação racial ou ambos.

No campo da saúde pública, observa-se que não apenas características ou hábitos individuais contribuem para prejuízos à saúde ou tendenciosidade à determinadas doenças. Aspectos como localidade, renda, acesso à serviços sociais, são relevantes, assim como as condições do meio em que cada um está inserido. Dentre essas condições, pode-se citar a poluição.

A literatura acerca da poluição do ar e suas consequências para a qualidade de vida populacional e para o próprio mercado tem crescido. Entretanto, um recorte social

¹ MOHAI, Paul; PELLOW, David; ROBERTS, J. Timmons. Environmental Justice. Annual Review of Environment and Resources. Vol 34, jul/2009.

se faz necessário, sobretudo, no Brasil, visto que ainda há poucos estudos que abordem as disparidades encontradas quando analisa-se dados voltados para sexo, raça e renda dos indivíduos.

A presente monografia visa dar enfoque ao caso do Rio de Janeiro, trazendo o questionamento sobre a relação entre as características supracitadas e a exposição ao ar poluído. Ademais, há o intuito de contribuir para a literatura, utilizando-se de dados a nível dos bairros cariocas.

2. Histórico e definição

A Justiça Ambiental tem em sua origem relação com o ativismo, estando atrelada aos movimentos sociais, na busca por direitos civis. No ano de 1982, o distrito de Warren, estado da Carolina do Norte - EUA, protagonizou uma série de protestos devido ao despejo de material tóxico – Bifenil policlorado (PCB) – em aterros.

O material era advindo da produção industrial, mas havia sido banido por lei em 1979; ele não possui cheiro ou sabor e é considerado cancerígeno. Durante seis semanas, a comunidade negra, majoritária no distrito, se organizou para deitar-se nas estradas, a fim de evitar a passagem de caminhões que se direcionavam aos aterros.

Os protestos ganharam repercussão na mídia americana; foram aproximadamente 500 presos, sendo um marco para o movimento. Através do ocorrido, houve incentivo para que outras comunidades americanas se unissem em torno do problema, chamando também atenção da academia.

O estudo “*Toxic Waste and Race in the United States*” é o primeiro a fazer uso do termo “Justiça Ambiental”, assumindo a necessidade de um recorte racial e social para o movimento ambientalista e buscando por maior diversidade. Seu lançamento foi feito em 1987, pela *United Church of Christ*, congregação americana que se envolveu nos protestos em Warren e que possui histórico de participação em ações sociais nos Estados Unidos.

Na publicação, há enfoque na disposição de aterros de resíduos tóxicos em localidades onde vivia a população hispânica, negra e asiática no país. Utilizou-se dados do Censo Americano de 1980 assim como códigos postais, dividindo as comunidades em grupos. Com as análises discriminantes feitas, identificou-se que minorias estavam mais expostas a resíduos perigosos, por vezes sem nenhum tipo de tratamento.

O tema foi ganhando notoriedade nos Estados Unidos, com o encontro de líderes ambientais, em 1991, e inclusão da Justiça Ambiental na agenda do presidente eleito no ano seguinte: Bill Clinton. Com a evolução, outros aspectos passaram a ser estudados, a exemplo da poluição da água, ar e sonora.

Desde 1992, a Agência Americana de Proteção Ambiental (EPA) possui um escritório específico para tratar da temática. Entretanto, o governo apresentou dificuldades para abordar e incorporá-la nas políticas públicas, o que fez com que ela perdesse força ao longo dos mandatos seguintes, de George W. Bush e Barack Obama. Este último ainda apresentou tentativas falhas de ativar o escritório. Com o governo Trump, a verba destinada foi praticamente cortada².

A perspectiva é que Biden se aproxime da Justiça Ambiental, colocando-a em prática nas políticas de seu governo, considerando que o novo presidente americano reforçou seu compromisso com o meio ambiente e mudanças climáticas ao longo de sua campanha eleitoral.

² DENNIS, Brady; FEARS, Darryl. This is environmental racism. The Washington Post. Abril, 2021.

3. Poluição do ar e saúde pública

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), 99% da população global está exposta à poluição do ar em níveis significativos, acima dos limites estabelecidos³. Tal fato indica que mais pessoas estão sujeitas a doenças respiratórias, cardiovasculares ou câncer, causas de mortes prematuras. Assim, a OMS considera a poluição do ar um desafio tão grande quanto o tabagismo e problemas com dietas não saudáveis⁴.

Adicionalmente, ressalta-se que grupos com menor acesso à serviços de saúde ou saneamento básico, que vivem em situação de insegurança alimentar, podem desenvolver mais doenças ou comorbidades, reduzindo sua expectativa de vida⁵. Nesse sentido, países em desenvolvimento se encontram em contexto mais delicado, em decorrência das desigualdades sociais existentes.

