



**MONITORAR** *Rio*  
PROGRAMA DE MONITORAMENTO  
DA QUALIDADE DO AR

**Qualidade do Ar**  
**na Cidade do Rio de Janeiro**  
Relatório da Rede MonitorAr-Rio  
**2011-2012**





**MONITORAR** *Rio*  
ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO  
DA QUALIDADE DO AR

## Qualidade do Ar na Cidade do Rio de Janeiro

Relatório da Rede MonitorAr-Rio  
2011-2012



**RELATÓRIO DA REDE MONITORAR-RIO**

**Eduardo Paes**  
Prefeito da Cidade do Rio de Janeiro

**Carlos Alberto Muniz**  
Secretário Municipal de Meio Ambiente

**Altamirando Fernandes**  
Subsecretário Municipal de Meio Ambiente

Coordenadoria de Monitoramento Ambiental  
**Magda Carneiro Felipe Valverde** [Coordenadora]

Gerência de Monitoramento do Ar  
**Bruno Bôscaro França** [Gerente (a partir de mar/2013)]  
**Marcos Borges Pereira** [Gerente (mai/2010 a mar/2013)]

Organização do Relatório  
**Marilene Agrizzi Nacaratti** [Arquiteta]

Textos e Informações  
**Bruno Bôscaro França** [Engenheiro Químico]  
**Eduardo Monteiro Martins** [Químico]  
**Gabriela Lerer** [Bióloga]  
**Josiane Loyola** [Química]  
**Marcos Borges Pereira** [Engenheiro Civil]  
**Marilene Agrizzi Nacaratti** [Arquiteta]  
**Patricia Waldheim** [Meteorologista]  
**Roberta Ramos Gomes** [Engenheira Química]  
**Rodrigo Mello** [Meteorologista]  
**Silvia Patrícia de Araújo** [Meteorologista]  
**Wanea Lúcia Bedran** [Engenheira Civil]

Design Gráfico e Fotografias  
**Angela Meurer** [Designer]

Revisão de Texto  
**Rachel Valença**

Agradecimentos  
**PETROBRAS**  
**INFOPER - Informática e Comunicação**

página		página	
5	<b>Apresentação</b>	61	<b>5 Caracterização da rede de estações do Programa MonitorAr-Rio</b>
9	<b>Introdução</b>		5.1. Histórico
13	<b>1 Poluição atmosférica</b>		5.2. Funcionamento da rede e estrutura do sistema de transmissão de dados
	1.1. Conceitos básicos		5.3. Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar
	1.2. Principais poluentes atmosféricos		5.4. Descrição da área de estudo do entorno e classificação das estações da rede MonitorAr-Rio
	1.3. Resultados do monitoramento e Índice de Qualidade do Ar		
23	<b>2 Caracterização da cidade e da Região Metropolitana</b>	117	<b>6 Resultados do monitoramento</b>
	2.1. Dinâmica populacional		6.1. Estação Centro
	2.2. Território e densidade populacional		6.2. Estação Copacabana
	2.3. Dinâmica econômica		6.3. Estação São Cristóvão
	2.4. Ambiente Natural		6.4. Estação Tijuca
33	<b>3 Contribuições das atividades urbanas para a poluição atmosférica</b>		6.5. Estação Irajá
	3.1. Fontes fixas— perfil da cidade e da Região Metropolitana		6.6. Estação Bangu
	3.2. Fontes móveis		6.7. Estação Campo Grande
	3.2.1. Perfil do sistema viário		6.8. Estação Pedra de Guaratiba
	3.2.2. Divisão modal de transportes coletivos	158	<b>Glossário</b>
	3.2.3. Frota e motorização	164	<b>Índices</b> [tabelas, quadros, figuras e gráficos]
	3.2.4. Combustíveis utilizados	172	<b>Referências bibliográficas</b>
	3.2.5. Movimento de navios e aeronaves		
	3.2.6. Balanço de fontes móveis		
51	<b>4 Caracterização Meteorológica</b>		
	4.1. Temperatura		
	4.2. Umidade relativa do ar		
	4.3. Precipitação		
	4.4. Direção e velocidade dos ventos		
	4.5. Radiação solar		



# APRESENTAÇÃO

O crescimento da economia acelera as atividades industriais e, pela cultura dominante, provoca o aumento do número de veículos circulando nas ruas. Esse cenário converge para a elevação das emissões de poluentes atmosféricos afetando a saúde e a qualidade de vida da população.

Acompanhar os impactos ambientais no município, causados pelos investimentos em infraestrutura para receber os grandes eventos que se aproximam, é um dos objetivos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Nesse sentido, são monitoradas, entre outros fatores ambientais, as concentrações dos poluentes atmosféricos através de sua rede de monitoramento da qualidade do ar.

Este relatório contempla os dados de monitoramento do ar coletados nos anos 2011 e 2012, e além de avaliar as concentrações dos principais poluentes atmosféricos, procura identificar as possíveis causas para os níveis de poluição nos locais monitorados. Para a elaboração do relatório foram consideradas as principais características e fontes de emissão no entorno das estações de monitoramento, a dinâmica populacional e econômica do município, bem como as características naturais e climatológicas que exercem alguma influência na dispersão da poluição atmosférica.

Esforços estão sendo feitos visando reduzir as fontes de poluição como, por exemplo, a implantação de uma vasta malha cicloviária e as mudanças no sistema público de transportes através da construção dos BRTs e da implantação dos BRSs. Portanto, este relatório consiste em uma importante fonte de informação sobre os impactos causados ao meio ambiente, que servirá para subsidiar decisões futuras sobre planejamento ambiental na instalação de novas indústrias, na modernização do transporte público e nas ações de controle ambiental.

**Carlos Alberto Muniz**

Secretário de Meio Ambiente





Este trabalho constitui-se no primeiro relatório da rede automática de monitoramento da qualidade do ar – MonitorAr-Rio, operada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAC, composta por oito estações fixas que monitoram os principais poluentes definidos pela legislação brasileira. Além dos resultados das medições referentes aos anos de 2011 e 2012, inclui conceitos básicos sobre a poluição atmosférica e seu monitoramento, assim como aspectos físico-territoriais, demográficos, econômicos e da dinâmica urbana na cidade do Rio de Janeiro que colaboram para o entendimento da qualidade do ar. Apresenta, também, o estudo da área de entorno das estações. A estrutura do relatório foi definida de modo a contemplar a reunião de informações consideradas essenciais para o atendimento das necessidades da gestão municipal.



# INTRODUÇÃO

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAC tem como principal missão promover a política ambiental da cidade do Rio de Janeiro por meio da implantação de ações referenciadas no conceito de desenvolvimento sustentável. Em outras palavras, visa à garantia do uso adequado dos recursos naturais e pleno funcionamento das funções urbanas.

Diante dessa perspectiva, um dos mais significativos avanços no que se refere ao conhecimento da qualidade do ar na cidade foi dado por ocasião do convênio firmado entre a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e a PETROBRAS que contemplou a criação do Programa MonitorAr-Rio em 2008. Os objetivos definidos para o programa foram monitorar a qualidade do ar na cidade, informar os resultados à população, conscientizar todos sobre a questão da poluição atmosférica, subsidiar ações e incentivar políticas públicas.

Dessa forma, o primeiro relatório da rede MonitorAr-Rio, como parte desse processo, tem como alvo central proporcionar a visão geral dos resultados das medições realizadas no período compreendido entre 2011 e 2012 e sua participação na situação global da qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro, por meio da apresentação de tendências iniciais do comportamento dos poluentes analisados.

O marco referencial adotado para o desenvolvimento do relatório foi contemplar a reunião de algumas informações consideradas essenciais ao entendimento da qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro e, em especial, alcançar todos aqueles que atuam no desenvolvimento de políticas que colaborem direta ou indiretamente para a redução das emissões de poluição atmosférica.

Para tanto, a estrutura do documento foi concebida não só para abordar os resultados quantitativos do monitoramento da qualidade do ar, mas também para introduzir informações e conceitos referentes aos diversos fatores que exercem influência no comportamento dos poluentes atmosféricos.

Assim, o capítulo 1 reflete essa intenção, ao apresentar os conceitos básicos acerca da poluição atmosférica e destacar dois aspectos considerados essenciais para o entendimento da questão da qualidade do ar. O primeiro deles ocupa-se da definição de critérios para o monitoramento e dos fatores físico-ambientais que poderão influir nos níveis de concentração de poluentes. Nessa abordagem, é apresentado ainda o processo de formação dos principais poluentes monitorados e seus efeitos sobre a saúde humana e o ambiente. O outro aspecto chave desse capítulo constitui-se num breve enfoque das normas legais que instituem padrões de concentração existentes na legislação brasileira. Por último, são comentadas as motivações que levaram à adoção do IQA – índice de qualidade do ar, para o processo de divulgação da qualidade do ar entre os diversos segmentos envolvidos.