3.1 Principais poluentes e seu impacto para saúde

Tratando da poluição, a crescente urbanização é o principal fator que vulnerabiliza os países no geral. Isso ocorre, sobretudo, devido à queima de combustíveis fósseis, fonte de muitos dos agentes poluentes, e às construções⁶. Ambos podem originar os chamados PM_{2.5} e PM₁₀, material particulado com diâmetro entre 2,5 e 10 micrômetros respectivamente, que pode se alojar nos pulmões e corrente sanguínea, por exemplo.

Há evidências de que tais partículas podem ocasionar maior suscetibilidade de crianças a problemas como inflamação das vias respiratórias e infecções, no caso de exposição durante a gestação. Ademais, estudos em andamento procuram investigar a

³ Dado retirado da seção sobre poluição do ar, website da Organização Mundial da Saúde

⁴ New WHO Global Air Quality Guidelines aim to save millions of lives from air pollution. Organização Mundial da Saúde. Setembro, 2021

⁵ GOUVEIA, Nelson; SLOVIC, Anne D; KANAI, Claudio M; SORIANO, Lucas. Air Pollution and Environmental Justice in Latin America: Where Are We and How Can We Move Forward? Current Environmental Health Reports. 2022

⁶ World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. 2010

relação entre as partículas e condições que podem se desenvolver a longo prazo: diabetes, redução da capacidade cognitiva e neurológica⁷.

Outro poluente, monóxido de carbono (CO), também tem origem no processo de combustão. Emissões antropogênicas, a exemplo de queimadas, são responsáveis por 2/3 do monóxido de carbono na atmosfera. Sua inalação atrapalha o transporte do oxigênio, em decorrência da diminuição de hemoglobina no sangue. A exposição crônica ao CO acarreta sintomas neurológicos e oftalmológicos, além de deficiência na memória, náuseas, enxaqueca, fadiga e asma⁸.

Efeitos ainda mais graves podem resultar da exposição ao dióxido de nitrogênio (NO₂). Estudos realizados com a observação de animais demonstram que o contato a longo prazo ocasiona mudanças no tecido pulmonar e, conseqüentemente, menor capacidade do órgão em desempenhar sua função; o sistema de defesa do organismo também é afetado. Além disso, uma pesquisa realizada com ratos atribui o NO₂ como possível responsável pelo atrofiamento da produção de espermatozoides na fase adulta⁹.

O Ozônio (O₃), um dos chamados GEE (gases do efeito estufa), é um gás presente na atmosfera, considerado poluente secundário. Ou seja, tem sua origem em reações químicas na atmosfera e não por meio de emissões. Assim como demais gases mencionados, há evidências de seus efeitos negativos na funcionalidade dos pulmões, sistema cardiovascular e maior mortalidade no caso de pessoas que apresentam doenças respiratórias crônicas¹⁰. No caso do dióxido de enxofre (SO₂), além do impacto climático, também pode afetar pessoas com doenças respiratórias, principalmente asma.

⁷ KELLY, Frank; FUSSEL, Julia. Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. *Environmental Geochemistry and Health*. Vol 37, p. 631-649. 2015

⁸ World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. 2010

⁹ WATANABE, Nobue. Decreased number of sperms and Sertoli cells in mature rats exposed to diesel exhaust as fetuses. *Toxicology Letters*. Vol 155, p.51-58. 2005

¹⁰ NUVOLONE, Daniela. PETRI, Davide. VOLLER, Fabio. The effects of ozone on human health. *Environmental Science and pollution research*. 2018