A compreensão da qualidade ambiental no meio urbano como resultado da interação de aspectos ecológicos, econômicos, sociais e culturais conduz à necessidade de observação das características gerais da cidade do Rio de Janeiro e sua Região Metropolitana. A resposta a essa demanda foi, de forma sintética, objeto do capítulo 2. Inicialmente, a dimensão e o grau de importância dessas unidades territoriais são abordados pela dinâmica populacional baseada nos dados do Censo Demográfico de 2010 do

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados utilizados expressam as tendências de crescimento populacional, a participação percentual na população brasileira e a estrutura etária da população, que, em outros termos, demonstram que a população da cidade e da Região Metropolitana apresenta-se com ritmo lento de crescimento, tem expressiva participação percentual no total da população nacional e, claramente, já alcançou a ampliação da esperança de vida. Em seguida, são apresentadas as principais características do território, assim como a distribuição e principais pontos de concentração populacional sobre o mesmo. A dinâmica econômica é expressa pelo volume da participação da cidade e da Região Metropolitana no PIB nacional e pela notável concentração de atividades no setor de serviços da região, que assegura, na segunda década do novo milênio, a posição de segundo maior polo de riqueza do país. O último item apresenta sinteticamente as características dos estoques de recursos naturais contidos na cidade e a importância de ações para sua manutenção.

A abordagem das contribuições de emissões atmosféricas resultantes das atividades urbanas foi incorporada no terceiro bloco de informações do relatório. A aproximação da escala e do nível de importância do conjunto de fontes fixas existentes no Município do Rio de Janeiro e na Região Metropolitana é feita pela descrição do grande polo nacional de serviços e negócios instalado e pela identificação dos órgãos licenciadores dessas atividades. O perfil das fontes móveis é posteriormente construído por meio das caracte-

terísticas do sistema viário e da divisão modal de transportes coletivos, aspectos que ressaltam a opção pela matriz rodoviária dos transportes, estabelecida no decorrer do processo de evolução urbana da cidade do Rio de Janeiro. Em decorrência desse fato, julgou-se necessário visualizar as variações, ocorridas na última década, de alguns indicadores consagrados do setor de transportes: a dimensão da frota automobilística, a taxa de motorização e os combustíveis utilizados no âmbito da cidade. Para a ampliação do entendimento das contribuições por fontes móveis na cidade foram também apresentados no capítulo o movimento de navios e aeronaves e a estimativa de contribuições provenientes de veículos automotores que circulam nas principais vias estruturais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, realizada pela então Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA, em 2004.

A concentração dos poluentes no ar pode sofrer influência tanto dos mecanismos de dispersão como de sua produção e remoção. De modo geral, a própria atmosfera dispersa o poluente, misturando-o eficientemente num grande volume de ar. Em paralelo aos processos físicos, ocorrem diversas reações químicas, permitindo que os poluentes primários emitidos reajam para formar poluentes secundários. A meteorologia, em conjunto com os fenômenos químicos, responde pela concentração de um determinado poluente no ar (1). A partir dessas considerações, a caracterização meteorológica, no período de abrangência do relatório, foi exposta no capítulo 4 e desenvolvida por meio da comparação

dos dados dos sensores meteorológicos instalados nas estações com os valores das médias para os parâmetros meteorológicos contidos nas **normais climatológicas** do período compreendido entre 1961-1990. As análises de temperatura, precipitação, ventos, radiação solar e umidade relativa demonstram as condições meteorológicas em que foram realizadas as medições.

O capítulo 5 é voltado exclusivamente para a descrição da rede composta pelas oito estações fixas automáticas localizadas em diferentes bairros da cidade. Dessa forma, contém o histórico com as motivações e possibilidades que nortearam sua implantação. Aborda os ganhos recentes proporcionados pelo convênio com a PETROBRAS, tais como as características de funcionamento da atual rede, as atividades de educação ambiental, a participação no Centro de Operações do Rio (COR-Rio) e a ampliação da rede em direção à Zona Oeste da cidade. Integra ainda o capítulo 5 a descrição das áreas de estudo do entorno, dos processos que interferem na qualidade do ar nos vários pontos monitorados, contendo um conjunto de dados disponíveis nos acervos técnicos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – relevo e cobertura vegetal, uso do solo, microinventário de fontes de emissões, caracterização meteorológica, áreas protegidas, bens tombados e unidades de conservação existentes na área, aspectos demográficos e a classificação das vias estruturais que cortam a área de estudo do entorno.

Os resultados das medições realizadas pela rede MonitorAr-Rio são contemplados no capítulo 6.

A apresentação dos dados foi organizada com o fim de proporcionar a visualização geral da qualidade do ar em cada uma das estações e por isso agrupa o comportamento de todos os poluentes medidos para cada uma delas. Dessa forma, os gráficos com o comportamento diário, sazonal e anual das medições de monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e material particulado (MP<sub>10</sub>) são apresentados de acordo com os níveis de agregação definidos pela Resolução CONAMA e com as análises de tendências de comportamento dos parâmetros no período 2011-2012. Destaca-se, ainda, nesse capítulo relatos de eventos ocorridos no período e sua influência direta na alteração do comportamento dos poluentes como o desabamento do Edifício Liberdade, no Centro, períodos de chuva e períodos de forte insolação.

A observação do comportamento dessas medições permitiu enunciar as considerações gerais sobre a cidade, que encerram o relatório.

Pretendeu-se por meio dessa estrutura criar um material compreensível para os diversos segmentos envolvidos na gestão municipal e no processo de manutenção da qualidade ambiental na cidade do Rio de Janeiro.

(1) MARTINS et al., 2000.



# POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

## 1.1. Conceitos básicos

O ato de monitorar poluentes atmosféricos pode ser entendido como um processo de amostragem e análise contínua de contaminantes presentes no ar. Neste contexto, torna-se importante definir os locais, assim como considerar o período temporal no qual se insere o monitoramento.

Os métodos de coleta e leitura da concentração de contaminantes presentes no ar levam em consideração a finalidade das análises e os recursos disponíveis para efetuá-las. Dentre as diferentes classes de monitoramento, destacam-se a **amostragem ativa**, a **amostragem automática** e a **amostragem passiva** <sup>(2)</sup>.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA define poluição atmosférica como o resultado das alterações das características físicas, químicas e biológicas normais da atmosfera que causam danos aos seres humanos, à fauna, à flora e aos materiais que constituem o meio ambiente.

A atmosfera é considerada poluída quando há ultrapassagem das quantidades consideradas adequadas de algumas substâncias presentes em seu meio. Desse modo, sob o aspecto legal, os limites máximos para determinados componentes químicos em suspensão no ar são denominados padrões de qualidade do ar, que, por sua vez, são definidos a partir de estudos científicos acerca dos efeitos que possam produzir na saúde da população.

Os poluentes atmosféricos podem se apresentar na forma de matéria sólida, líquida ou gasosa. Podem ainda ser classificados por sua origem – poluentes primários, quando emitidos diretamente pelas fontes de emissão, ou secundários, quando formados na atmosfera por reações químicas ou fotoquímicas; e por sua classe química – poluentes orgânicos e poluentes inorgânicos.

O nível de poluição do ar em um determinado local é avaliado pela quantificação dos **poluentes atmosféricos** num intervalo de tempo.

A medição do que se denomina “concentração de um poluente”, ou seja, sua quantidade presente no ar, é feita com base em definições da legislação quanto aos **padrões primários** e **padrões secundários** de qualidade do ar. O padrão primário refere-se aos limites para concentração de poluentes que, se ultrapassados, poderão afetar a saúde da população. Os secundários, por sua vez, apontam os níveis ideais de concentração de poluentes para a garantia do mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. E, como se refere a um nível desejável, constitui uma meta a ser alcançada como resultado de políticas de longo prazo. Os padrões de qualidade do ar no Brasil são definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA por meio da Resolução n.º 03 de 28 de junho de 1990 (Quadro 1).

<sup>(2)</sup> ALVAREZ et al., 2002 e CRUZ e CAMPOS, 2008.



## 1.2. Principais poluentes atmosféricos

**Quadro 1** Padrões nacionais de qualidade do ar para alguns poluentes.

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Padrão Secundário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Monóxido de carbono	1 hora (1)	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)
	8 horas (1)	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)
Dióxido de enxofre	24 horas (1)	365	100
	MAA (2)	80	40
Dióxido de nitrogênio	1 hora (1)	320	190
	MAA (2)	100	100
Partículas inaláveis	24 horas (1)	150	150
	MAA (2)	50	50
Ozônio	1 hora (1)	160	160

Fonte: CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente – Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>> Acesso em 22.08.2012.

(1) Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano. (2) Média aritmética anual.

A qualidade do ar observada em um determinado local é resultado de um conjunto de fatores que inclui as características meteorológicas e topográficas, o tipo de ocupação do solo e a distribuição das fontes emissoras de poluentes.

Os eventos meteorológicos, em especial, exercem influência direta sobre a qualidade do ar, por serem os responsáveis pela orientação e pela dispersão de poluentes, assim como por sua deposição no solo, podendo promover reações químicas.