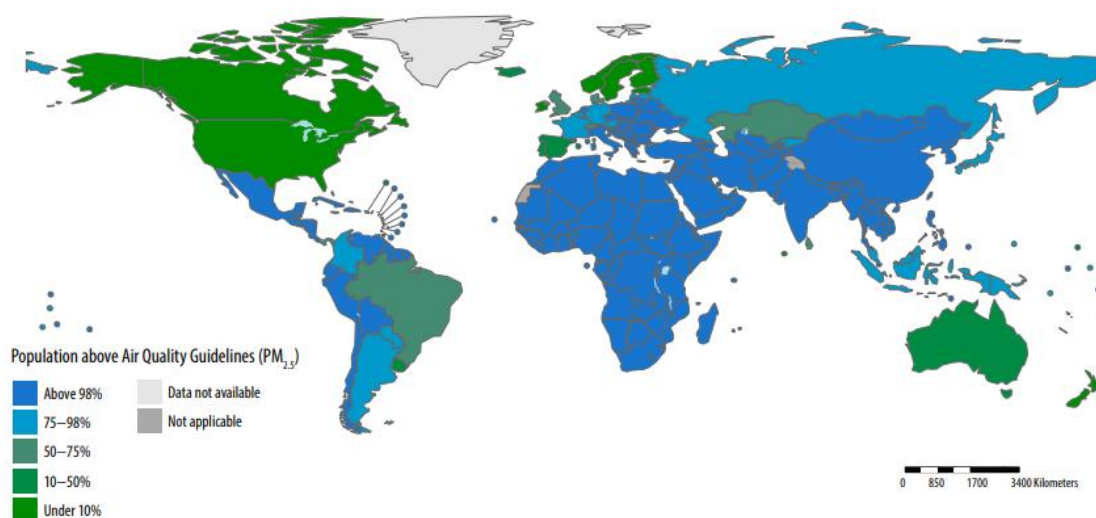
3.2 Saúde infantil

Na pesquisa para a monografia foram encontradas menções de estudos que tratam especificamente dos efeitos da poluição do ar para a saúde das crianças. Elas se encontram mais expostas por ainda estarem em fase de desenvolvimento.

De acordo com a OMS, “mais de uma em cada quatro mortes de crianças abaixo de 5 anos está direta ou indiretamente relacionada com riscos ambientais” (WHO, 2018). A organização ainda relata que 93% das crianças no mundo vivem em ambientes com poluição acima dos níveis estabelecidos.

Figura 1- Proporção de crianças abaixo de 5 anos vivendo em áreas que excedem os limites de estabelecidos pela OMS para PM_{2,5} por país

Fig. 1. Proportions of children under 5 years living in areas in which the WHO air quality guidelines (PM_{2,5}) are exceeded, by country, 2016



Fonte: WHO, 2018

Indica-se que a poluição do ar está associada a nascimentos prematuros, baixo peso ao nascer, mortalidade e distúrbios metabólicos- a exemplo da obesidade – além de doenças dermatológicas, psiquiátricas ou respiratórias nas crianças¹¹.

¹¹ DE SIMONI, Wagner. et al. O estado da qualidade do ar no Brasil. Working Paper. WRI Brasil. 2021

4. Gestão da qualidade do ar no Brasil

Há diversos estudos que demonstram a relação adversa entre poluição do ar e saúde humana. Os impactos expostos nos parágrafos anteriores procuraram sumarizar as principais evidências levantadas pela comunidade científica. Entretanto, ainda há pouco conhecimento da população sobre os danos que a má qualidade do ar pode causar.

No Brasil, estima-se que mais de 51 mil pessoas morrem anualmente devido à poluição¹¹. A exploração do tema é escassa, assim como políticas voltadas para tal. As críticas para abordagem no país se referem, sobretudo, ao fato de que o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (Pronar) não se mostra eficaz na tentativa de padronizar normas brasileiras e à falta de monitoramento nos estados.

4.1 Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (Pronar)

O Pronar tem origem na resolução nº 5 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), em 1989. Ele é tido como:

“Um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica com vista a:

- a) Uma melhoria na qualidade do ar
- b) O atendimento aos padrões estabelecidos
- c) O não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas degradadas” (CONAMA, 15 de junho de 1989)

O programa tem como estratégia a limitação das emissões de poluentes na atmosfera assim como determinação de padrões nacionais para qualidade do ar. Estes últimos estão definidos atualmente na resolução nº 491 do Conama. Porém, de acordo com estudo do *World Resources Institute* (WRI)¹¹, o Pronar dá abertura para que estados adequem os padrões estabelecidos à suas especificidades, o que gera uma contraposição entre suas competências e da União.

Ademais, aponta-se que falta movimentação dos municípios no que tange a delimitação de políticas que andem em concordância com as normativas, a exemplo de

eficiência no transporte público (uma das maiores fontes de emissão no Brasil) ou planejamento urbano no geral, como zoneamento e arborização.

4.2 Monitoramento da qualidade do ar no Brasil

O monitoramento do ar faz parte de uma recomendação da OMS, dada a seriedade do tema e seu impacto na saúde humana. Ele é feito de acordo com as diretrizes definidas para concentração e tempo de exposição aos poluentes atmosféricos, a fim de detectar potenciais riscos ou níveis superiores ao indicado. Existem ferramentas que auxiliam na atividade, a exemplo de¹¹:

- Inventários: lista definindo tipos de poluentes e sua concentração;
- Modelagem: definição de relação causal entre emissões, meteorologia e concentração dos poluentes a fim de identificar variações temporais e espaciais;
- Monitoramento: medição sistemática e contínua da qualidade do ar;
- Previsão: estimar a concentração de poluentes esperada

Atualmente, o monitoramento do ar no Brasil se concentra na região Sudeste. Contudo, fora as disparidades entre regiões, ainda há diferenças nos poluentes medidos pelas estações, minando o acompanhamento de forma uniformizada no país.