O conhecimento da intensidade, distribuição e natureza das atividades urbanas que geram impactos na atmosfera é um fator determinante a ser incluído nos processos de acompanhamento da qualidade do ar num determinado local. Por esse motivo, o inventário de emissões de fontes de poluentes é um instrumento imprescindível para a compreensão da situação.

Os poluentes atmosféricos podem ser originados em fontes fixas ou móveis. Denomina-se fonte fixa qualquer instalação, equipamento ou processo, situado em local fixo, que libere ou emita poluentes para a atmosfera e que permita uma avaliação individual. As indústrias são as fontes fixas mais significativas ou de maior potencial poluidor. Existem ainda as fontes fixas naturais, como o mar e os vulcões, que também podem influenciar a qualidade do ar.

Os veículos automotores, juntamente com os trens, aviões e embarcações marítimas, são as chamadas fontes móveis de poluentes atmosféricos. Os veículos automotores, normalmente, se destacam nas cidades como as principais fontes poluidoras.

O monitoramento da qualidade do ar, por questões práticas, é realizado por meio de um número de poluentes selecionados de acordo com a frequência com que são observados e os efeitos sobre a saúde da população e o equilíbrio do meio ambiente.

Os poluentes usualmente selecionados para monitoramento da qualidade do ar são: monóxido de carbono – CO, dióxido de enxofre – SO<sub>2</sub>, dióxido de nitrogênio – NO<sub>2</sub>, ozônio – O<sub>3</sub> e material particulado – MP<sub>10</sub>. O Programa MonitorAr-Rio segue as prescrições da Resolução n.º 03 de 28 de junho de 1990. Além disso, monitora também outros três poluentes: monóxido de nitrogênio – NO e hidrocarbonetos – HC, por serem ambos precursores do ozônio, e o material particulado – MP<sub>2,5</sub>, por ser considerado em padrões nacionais de diversos países e por já terem sido comprovados cientificamente seus efeitos sobre a saúde.

### MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

O monóxido de carbono resulta da combustão incompleta de materiais ricos em carbono. Seu nível de concentração nas grandes áreas urbanas está fortemente relacionado ao volume de tráfego. Contudo, os processos industriais, as queimadas agrícolas e os incêndios florestais também constituem importantes fontes de emissão desse poluente.

O monóxido de carbono pode ser considerado como antimetabólico do oxigênio; assim sendo, quando aspirado ao nível do alvéolo pulmonar, combina-se irreversivelmente com a hemoglobina para formar a carboxiemoglobina, resultando na redução da capacidade de transporte de oxigênio do sangue. Desse modo, pessoas sujeitas a altas concentrações de monóxido de carbono podem apresentar debilidade de percepção, dor de cabeça, sonolência, náusea e ataque cardíaco.

### DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO<sub>2</sub>)

O enxofre representa uma das principais impurezas existentes na gasolina, no óleo diesel e no carvão mineral. A queima desses combustíveis produz dióxido de enxofre, um óxido ácido irritante e tóxico para os seres humanos.

Uma vez lançado na atmosfera, o dióxido de enxofre sofre oxidação e forma o ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). Este, ao entrar em contato com a umidade atmosférica, gera o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que contribui consideravelmente para a **chuva ácida**.

A inalação do dióxido de enxofre, mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos brônquios pulmonares. Em concentrações maiores,



causa aumento de secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório, responsável pela remoção do muco e de partículas estranhas.

No meio ambiente, o dióxido de enxofre causa redução da visibilidade e, por ser o principal contribuinte para o fenômeno da chuva ácida, pode causar danos aos materiais, à vegetação, ao solo e à vida aquática em lagos.

### ÓXIDOS DE NITROGÊNIO (NO<sub>x</sub>)

O óxido nítrico (NO) é produzido em qualquer processo de combustão. Esse gás é introduzido na atmosfera pelo acionamento de equipamentos como motores de combustão interna, fornos, caldeiras, estufas, incineradores e indústrias químicas.

Os óxidos de nitrogênio são extremamente reativos. O óxido nítrico na presença de oxigênio, ozônio e hidrocarbonetos se transforma em dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>). Por sua vez, o dióxido de nitrogênio, na presença de luz do sol, reage com hidrocarbonetos e oxigênio, formando ozônio. O dióxido de nitrogênio é, portanto, um dos principais precursores do ozônio na troposfera.

O dióxido de nitrogênio apresenta alta toxicidade, cor marrom-avermelhada, possui cheiro e gosto desagradáveis e é muito irritante aos olhos e às mucosas nasais, podendo provocar enfisema pulmonar ou ainda transformar-se em substâncias cancerígenas no pulmão. Esse poluente pode ser associado ao aumento da susceptibilidade às infecções respiratórias e aos demais problemas respiratórios em geral. Reage com a água presente no ar, formando outro importante componente da chuva ácida, o ácido nítrico.

### OZÔNIO (O<sub>3</sub>)

O ozônio é um gás que, em condições naturais, está presente nas camadas superiores da atmosfera, onde exerce a importante função ecológica de absorção das radiações ultravioleta do sol e consequente redução de seus efeitos na superfície da Terra. Por outro lado, na camada mais baixa da atmosfera, a troposfera, mesmo em concentrações relativamente pequenas, o ozônio exerce ação nociva sobre materiais, vegetais, animais e sobre o homem.

O denominado ozônio troposférico é um gás poluente secundário formado por meio de diferentes mecanismos de reações fotoquímicas entre poluentes primários, principalmente os óxidos de nitrogênio e os **hidrocarbonetos**.

Os óxidos de nitrogênio e os compostos orgânicos voláteis combinam-se quimicamente com o oxigênio para formar o ozônio durante dias ensolarados e de altas temperaturas, devido à alta incidência de radiação solar. Geralmente, a formação de elevadas concentrações de ozônio ocorre à tarde. Durante a noite, entretanto, verifica-se expressiva redução.

O ozônio troposférico é um dos poluentes que mais contribuem para degradação da qualidade do ar nos grandes centros urbanos. O efeito mais drástico sobre a saúde humana ocorre no trato respiratório, e a extensão dos efeitos depende da concentração e da duração da exposição.

No ambiente, o ozônio contribui para a diminuição da visibilidade, reduz a eficiência da fotossíntese e danifica tintas, tecidos e borrachas.

### MATERIAL PARTICULADO (PARTÍCULAS INALÁVEIS)

O material particulado é composto de partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, fumaça, fuligem e outras, com dimensões menores que 10 micrômetros <sup>(3)</sup>. Os tamanhos são variados, mas diminutos o bastante para permanecerem em suspensão na atmosfera.

Os poluentes particulados podem ser classificados de acordo com suas propriedades físicas:

- As pequenas partículas sólidas denominadas poeiras são resultantes da desintegração mecânica de substâncias orgânicas ou inorgânicas, seja pelo simples manuseio ou em consequência de operações de britagem, moagem, peneiramento, fundição ou demolição. Não apresentam tendência para se dispersarem, ao contrário, tendem à sedimentação por gravidade;
- A fumaça é composta por partículas sólidas finas de carbono e outros materiais resultantes da combustão incompleta de matéria orgânica;
- O fumo é constituído por partículas sólidas finas resultantes da condensação de vapores de metais fundidos e outros materiais ordinariamente sólidos. Apresentam tendência à formação de pequenos flocos no ar;
- As cinzas são partículas sólidas finas e não combustíveis resultantes da combustão do carvão. Apresentam composição mineral ou metálica;
- As névoas e os sprays são os aerossóis formados por gotículas de líquidos resultantes da condensação de vapores sobre certos núcleos ou da dispersão mecânica de líquidos.

As principais fontes antropogênicas de material particulado são a combustão – na geração de vapor, uso veicular, aquecimento doméstico; os processos industriais – principalmente as indústrias de cimento – e os processos metalúrgicos. Contribuem também com emissões o desgaste de pneus e freios dos veículos em geral e as queimadas na agricultura e as atividades de mineração.

A saúde humana pode ser comprometida pelo material particulado de várias formas, pois o grau de penetração das partículas no trato respiratório superior depende de seu tamanho e de sua velocidade de penetração. O material particulado pode ser classificado como: partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (MP<sub>10</sub>). As partículas totais em suspensão (PTS) podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 50 micrômetros. Uma parte dessas partículas é inalável e pode causar problemas à saúde, outra parte pode afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade. Também de forma simplificada, as partículas inaláveis podem ser definidas como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 micrômetros. As partículas inaláveis podem ainda ser classificadas como partículas finas (MP<sub>2,5</sub>), quando menores que 2,5 micrômetros, e partículas grossas, quando têm entre 2,5 e 10 micrômetros de diâmetro <sup>(4)</sup>. As partículas com dimensões superiores a 2,5 micrômetros de diâmetro são facilmente filtradas pelo organismo e retidas na parte superior do sistema respiratório e, por isso, não causam grandes problemas à saúde da população. Entretanto, o mesmo não ocorre com o material mais fino, composto de partículas menores que 2,5 micrômetros, que podem atingir o pulmão e chegar aos alvéolos pulmonares e, então, serem

<sup>(3)</sup> Unidade do Sistema Internacional – SI, definida como um milionésimo de metro (1 × 10<sup>-6</sup> m)(INMETRO, 2012).