Em estudo recente¹², identificou-se que apenas 11 estados brasileiros realizam o monitoramento de forma ativa, totalizando 371 estações; observa-se que o Rio de Janeiro desponta como estado com maior número – 161. O material particulado PM₁₀ é o poluente mais monitorado, sendo medido em 62,8% das estações, seguido pelos óxidos de nitrogênio e o ozônio, medidos em 37,7% e 36,9% das estações respectivamente.

Outro aspecto abordado é a divulgação acerca da qualidade do ar através de boletins diários, relatórios e comunicação em tempo real. Constatou-se que apenas Mato Grosso do Sul e Pernambuco não possuem relatório anual; no caso de boletim diário, Espírito Santo, Mato Grosso, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul

¹² VORMITTAG, Evangelina. et al. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. Energia e Ambiente. Estudos Avançados. 2021.

possuem tal tipo de divulgação. Acre, Mato Grosso do Sul e São Paulo possuem comunicação em tempo real.

Aponta-se que existem deficiências mesmo nos estados que possuem monitoramento ativo, pois nem todos os reportes se encontram atualizados ou com fácil acesso da população, o que deveria ser seu principal objetivo. Adicionalmente, nem todos os poluentes são contemplados no monitoramento de estações dentro de um mesmo estado¹².

4.3 Índice de Qualidade do Ar (IQAR)

O Índice no Brasil é estruturado de acordo com o Guia Técnico de Qualidade do Ar, publicado em 2019 pelo Ministério do Meio Ambiente. Ele segue as definições dadas na resolução 491 do Conama para cálculo e concentração de poluentes considerada inofensiva para a saúde humana.

São medidas as concentrações dos poluentes CO, MP_{2,5}, MP₁₀, O₃, NO₂ e SO₂ e cada uma deve estar dentro de uma faixa, a qual classifica o ar em categorias de Boa à Péssima. No quadro 1 está representado o exemplo para o IQAR de São Paulo, divulgado pela Cetesb.

O Índice é calculado a partir da equação abaixo¹³:

$$IQAr = I_{ini} + \frac{I_{fin} - I_{ini}}{C_{fin} - C_{ini}} (C - C_{ini})$$

Onde:

- I_{ini}= valor do índice que corresponde à concentração inicial da faixa.
- I_{fin}= valor do índice que corresponde à concentração final da faixa.
- C_{ini}= concentração inicial da faixa onde se localiza a concentração medida.
- C_{fin}= concentração final da faixa onde se localiza a concentração medida.
- C = concentração medida do poluente.

¹³ Ministério do Meio Ambiente. Guia Técnico de Qualidade do Ar. 2019

Tabela 1- Estrutura do Índice de Qualidade do Ar (Cetesb)

Qualidade do Ar	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2.5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h
N1 - Boa	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
N2 - Moderada	41 - 80	>50 - 100	>25 - 50	>100 - 130	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40
N3 - Ruim	81 - 120	>100 - 150	>50 - 75	>130 - 160	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365
N4 - Muito Ruim	121 - 200	>150 - 250	>75 - 125	>160 - 200	>13 - 15	>320 - 1130	>365 - 800
N5 - Péssima	201 - 400	>250 - 600	>125 - 300	>200 - 800	>15 - 50	>1130 - 3750	>800 - 2620

Fonte: Guia Técnico de Qualidade do Ar. 2019

5. O contexto carioca

O Rio de Janeiro é uma das maiores cidades brasileiras, com mais de 6 milhões de habitantes¹⁴. Atualmente, conta com maior número de estações de monitoramento do ar no país, conforme mencionado. O município possui 164 bairros, subdivididos em 5 áreas de planejamento, as quais possuem suas respectivas regiões administrativas. Essas, por sua vez, totalizam 33 regiões.

Dessas 33 regiões, a prefeitura do Rio faz o monitoramento do ar nos bairros de Bangu, Campo Grande, Centro, Copacabana, Irajá, São Cristóvão, Tijuca e Pedra de Guaratiba.

A cidade conta com número de mulheres superior ao de homens. Por exemplo, no ano de 2020 eram 3.590.000 representantes do sexo feminino contra 3.146.000 do sexo masculino. Adicionalmente, no caso do estado do Rio de Janeiro, a taxa de desocupação para mulheres no primeiro trimestre de 2022 foi de 13,7%. Para os homens, o valor foi de 9,1%¹⁴.

5.1 Segregação socioespacial

No Rio, assim como em outras cidades, o espaço reproduz a divisão social, onde bairros centrais concentram melhores condições de renda e qualidade de vida, na chamada relação centro-periferia¹⁵. A segregação racial é evidente, com maioria da população preta e parda sendo residente das favelas, locais que por vezes apresentam problemas como falta de saneamento e assistência à saúde. A figura 2 apresenta a divisão racial no município.

Considerando ambos os fatos acima, pode-se afirmar a existência de uma espécie de peculiaridade carioca:

¹⁴ PNAD Continua, IBGE, 1º trim/2022)

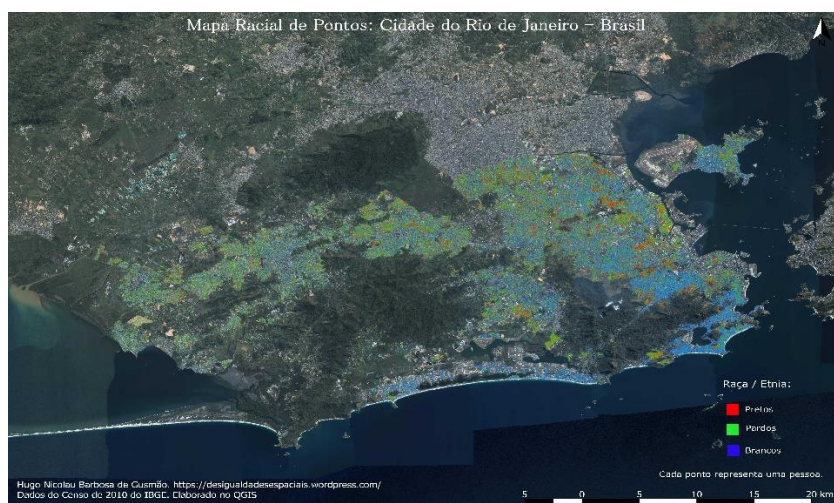
¹⁵ GOMES-RIBEIRO, Marcelo; QUEIROS-RIBEIRO, Luiz Cesar. Segregação Socioespacial E Desigualdades De Renda Da Classe Popular Na Metrópole Do Rio De Janeiro, Brasil. EURE 47.142 (2021): 27-48

“Além de apresentar o modelo socioespacial de segregação de centro-periferia, apresenta também outro modelo denominado proximidade física e distância social, considerando que na metrópole do Rio de Janeiro há favelas, inclusive na área central. Isso significa que a heterogeneidade social é verificada pelo duplo modelo de segregação socioespacial: centro-periferia e favela e não-favela.” (Ribeiro. 2021)

Ou seja, no caso do Rio de Janeiro, mesmo com certa proximidade física dos centros, há um isolamento dos indivíduos que vivem nas favelas. Isso se reflete nos quesitos como rendimento, acesso a oportunidades de emprego e à própria socialização, uma vez que são pessoas ficando à margem no município.

Entretanto, um ponto a ser destacado é a caracterização e o tratamento dos espaços das favelas como pobres, de forma homogênea. Essas localidades também apresentarão desigualdades, quando observadas internamente¹⁶.

Figura 2- Mapa Racial do Rio de Janeiro



Fonte: Mapa racial da cidade do Rio de Janeiro. Elaborado por Hugo Nicolau Barbosa de Gusmão. 2015

5.2 Desigualdade de renda e saúde

Alguns estudos buscam relacionar a concentração de renda com fatores relacionados à saúde pública, como mortalidade infantil, expectativa de vida ao nascer

¹⁶ CARVALHO, Camila Lima e Silva. Escalas da desigualdade urbana: a cidade do Rio de Janeiro e as favelas. Caderno do Desenvolvimento Fluminense. Vol 11. 2016

ou baixo peso ao nascer. Seus resultados ainda são inconclusivos, por haver divergência quanto à correlação entre ambas as variáveis.

Szwarcwald et al buscaram traçar a correlação para o escopo do município do Rio de Janeiro, obtendo resultados estatisticamente significantes. Dados relevantes são a relação negativa entre o coeficiente de Gini e expectativa de vida ao nascer (-0,6 – significativa ao nível de 5%) e relação positiva entre o indicador e a mortalidade infantil (0,43- significativa ao nível de 1%)¹⁷.

5.3 Síntese dos bairros monitorados

A Prefeitura do Rio de Janeiro disponibiliza uma síntese dos dados do Censo de 2010 para os bairros cariocas, alguns deles expostos na tabela 1.

O Índice de Desenvolvimento Social (IDS) tem como enfoque o aspecto do saneamento básico, essencial para a saúde da população, calculado a partir de dados referentes ao abastecimento de água, coleta de esgoto, lixo e indicadores sociais voltados para grau de escolaridade e rendimento dos chefes de domicílio.