<sup>(4)</sup> CETESB, 2012.





distribuídas rapidamente para células e tecidos do corpo humano.

Os efeitos sobre o organismo humano são logo evidenciados na alteração da capacidade do sistema respiratório de remover as partículas do ar inalado, causando infecções, como as faringites, rinites e bronquites.

O material particulado fino é, em geral, constituído de sulfatos, amônia, carbono elementar, certos metais de transição, compostos orgânicos não voláteis e ácido nítrico. O material particulado grosso é geralmente composto por óxido de silício, óxido de alumínio, óxido de cálcio e de magnésio, óxido de ferro e partículas orgânicas biogênicas como pólen e esporos dos vegetais.

O material particulado causa, ainda, danos ao meio ambiente natural e aos materiais do ambiente construído. Provoca redução da visibilidade e corrosão de metais, descolore e mancha construções, roupas, tecidos e tintas. Contribui também com a deposição ácida, danificando a vegetação, o solo e a vida aquática em lagos.

### HIDROCARBONETOS (HC)

Os hidrocarbonetos são substâncias químicas compostas exclusivamente de carbono e hidrogênio. Entre os mais poluentes e reativos da atmosfera estão aqueles emitidos por evaporação em tanques ou nos escapes de veículos automotores.

Não há padrão de concentração definido pela legislação brasileira para os hidrocarbonetos. Seu acompanhamento no ambiente urbano, entretanto, é importante para melhor compreensão do processo de formação do ozônio.

## 1.3. Resultados do monitoramento e Índice de Qualidade do Ar

O exame periódico da qualidade do ar, ou seja, seu monitoramento, proporciona um conjunto de dados essencial à orientação das políticas públicas de controle e substituição de tecnologias utilizadas nas atividades antrópicas. Aponta, também, a necessidade de introdução de novos processos menos poluentes.

Entretanto, a expressiva diferença entre os padrões de comportamento e os limites legais de concentração entre os principais poluentes cria a necessidade de meios simplificados para divulgação da informação, que possibilitem orientar decisões tendo em vista o bem-estar da população.

Para resposta a essa demanda, o Índice de Qualidade do Ar – IQA é o **indicador sintético** utilizado para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar entre os diversos segmentos envolvidos, sejam esses a população, gestores públicos, representantes do setor privado, ONGs e outros.

No caso do Programa MonitorAr-Rio, optou-se por seguir o padrão de cálculo de IQA já utilizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB desde a década de 1980, e que foi baseado em experiências do Canadá e EUA.

A estrutura de IQA adotada possibilita a comparação com os limites legais de concentração para monóxido de carbono – CO, dióxido de enxofre – SO<sub>2</sub>, dióxido de nitrogênio – NO<sub>2</sub>, ozônio – O<sub>3</sub> e material particulado – MP<sub>10</sub> monitorados pelas estações da rede de monito-

ramento. A divulgação é feita por meio de boletins diários para cada estação monitorada.

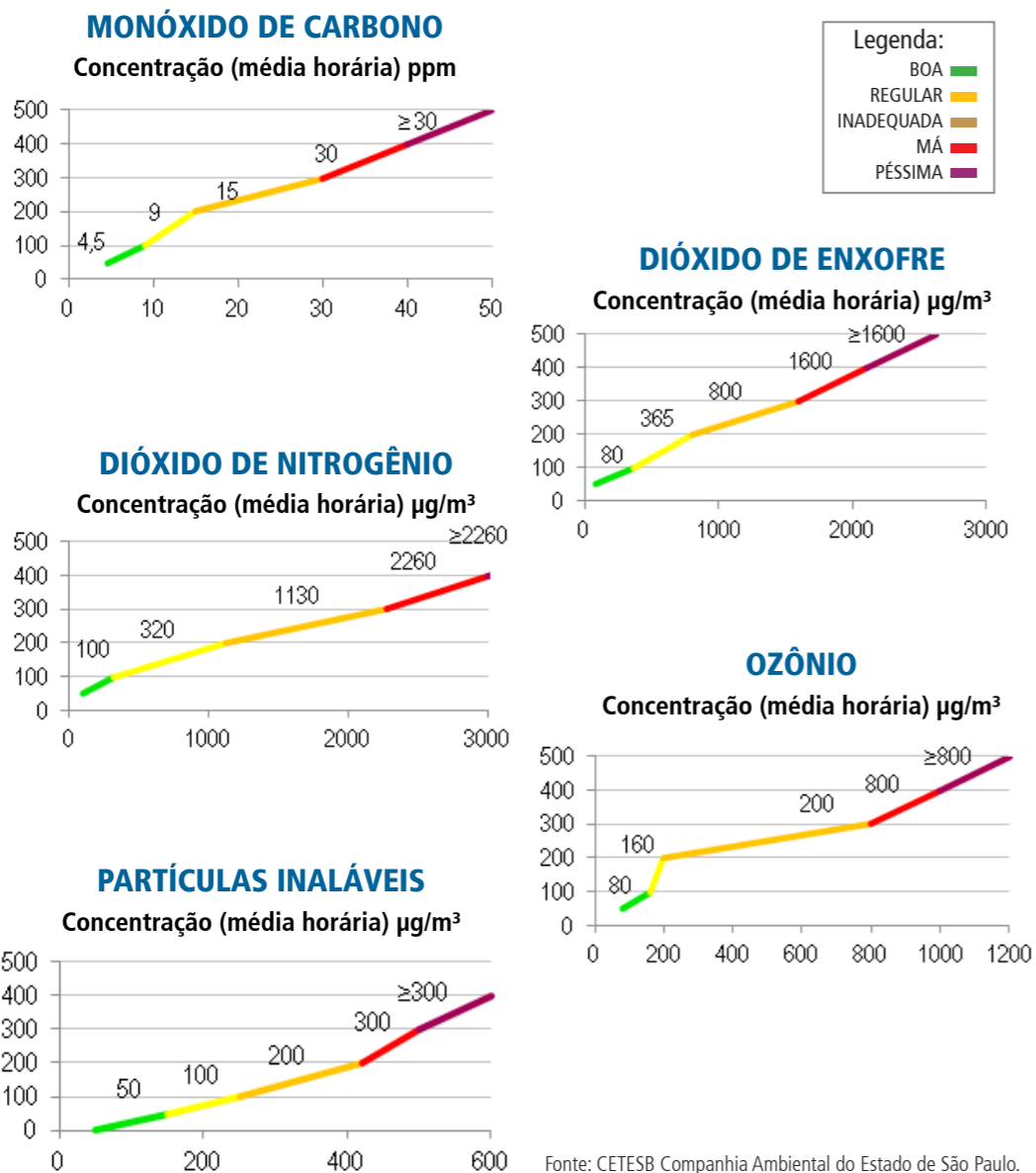
O cálculo do IQA é feito por uma função linear segmentada, em que os pontos de inflexão são os padrões nacionais e os critérios para episódios agudos <sup>(5)</sup> estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 03 de 28 de junho de 1990 (Gráfico 1). Como os valores e unidades de medição apresentam diferenças, cada um deles é relacionado a um valor índice definido por uma escala de intervalos relacionados aos níveis de qualidade do ar (Quadro 2). Os intervalos utilizados consideram a categorização da Resolução CONAMA 03/90, associada aos efeitos sobre a saúde da população (Quadro 3). Para efeito de divulgação utiliza-se o índice mais elevado, observando o conjunto de poluentes monitorados em um dado local no período de 24 horas.



<sup>(5)</sup> Não se aplica ao ozônio para limite inferior da classificação não adequada, cujo valor utilizado é o preconizado pela CETESB.



**Gráfico 1** Relação entre concentração de poluente e índice de qualidade do ar – IQA.



Fonte: CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

**Quadro 2** Faixas de classificação das medições de concentração dos poluentes para cálculo do Índice de Qualidade do Ar – IQA.

QUALIDADE	Índice	CO (ppm)	SO <sub>2</sub> (µg/m³)	NO <sub>2</sub> (µg/m³)	O <sub>3</sub> (µg/m³)	MP <sub>10</sub> (µg/m³)
BOA	0 - 50	0 ≤ e < 4,5	0 ≤ e < 80	0 ≤ e < 100	0 ≤ e < 80	0 ≤ e < 50
REGULAR	51 - 100	4,5 ≤ e < 9	80 ≤ e < 365	100 ≤ e < 320	80 ≤ e < 160	50 ≤ e < 150
INADEQUADA	101 - 199	9 ≤ e < 15	365 ≤ e < 800	320 ≤ e < 1130	160 ≤ e < 200	150 ≤ e < 250
MÁ	200 - 299	15 ≤ e < 30	800 ≤ e < 1600	1130 ≤ e < 2260	200 ≤ e < 800	250 ≤ e < 420
PÉSSIMA	>299	>30	>1600	>2260	>800	>420

Fonte: CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informações-básicas/22>. Acesso em: 22-08-2012.