Tabela 2- Bairros Monitorados

Bairro	Representantes sexo masculino	Representantes sexo feminino	Domicílios abaixo da linha da pobreza (%)	Índice de Desenvolvimento Social
Bangu	114.952	128.173	9,21	0,57
Campo Grande	155.382	172.988	7,68	0,572
Centro	13.793	15.762	4,34	0,643
Copacabana	62.406	83.986	5,07	0,731
Irajá	43.979	52.403	4,19	0,615
São Cristóvão	41.194	43.714	-	-
Tijuca	79.776	102.034	-	-
Pedra de Guaratiba	4.601	4.887	7,82	0,559

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados disponibilizados no DataRio

Quanto à qualidade do ar, os dados do monitoramento também são disponibilizados pela Prefeitura, com base no IQAR. A tabela 2 demonstra a média dos valores mais recentes abertos no site, para o ano de 2018. O Índice compreende valores entre 0-300, onde o maior número indica maior poluição.

¹⁷ Szwarcwald et al. Desigualdade de renda e situação de saúde: o caso do Rio de Janeiro. Caderno Saúde Pública. Vol. 15. 1999

As faixas são divididas da seguinte forma:

- 0-50: Qualidade boa
- 51-100: Qualidade regular
- 101-199: Qualidade inadequada
- 200-299: Qualidade má
- >300: Qualidade péssima

Tabela 3- Média do IQAR para os bairros monitorados, 2018

Bairro	Média	Classificação
Bangu	64,06	Regular
Campo Grande	52,57	Regular
Centro	38,65	Boa
Copacabana	48,75	Boa
Iraja	54,19	Regular
Pedra de Guaratiba	42,16	Boa
São Cristovão	49,65	Boa
Tijuca	45,59	Boa

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados horários do IQAR para o ano de 2018

6. Dados

A presente monografia fez uso da base de dados horários das estações de monitoramento do ar, disponibilizadas pela Prefeitura do Rio de Janeiro, e dos dados do Censo 2010. Através das duas, foi criado um painel com as concentrações de poluentes do ar a nível dos bairros cariocas e informações referentes aos habitantes de tais bairros, como renda per capita, sexo e raça.

6.1 Estações de monitoramento do ar na cidade do Rio de Janeiro

A prefeitura do Rio disponibiliza os dados referentes aos bairros de Bangu, Campo Grande, Centro, Copacabana, Irajá, São Cristóvão, Tijuca e Pedra de Guaratiba. Os parâmetros monitorados variam entre as estações de acordo com o exposto abaixo, onde HC são hidrocarbonetos: metano, não metano e hidrocarbonetos totais.

- Centro (CA): O₃, CO, PM₁₀
- Copacabana (AV): SO₂, O₃, CO, PM₁₀
- São Cristóvão (SC): SO₂, O₃, CO, PM₁₀
- Tijuca (SP): SO₂, NO_x, O₃, CO, PM₁₀
- Irajá (IR): SO₂, NO_x, O₃, CO, HC, PM_{2.5}, PM₁₀
- Bangu (BG): SO₂, NO_x, O₃, CO, HC, PM₁₀
- Campo Grande (CG): SO₂, NO_x, O₃, CO, HC, PM₁₀
- Pedra de Guaratiba (PG): O₃, PM₁₀

Além das concentrações dos poluentes em cada estação, a base ainda conta com velocidade e direção do vento na ocorrência do monitoramento, radiação solar, temperatura, pressão atmosférica e umidade do ar. Para formulação do painel, utilizou-se as observações dos dados horários entre janeiro/2012 e março/2021.

Ressalta-se que cada parâmetro monitorado exige um maquinário diferente, o qual deve ser mantido em condições específicas. Sendo assim, cada estação conta com uma

espécie de ambiente criado, especialmente com temperatura adequada, para bom funcionamento das máquinas. O método de medição também varia:

- Partículas PM_{2.5} e PM₁₀ são detectadas através do monitoramento dos raios beta, no chamado BAM – *Beta Attenuation Monitoring*, onde observa-se sua absorção pelas partículas presentes no ar.¹⁸
- Monóxido de carbono (CO) é medido por meio da absorção de radiação infravermelha.
- Ozônio (O₃) é verificado de acordo com a absorção de raios ultravioleta, no comprimento de 254 nm.
- Óxidos de nitrogênio (Nox) são detectados pela reação com ozônio. A máquina possui uma câmara específica para tal, onde obtém-se como resultado a liberação de energia na forma de radiação de quimioluminescência, a qual é proporcional à quantidade de óxido nitroso presente no ar.
- Dióxido de enxofre (SO₂) é medido por meio da absorção de raios ultravioleta, no comprimento entre 200 e 240nm.

Tais especificações não se encontram publicadas, estão presentes nos manuais técnicos das máquinas, encaminhadas em contato com a Secretaria do meio ambiente do Rio de Janeiro.

Os microdados do Censo de 2010 são disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), subdivididos por temas - subpastas: pessoas, domicílio, emigração e mortalidade. As subpastas podem ser acessadas no site do IBGE, por estado brasileiro.

Para criação do painel utilizou-se a subpasta pessoas, que contém os resultados referentes ao sexo, raça, idade, deficiências, escolaridade, rendimento dos domicílios pesquisados, entre outros.

¹⁸ Manual técnico do equipamento, disponibilizado pela Secretaria do Meio Ambiente do Rio de Janeiro

7. Metodologia

A monografia faz uso do método de mínimos quadrados ordinários para estimar a relação entre a poluição do ar, sexo, renda e raça dos indivíduos presentes no Rio. Foram rodadas regressões tendo como variável dependente a concentração de cada poluente monitorado na cidade, conforme equação i. Através do painel elaborado, foi criada uma amostra de tamanho 50.000, definida aleatoriamente, para as estimativas. Também há a inserção de uma variável de efeitos fixos.

$$(i) \quad Y_i = \gamma_s + \beta D_i$$

γ se refere aos efeitos fixos por bairro e β é o coeficiente da variável D , que indica a variável independente. No caso de sexo e raça, são utilizadas dummies para o sexo feminino e indivíduos negros – pretos ou pardos. Para a renda, a variável escolhida foi o rendimento domiciliar per capita no mês de julho de 2010, data da coleta de dados do Censo. Tal valor exclui pensões, programas sociais e empregados domésticos, conforme mencionado na descrição de variáveis dispostas pelo IBGE.

Cada poluente teve regressão rodada – respeitado as unidades de medida – com os controles sendo usados de forma individual e com interações entre si.

8. Resultados e conclusão

Não foi possível identificar significância estatística para as estimativas feitas por meio das regressões. Foram mais de 30 regressões rodadas, como o exemplo a seguir, referente ao Monóxido de carbono.

Monóxido de Carbono (CO)					
	I	II	III	IV	V
Mulher	0,0035 [0,002]		0,00330 [0,002]	0,0035 [0,0023]	0,0032 [0,002]
Negro		-0,018 [0,002]	-0,00182 [0,002]	-0,0018 [0,0024]	
V6531			0,00004 [0,002]		-0,0002 [0,0004]

V6531 é a variável referente à renda per capita no mês de julho

Pode-se mencionar que a qualidade do ar no Rio se mostra boa entre os bairros monitorados, conforme tratado no capítulo referente à cidade. Não há evidências suficientes para afirmar que, isoladamente, há relação entre a poluição do ar, raça e sexo para o município, como se buscava abordar no presente trabalho. Ou seja, em ambos os aspectos, não se observou discriminação ou “injustiça ambiental”.

Entretanto, as minorias pesquisadas – negros e mulheres – se encontram em maior estado de vulnerabilidade perante os impactos causados pela poluição. Indiretamente, as consequências e danos à saúde podem afetar de maneira mais saliente a ambos os grupos, considerando o acesso à serviços de saúde e saneamento básico, além de menor renda.

9. Referências Bibliográficas

RIPPLE, William J; WOLF, Christopher; NEWSOME, Thomas M; BARNARD, Phoebe; MOOMAW, William R. World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *BioScience*, Vol 70, p. 8-12, jan/2020.

Disponível em: <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>

KOPAS, Jacob; YORK, Eric; JIN, Xiaomeng; HARISH, S.P; KENNEDY, Ryan; SHEN, Shiran Victoria; URPELAINEN, Johannes. Environmental Justice in India: Incidence of Air Pollution from Coal-Fired Power Plants. *Ecological Economics*, Vol 176, out/2020.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106711>

MOHAI, Paul; PELLOW, David; ROBERTS, J. Timmons. Environmental Justice. *Annual Review of Environment and Resources*. Vol 34, jul/2009.

Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-082508-094348>

HAJAT, A; HSIA, C; O'NEILL, MS. Socioeconomic Disparities and Air Pollution Exposure: a Global Review. *Current Environmental Health Reports*. set/2015.

Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40572-015-0069-5>

BRULLE, Robert J; PELLOW, David N. Environmental Justice: Human Health and Environmental Inequalities. *Annual Review Public Health*. 2006. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102124>

GERMANI, Anna Rita; MORONE, Piergiuseppe; TESTA, Giuseppina. Environmental Justice and air pollution: a case study on Italian provinces. *Ecological Economics*, Vol 106, out/2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.010>

MOHAI, Paul; BRYANT, Bunyan. Demographic Studies Reveals a Pattern of Environmental Injustice. *Environmental Justice*, Vol 10, p.10, 1995.