**Quadro 3** Faixas de classificação do IQA e efeitos sobre a saúde.

QUALIDADE	Índice	Significado
BOA	0 - 50	Praticamente não há riscos à saúde.
REGULAR	51 - 100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
INADEQUADA	101 - 199	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais prejudiciais à saúde.
MÁ	200 - 299	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais prejudiciais à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
PÉSSIMA	≥ 300	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informações-básicas/22>. Acesso em: 22-08-2012.



# 2



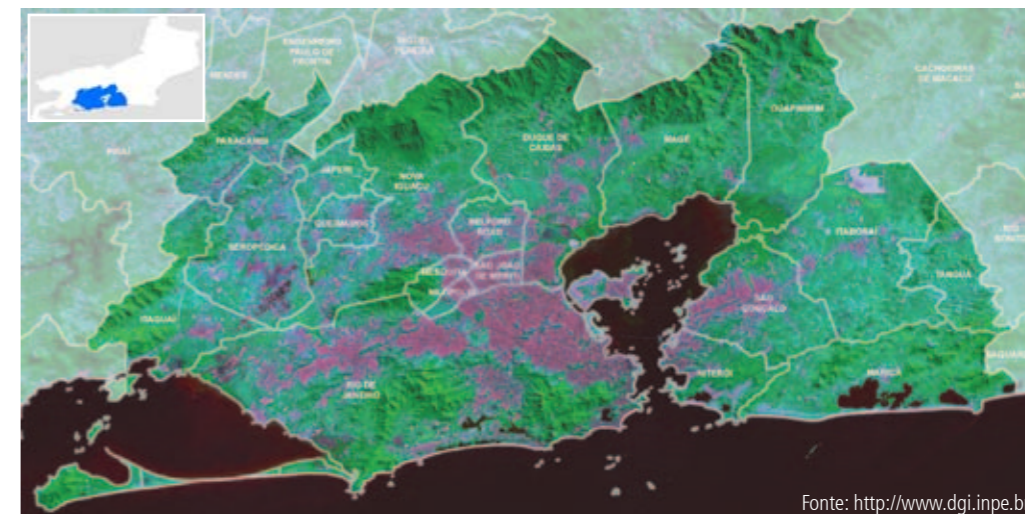
## CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE E DA REGIÃO METROPOLITANA

A estrutura urbana inicial da cidade do Rio de Janeiro data do século XVI, período de sua fundação como núcleo fortificado para defesa da Baía de Guanabara. Posteriormente, a cidade desempenhou as funções de porto exportador e capital do país, que lhe atribuíram grande destaque nacional e internacional até meados do século XX. Apesar da perda do posto de capital em 1960, e do enfraquecimento da atividade portuária a partir da década de 1970, a cidade do Rio de Janeiro se mantém como importante polo turístico, cultural e comercial, onde, em 2010, residiam 6,3 milhões de habitantes. A sustentação do destaque como centro urbano pode ainda ser comprovada pelo fato de ser a cidade o núcleo da segunda maior região metropolitana do país. A Região Metropolitana do Rio de Janeiro atualmente agrega 19 municí-

pios <sup>(6)</sup> e 11,8 milhões de habitantes (Figura 1). Esse contingente impõe a característica de forte concentração populacional e corresponde a 74,2% do total do estado do Rio de Janeiro. Ao final da primeira década do século XXI, a região apresentou o segundo maior PIB do país, cerca de 266 bilhões de reais. E, conseqüentemente, um grande volume de atividades, fluxos e oferta de bens e serviços, dentre os quais se destacou o crescimento dos chamados serviços avançados, característicos da **nova economia** <sup>(7)</sup>.

A complexidade desse contexto, como em qualquer metrópole contemporânea, torna imprescindível a observação de aspectos da dinâmica urbana e de suas implicações no ambiente. E, com especial atenção nesse relatório, da qualidade do ar.

**Figura 1** Municípios da Região Metropolitana e localização no Estado do Rio de Janeiro (2011)



Fonte: <http://www.dgi.inpe.br/>

<sup>(6)</sup> Municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Niterói, Maricá, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, São João de Meriti, Nova Iguaçu, Mesquita, Japeri, Queimados, Seropédica, Itaguaí, Nilópolis e Paracambi (FUNDAÇÃO CEPEDERJ, 2011).

<sup>(7)</sup> QUAH, 1999.



## 2.1. Dinâmica populacional

Apesar do dinamismo urbano ainda presente, a Região Metropolitana de Rio de Janeiro não apresentou um alto grau de atratividade populacional na última década. Os dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE demonstram que nesse período o ritmo de crescimento demográfico foi lento, com a marca de 0,86% ao ano. Esse valor definiu a menor **taxa média geométrica de crescimento populacional** dentre as grandes metrópoles brasileiras (Tabela 1).

A cidade do Rio de Janeiro apresentou no mesmo período tendência de crescimento semelhante à Região Metropolitana, pois, apesar do ligeiro aumento ocorrido, a taxa média geométrica anual foi de 0,76% ao ano. Ainda assim, é a segunda cidade mais populosa do Brasil, o que significa abrigar em seu território a expressiva parcela de 3,3% da população nacional (Tabela 2).

O pequeno incremento dos valores a partir da década de 1980 pode ser atribuído à ampliação da **esperança de vida**. O envelhecimento populacional, um importante avanço demográfico, é resultado positivo das políticas públicas de saúde e qualidade de vida, e pode ser constatado pelos dados dos censos demográficos.

A estrutura etária da população da cidade indica o aumento da participação percentual dos segmentos populacionais dos adultos (25 a 59 anos) e dos idosos (60 anos ou mais) em relação ao ano de 2000. Esses segmentos juntos, no início da década, somavam 59,94% do total. Em 2010, alcançaram 65,20% na composição da população (Tabela 3).

**Tabela 1 População 2010 e taxa média geométrica de crescimento anual das cinco principais regiões metropolitanas do Brasil [2000-2010]**

Região Metropolitana	População (hab.)	Taxa geométrica anual de crescimento (%/aa)
São Paulo (RMSP)	19.683.975	0,97
Rio de Janeiro (RMRJ)	11.835.708	0,86
Belo Horizonte (RMBH)	5.414.701	1,10
Porto Alegre (RMPA)	3.958.985	1,34
Recife (RMR)	3.690.547	1,00

Fonte: Censo Demográfico 2010.

**Tabela 2 População residente total e percentual – Brasil, Estado do Rio de Janeiro e Município do Rio de Janeiro [2010]**

Brasil / Estado / Município	População	
	Total(hab.)	%
Brasil	190.732.694	100
Estado do Rio de Janeiro	15.993.583	8,4
Município do Rio de Janeiro	6.320.446	3,3

Fonte: Censo Demográfico 2010.

**Tabela 3 Estrutura etária da população – Município do Rio de Janeiro [2000-2010]**

Segmento etário (anos)	População			
	2000		2010	
	Total (hab.)	%	Total (hab.)	%
Total	5 857 904	100	6.320.446	100
0 a 14	1.323.582	22,59	1.226.358	19,4
15 a 24	1.022.824	17,46	972.857	15,39
25 a 59	2.759.861	47,11	3.180.380	50,32
60 anos e mais	751.637	12,83	940.51	14,89

Fonte: Censo Demográfico 2010.

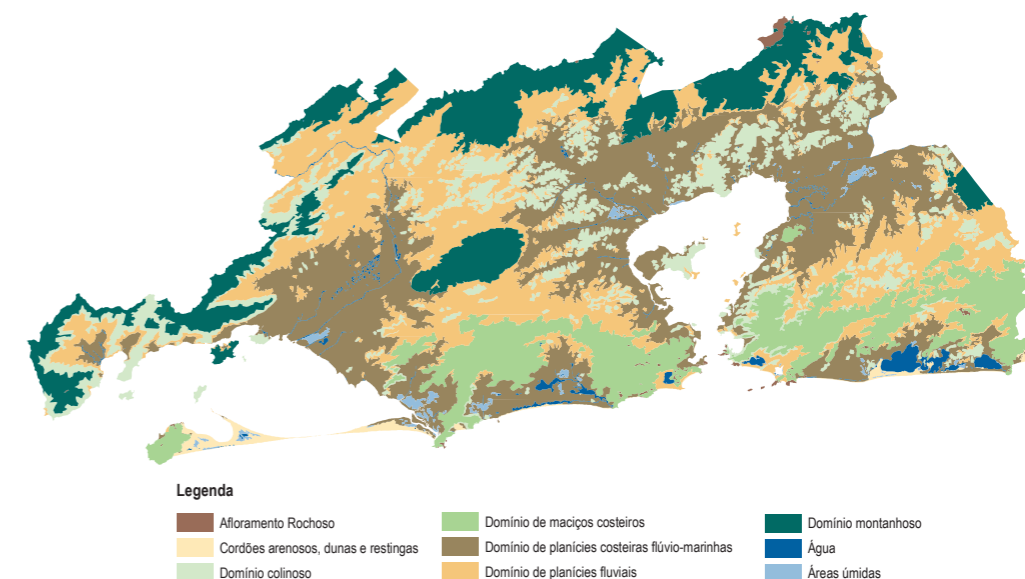
## 2.2. Território e densidade populacional

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro abrange um total de 4.930 km². Foi consolidada num sítio caracterizado por apresentar os domínios topográficos de montanha e baixada. Ao norte, a Serra do Mar limita a Bacia da Baía de Guanabara e alcança altitudes de até 2.000 metros. Ao sul, o terreno é formado pelas áreas de baixadas que não ultrapassam altitudes de 100 metros (Figura 2).

A porção que cabe ao Município do Rio de Janeiro contempla o território de 1.224 km², onde desprendimentos da Serra do Mar formam

a cadeia de maciços montanhosos que definem o marcante perfil natural da cidade. Os maciços da Tijuca e Pedra Branca formam uma barreira física entre a orla marítima e o norte do território municipal e, assim, criam as referências de limites, embora não oficiais, para as zonas Norte e Sul, enquanto a proximidade dos maciços da Pedra Branca e Gericinó definem a Zona Oeste e a Baixada de Jacarepaguá. As zonas Norte, Sul, Oeste e a Baixada de Jacarepaguá, embora não constituam regiões com limites formalmente definidos, são as referências de compartimentação tradicionalmente utilizadas pela população carioca (Figura 3).

**Figura 2 Domínios geomorfológicos Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2010.**

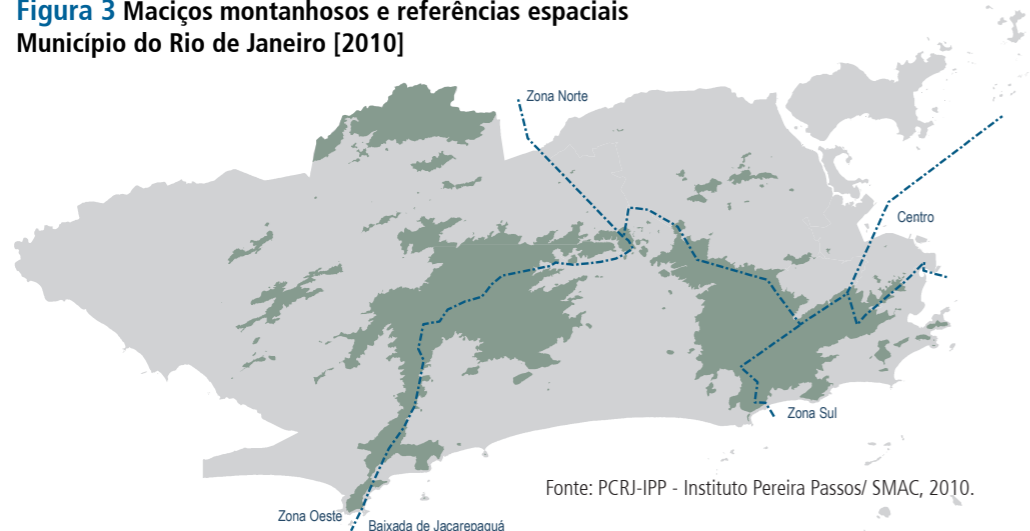


Fonte: Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro, 2011.





**Figura 3** Maciços montanhosos e referências espaciais Município do Rio de Janeiro [2010]



A **densidade demográfica** média da cidade em 2010 é de 5.163,8 hab./km<sup>2</sup>, aproximadamente o dobro da ocorrência na Região Metropolitana e bastante superior à do Estado do Rio de Janeiro e do Brasil (Tabela 4).

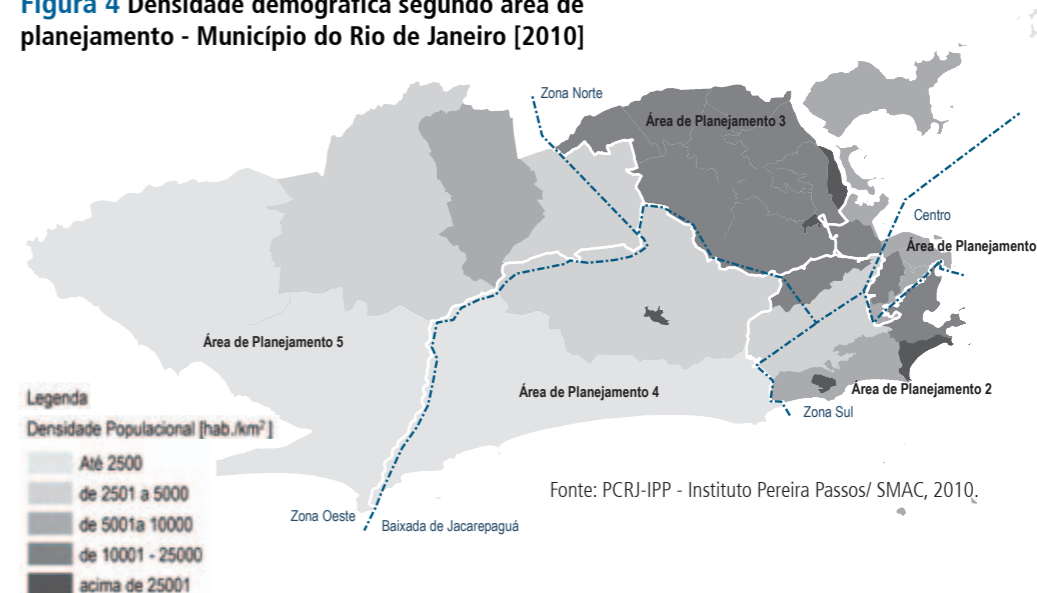
**Tabela 4** População, área territorial e densidade demográfica segundo esfera governamental [2010]

Abrangência geográfica	População		Área (km <sup>2</sup> )	Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )
	Total (hab.)	%		
Brasil	190.732.694	100	8.514.877	22,4
Estado do Rio de Janeiro	15.993.583	8,4	43.696	366,0
Região Metropolitana do Rio de Janeiro	11.835.708	6,2	4.930	2.400,8
Município do Rio de Janeiro	6.320.446	3,3	1.224(1)	5.163,8

Fonte: Censo Demográfico 2010/ Instituto Pereira Passos.

(1) De acordo com a Resolução nº 5 de 10 de outubro de 2002, do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a área territorial do Município do Rio de Janeiro é de 1.182,296 km<sup>2</sup>. O Instituto Pereira Passos – IPP, da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, calculou uma área territorial de 1.224,54 km<sup>2</sup> para o município e também as parciais dos bairros, regiões administrativas e áreas de planejamento, segundo as delimitações descritas no Decreto nº 5.280 de 23/08/85 e suas posteriores alterações. A metodologia adotada inclui os acidentes hidrográficos (lagoas, rios, etc.), as ilhas oceânicas e as da Baía de Guanabara, utilizando como referência a base cartográfica na escala 1:10.000 gerada a partir de uma restituição aerofotogramétrica realizada em 1999. A diferença entre a área territorial do município calculada pelo IPP e a do IBGE ocorre devido à adoção de distintas metodologias e base cartográfica em seus cálculos.

**Figura 4** Densidade demográfica segundo área de planejamento - Município do Rio de Janeiro [2010]



A **divisão administrativa** do território municipal contempla cinco **áreas de planejamento**, 33 regiões administrativas e 161 bairros. Por essas unidades, utilizadas para a gestão municipal, a população se distribui de forma bastante diversa (Figura 4).

A avaliação dos dados do Censo de 2010 mostra que a maior concentração populacional ocorre na Área de Planejamento 3, aproximadamente a Zona Norte, onde foi contabilizado o expressivo total de mais de dois milhões de pessoas residentes. Esse contingente corresponde a 37,9% da população e resulta na maior densidade demográfica da cidade, 11.787,1 hab./km<sup>2</sup>.

A Área de Planejamento 5, referente à Zona Oeste, aparece em segundo lugar no total de moradores, com 1,7 milhões de habitantes, correspondente a 27% do total. Entretanto, por reservar ainda grandes áreas sem ocupação, apresenta a menor densidade da cidade, 2.877,5 hab./km<sup>2</sup>.

A fração de 16% da população residente na Área de Planejamento 2, composta pela Zona Sul e o conjunto de bairros no entorno da Tijuca, embora represente menos da metade da população residente na Área de Planejamento 3, também concentra mais de um milhão de habitantes. Essa área, em sua maior parte junto à orla, a de maior valorização do solo urbano, apresenta a segunda maior densidade demográfica da cidade, 10.048,1 hab./km<sup>2</sup>.

Apesar de também ser área de expansão de destaque na cidade, a Área de Planejamento 4, que abrange a Baixada de Jacarepaguá, conta com 14,4% da população e abriga em torno de 900 mil moradores. Sua densidade populacional é de 3.097,4 hab./km<sup>2</sup>.

E, por fim, a Área de Planejamento 1, a região que abriga a área central de negócios, caracteriza-se pelo baixo número de moradores, cerca de 297 mil, o que representa apenas a parcela de 4,7% da população, embora alcance a densidade de 8.663,3 hab./km<sup>2</sup> (Tabela 5).