Disponível em:

http://www.eebweb.arizona.edu/courses/Ecol206/Mohai_and_Bryant1992.pdf

LEE, Chavis BF. Toxic Wastes and Race in the United States. United Church Christ. 1987. Disponível em: http://d3n8a8pro7vhm.cloudfront.net/unitedchurchofchrist/legacy_url/13567/toxwrace87.pdf

MORELLO - FROSCH, Rachel; JESDALE, Bill M. Separate and Unequal: Residential Segregation and Estimated Cancer Risks Associated with Ambient Air Toxics in U.S. Metropolitan Areas. Environmental Health Perspectives. Vol 114, p.386-393, 2006.

Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1289%2Fehp.8500>

LOPEZ, Russ. Segregation and Black/White Differences in Exposure to Air Toxics in 1990. Environmental Health Perspect. Vol 110, p.289-295, 2002

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241175/pdf/ehp110s-000289.pdf>

BROWN, Phil. Race, Class and Environmental Health: A Review and a Systematization of the Literature. Environmental Research. Vol 69, p.15-30, 1995

Disponível em: <https://doi.org/10.1006/enrs.1995.1021>

SCHLOSBERG, David; COLLINS, Lisette B. From environmental to climate justice: climate change and the discourse of environmental justice. Wires Climate Change. Vol 5, p. 359-374, 2014.

Disponível em: <https://doi-org.ez370.periodicos.capes.gov.br/10.1002/wcc.275>

GOUVEIA, Nelson; SLOVIC, Anne D; KANAI, Claudio M; SORIANO, Lucas. Air Pollution and Environmental Justice in Latin America: Where Are We and How Can We Move Forward? Current Environmental Health Reports. 2022

Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40572-022-00341-z>

GOUVEIA, Nelson; MARCILIO, Izabel. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. Caderno de Saude Pública. 2007.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007001600013>

DENNIS, Brady; FEARS, Darryl. This is environmental racism. **The Washington Post**. 06 de abril de 2021. Disponível em:

<https://www.washingtonpost.com/climate-environment/interactive/2021/environmental-justice-race/>, acesso em 09 de abril de 2022

MILLER, Vernice; SKELTON, Renee. The environmental justice movement. NRDC, 2016. Disponível em: <https://www.nrdc.org/stories/environmental-justice-movement>, acesso em 9 de abril de 2022

New WHO Global Air Quality Guidelines aim to save millions of lives from air pollution. World Health Organization. Setembro, 2021

Disponível em: <https://www.who.int/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>, acesso em 11 de abril de 2022

World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. 2010. World Health Organization. Regional Office for Europe. Disponível: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf

World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 2021. World Health Organization.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion. 2014. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/141496>

KELLY, Frank; FUSSEL, Julia. Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. Environmental Geochemistry and Health. Vol 37, p. 631-649. Disponível: [https://link.springer-com.ez370.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10653-015-9720-1#Sec4](https://link.springer.com.ez370.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10653-015-9720-1#Sec4)

WATANABE, Nobue. Decreased number of sperms and Sertoli cells in mature rats exposed to diesel exhaust as fetuses. Toxicology Letters. Vol 155, p.51-58. 2005

Disponível em: [10.1016/j.toxlet.2004.08.010](https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2004.08.010)

DE SIMONI, Wagner. et al. O estado da qualidade do ar no Brasil. Working Paper. WRI Brasil. 2021

Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/o-estado-da-qualidade-do-ar-no-brasil>

NUVOLONE, Daniela. PETRI, Davide. VOLLER, Fabio. The effects of ozone on human health. Environmental Science and pollution research. 2018

Disponível em: [10.1007/s11356-017-9239-3](https://doi.org/10.1007/s11356-017-9239-3)

World Health Organization. Air pollution and children health: prescribing clean air. 2018. World Health Organization.

Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/275545>

VORMITTAG, Evangelina. et al. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. Energia e Ambiente. Estudos Avançados. 2021.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.002>

GOMES-RIBEIRO, Marcelo; QUEIROS-RIBEIRO, Luiz Cesar. Segregação Socioespacial E Desigualdades De Renda Da Classe Popular Na Metrópole Do Rio De Janeiro, Brasil. EURE 47.142 (2021): 27-48

Disponível em: <https://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/EURE.47.142.02/1378>

CARVALHO, Camila Lima e Silva. Escalas da desigualdade urbana: a cidade do Rio de Janeiro e as favelas. Caderno do Desenvolvimento Fluminense. Vol 11. 2016

Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/cdf/article/view/35870>

Szwarcwald et al. Desigualdade de renda e situa o de saúde: o caso do Rio de Janeiro. Caderno Saúde Pública. Vol. 15. 1999

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csp/a/pxYbkvwG9TgKgPsfNdQ6Pkq/?format=pdf&lang=pt>