## 2.3. Dinâmica econômica

**Tabela 5** População, área territorial e densidade demográfica segundo as áreas de planejamento – Município do Rio de Janeiro [2010]

Abrangência administrativa	População		Área (km <sup>2</sup> )	Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )
	Total (hab.)	%		
Município do Rio de Janeiro	6.320.446	100	1224(1)	5 163,8
Área de Planejamento 1	297.976	4,7	34	8.663,3
Área de Planejamento 2	1.009.170	16,0	100	10.048,1
Área de Planejamento 3	2.398.572	37,9	203	11.787,1
Área de Planejamento 4	909.955	14,4	294	3.097,4
Área de Planejamento 5	1.704.773	27,0	592	2.877,5

Fonte: Censo Demográfico 2010 / Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos – cálculos de densidade demográfica por área de planejamento.

(1) De acordo com a Resolução nº 5 de 10 de outubro de 2002, do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a área territorial do Município do Rio de Janeiro é de 1.182,296 km<sup>2</sup>. O Instituto Pereira Passos – IPP, da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, calculou uma área territorial de 1.224,54 km<sup>2</sup> para o município e também as parciais dos bairros, regiões administrativas e áreas de planejamento, segundo as delimitações descritas no Decreto nº 5.280 de 23/08/85 e suas posteriores alterações. A metodologia adotada inclui os acidentes hidrográficos (lagoas, rios, etc.), as ilhas oceânicas e as da Baía de Guanabara, utilizando como referência a base cartográfica na escala 1:10.000 gerada a partir de uma restituição aerofotogramétrica realizada em 1999. A diferença entre a área territorial do município calculada pelo IPP e a do IBGE, ocorre devido à adoção de distintas metodologias e base cartográfica em seus cálculos.

O dinamismo da economia da Região Metropolitana fluminense, segundo maior polo de riqueza do país, pode ser avaliado por sua participação no PIB nacional, que representa 8,2% do total dos bens e serviços produzidos no Brasil (Tabela 6).

A cidade do Rio de Janeiro acompanha esse comportamento. Segundo pesquisa do IBGE, o PIB municipal – **Produto Interno Bruto** dos Municípios 2004-2008 – constitui outro aspecto de destaque da cidade, por ser o segundo maior do país. O PIB carioca representou, em 2008, a riqueza de aproximadamente 219 bilhões de reais. Ou seja, grande parte do total da Região Metropolitana é atribuída à produção da cidade e equivale a 5,4% do total nacional (Tabela 7).

A atividade econômica preponderante no Município do Rio de Janeiro e sua Região Metropolitana é a do setor de serviços, responsável por mais de 80% da produção, conforme comprova a participação das atividades econômicas neles instaladas no **valor adicionado bruto** ao PIB estadual (Tabela 8).

**Tabela 6** Produto Interno Bruto total e participação percentual [Brasil] e seis principais regiões metropolitanas [2009]

Abrangência geográfica	PIB a preços correntes (1)	
	(mil reais)	%
Brasil	3.239.404.053,00	100
Metropolitana de São Paulo [SP]	651.167.336,00	20,1
Metropolitana do Rio de Janeiro [RJ]	266.275.422,00	8,2
Metropolitana de Belo Horizonte [MG]	124.138.623,00	3,8
Metropolitana de Porto Alegre [RS]	106.259.848,00	3,3
Metropolitana de Salvador [BA]	72.108.473,00	2,2
Metropolitana de Recife [PE]	51.100.344,00	1,6

Fonte: Produto Interno Bruto dos Municípios – 1999-2010 – IBGE.

(1) Produto interno bruto a preços correntes, impostos líquidos de subsídios, sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes, total e por atividade econômica, e respectivas participações.





**Tabela 7 Produto Interno Bruto total e participação percentual – Brasil e dez principais capitais [2009]**

Abrangência geográfica	PIB a preços correntes (1)	
	(mil reais)	%
Brasil	3.239.404.053,00	100,0
São Paulo [SP]	389.317.167,00	12,0
Rio de Janeiro [RJ]	175.739.349,00	5,4
Brasília [DF]	131.487.268,00	4,1
Curitiba [PR]	45.762.418,00	1,4
Belo Horizonte [MG]	44.595.205,00	1,4
Manaus [AM]	40.486.107,00	1,2
Porto Alegre [RS]	37.787.913,00	1,2
Salvador [BA]	32.824.229,00	1,0
Fortaleza [CE]	31.789.186,00	1,0
Recife [PE]	24.835.340,00	0,8

Fonte: Produto Interno Bruto dos Municípios – 1999-2010 – IBGE.  
 (1) Produto interno bruto a preços correntes, impostos líquidos de subsídios sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes, total e por atividade econômica, e respectivas participações.

**Tabela 8 Participação das atividades econômicas no valor adicionado bruto ao PIB do Município do Rio de Janeiro e da Região Metropolitana [2009]**

Setor econômico	Participação no valor adicionado bruto (%)	
	Região Metropolitana	Município
Total	100	100
Serviços (1)	82,3	83,4
Indústria	17,6	16,5
Agropecuária	0,1	0,0

Fonte: Produto Interno Bruto dos Municípios – 2010 – CEPERJ.  
 (1) A atividade econômica Serviços inclui a Administração Pública.

## 2.4. Ambiente natural

O território do Município do Rio de Janeiro exibe extensas áreas cobertas pelo **bioma** Mata Atlântica, aspecto determinante do patrimônio ambiental da cidade – os remanescentes naturais.

O cenário montanhoso coberto de vegetação florestal contígua às baixadas, cortadas por lagunas, brejos alagadiços, mangues, restingas e demarcado por praias, corresponde a considerável parcela do território municipal – 28,9%. Certamente, esta é, ainda hoje, a grande marca

que atribui destaque à cidade do Rio de Janeiro dentre outras no mundo (Figura 5).

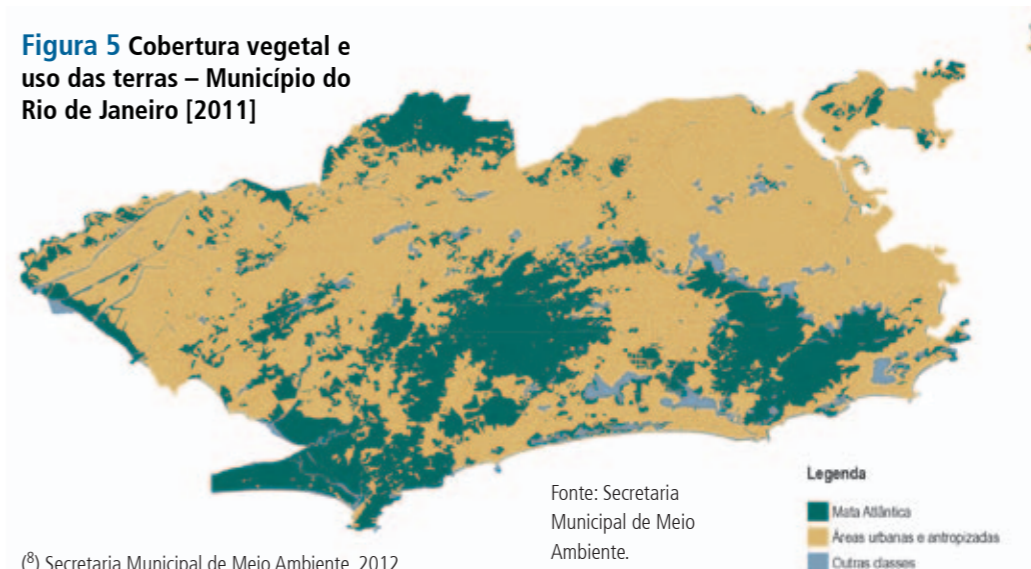
A intensa ocupação urbana coexiste com as diversas feições do bioma Mata Atlântica – áreas de floresta ombrófila densa, vegetação secundária, restinga, manguezal, campo salino e brejo, que totalizam 35.290 ha. A proteção e a conservação desse patrimônio justificam a existência de 58 **unidades de conservação da natureza** <sup>(8)</sup> na cidade (Tabela 9).

**Tabela 9 Classes de cobertura vegetal e uso das terras - Município do Rio de Janeiro [2011]**

Classe de cobertura vegetal e uso das terras	área (km)	%
Total mapeado	1.221,3(1)	100
Vegetação de Mata Atlântica	352,9	28,9
Urbanas e antropizadas	810,4	66,4
Outras classes	58,0	4,7

Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente.  
 (1) Total de área utilizada no Mapeamento da cobertura vegetal e uso das terras, 2011.

**Figura 5 Cobertura vegetal e uso das terras – Município do Rio de Janeiro [2011]**



<sup>(8)</sup> Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2012.

Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

# 3



## CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES URBANAS PARA A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A caracterização da cidade do Rio de Janeiro quanto às emissões de **fontes fixas e móveis de poluição atmosférica** deve considerar o intenso e acelerado processo de modificação ao qual a cidade está sendo submetida. Essa marcante transformação decorre parcialmente da conjunção de dois fatores que merecem destaque. O primeiro deles, a sucessão de grandes eventos que deverão ocorrer em seu território até 2016 <sup>(9)</sup>. Com igual importância pode ser mencionada a dinamização de investimentos privados no setor industrial e as intervenções do poder público nos últimos anos no Município e na Região Metropolitana <sup>(10)</sup>. Além desses fatos extraordinários ao cotidiano, como qualquer grande metrópole contemporânea, identifica-se aqui o permanente processo de modificação no uso e na ocupação do solo urbano, necessário à manutenção ou à recuperação da dinâmica urbana <sup>(11)</sup>.

A reunião desses investimentos acarretará significativa mudança na infraestrutura urbana da cidade do Rio de Janeiro.

<sup>(9)</sup> Considera-se aqui como grandes eventos que serão sediados na cidade do Rio de Janeiro, que implicaram alterações na estrutura física, a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016.

<sup>(10)</sup> Referência à implantação do Polo Siderúrgico e investimentos em infraestrutura na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sobretudo no bairro de Santa Cruz e no município vizinho de Itaguaí, onde estão localizados alguns dos principais novos empreendimentos privados – CSA, GERDAU e CSN, o Porto de Itaguaí, o COMPERJ em Itaboraí, a duplicação da Rodovia BR-101 e o Arco Metropolitano do Rio de Janeiro, propostos pelo Governo do Estado.

<sup>(11)</sup> Na cidade do Rio de Janeiro, exemplificam esse processo as obras de revitalização da Região Portuária, em andamento.





### 3.1. Fontes fixas - perfil da cidade e da Região Metropolitana

O perfil da cidade e da Região Metropolitana quanto às fontes fixas de poluição do ar resulta da vultosa base de desenvolvimento existente na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Segundo o IBGE, a região ocupou lugar de destaque nas recentes avaliações do valor adicionado bruto proveniente da atividade industrial para a composição do PIB do Brasil <sup>(12)</sup>. Colaborou também para esse cenário a percepção da evidente transformação do perfil econômico demonstrada nas últimas décadas. Cada vez mais, a região adquire características de um grande polo nacional de serviços e negócios.

Os principais destaques da estrutura metropolitana existente são o polo químico-farmacêutico que, com empresas de considerável destaque no âmbito nacional, se estende pelos municípios de Duque de Caxias, Belford Roxo, São João de Meriti e São Gonçalo; o polo naval *offshore*, compartilhado entre os municípios de Niterói, São Gonçalo e Rio de Janeiro, que representa 85% da capacidade nacional instalada, contemplando unidades de pequeno, médio e grande porte; a considerável parcela do polo petrolífero estadual, no qual se destaca a Refinaria de Duque

de Caxias – REDUC, uma das mais importantes refinarias do país, e também a reunião de mais de 700 empresas do setor de petróleo; o polo de serviços avançados, no qual se destacam os serviços médicos e educacionais, comunicações e intermediação financeira, que compõem o que se denomina “serviços avançados” ou “terciário moderno”, de alto valor agregado e que demanda mão de obra altamente qualificada; e, por fim, o polo de turismo do estado do Rio de Janeiro, que, apesar de distribuído entre diversas regiões, tem a cidade do Rio de Janeiro como o maior destaque, por receber 40% dos estrangeiros que visitam o Brasil <sup>(13)</sup>.

O dinamismo da região, aplicado à ampla diversidade de setores da economia, entretanto, implica a necessidade de mecanismos de controle das atividades causadoras de impactos ao meio ambiente. A competência para autorização de implantação de atividades capazes de causar degradação ambiental no âmbito da Região Metropolitana e da cidade do Rio de Janeiro é dividida entre os três níveis de governo, conforme determina a legislação nacional.

Os empreendimentos que implicam atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, cuja localização ou cujo impacto direto ultrapasse os limites territoriais do município do Rio de Janeiro devem ser submetidos à autorização da Secretaria de Estado do Ambiente – SEA, por meio do Instituto Estadual do Ambiente – INEA, que concede licença para a localização, instalação, ampliação e operação.

No caso das atividades cujo impacto ambiental é local e o empreendimento classificado como de pequeno e médio potencial poluidor, as licenças são concedidas, desde o ano de 2007, pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente <sup>(14)</sup>. Dentre essas, podem ser destacados empreendimentos imobiliários, obras de infraestrutura urbana, atividades industriais, postos de abastecimento e revenda de combustíveis, as estações de tratamento de esgoto e pequenas atividades poluidoras, como oficinas, marmorarias e outras, causadoras de impacto na qualidade do ar.

<sup>(12)</sup> Em 2008, a cidade de São Paulo foi o principal polo industrial do país, com participação de 8,7% no PIB nacional; Campos dos Goytacazes ocupou a segunda colocação no ranking industrial do país, com 2,4%. A cidade do Rio de Janeiro, na terceira colocação, contribuiu com 2,0%. No ano seguinte, São Paulo manteve a posição, com 8,9%, enquanto o Rio de Janeiro alcançou o segundo posto, com a contribuição de 2,8%, e Manaus e Campos dos Goytacazes ficaram com a terceira e a quarta posições respectivamente. Essa ampliação da participação no PIB nacional foi atribuída ao bom desempenho de todos os setores industriais da cidade e, em especial, do segmento alimentação e bebidas. (IBGE, 2008, p.51; 2011, p.50)

<sup>(13)</sup> BUENO, 2007, p. 2-7.

<sup>(14)</sup> Decreto n.º 28.329, de 17 de agosto de 2007, que regulamenta critérios e procedimentos destinados ao licenciamento ambiental, à avaliação de impactos ambientais e ao cadastro ambiental de atividades e empreendimentos que menciona.





## 3.2. Fontes móveis

### 3.2.1. Perfil do sistema viário

Apesar do momento de transformação urbanística e da ausência de levantamentos direcionados à identificação do perfil do sistema viário e de transportes quanto às emissões por fontes móveis, dados adquiridos para desenvolvimento de diversos planos e projetos viários podem proporcionar uma visão geral da situação das fontes móveis na cidade.

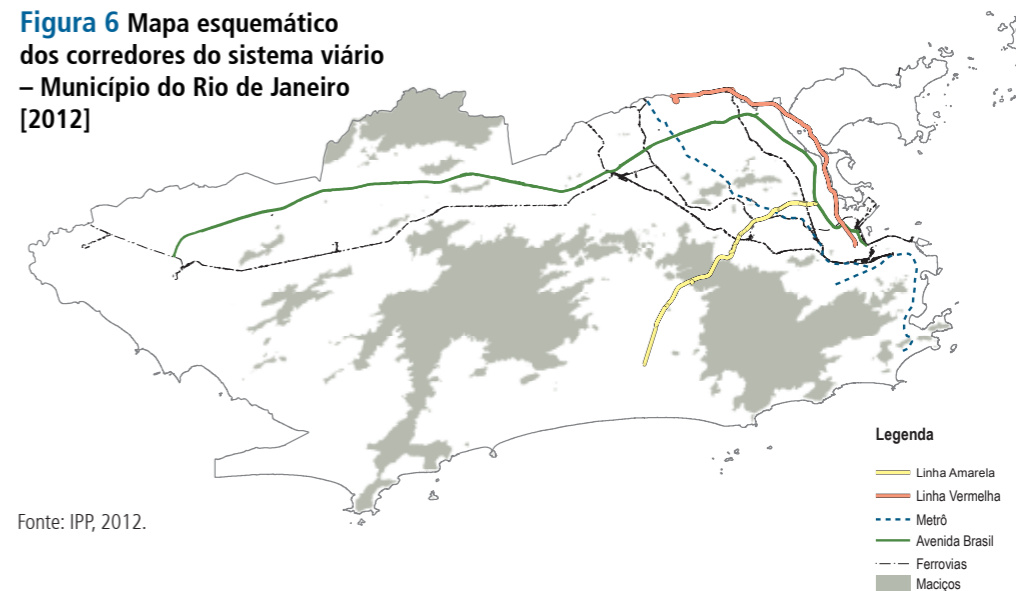
A evolução urbana do Rio de Janeiro registra uma série de planos de abrangências variadas e construídas a partir de abordagens específicas, elaborados em diferentes períodos. Em geral, a característica predominante das propostas foi a opção pela matriz de transporte rodoviário.

A fisionomia da cidade permite o reconhecimento das intervenções do século XX, que, aliadas aos determinantes topográficos, proporcionaram um sistema viário de configuração radial, com as principais vias orientadas em direção ao centro da cidade (Figura 6). E, ao mesmo tempo, por meio desse cenário, é possível perceber a forte dependência do modal rodoviário. Atualmente, 3.357 km de vias distribuídas pelas categorias de hierarquização <sup>(15)</sup> compõem o sistema viário da cidade do Rio de Janeiro. Desse total, 2.420 km suportam o transporte coletivo (Tabela 10).

A reunião desses fatores adversos caracteriza um quadro de saturação de vias, com constantes congestionamentos, que ocasionam aumento das emissões de poluentes atmosféricos.

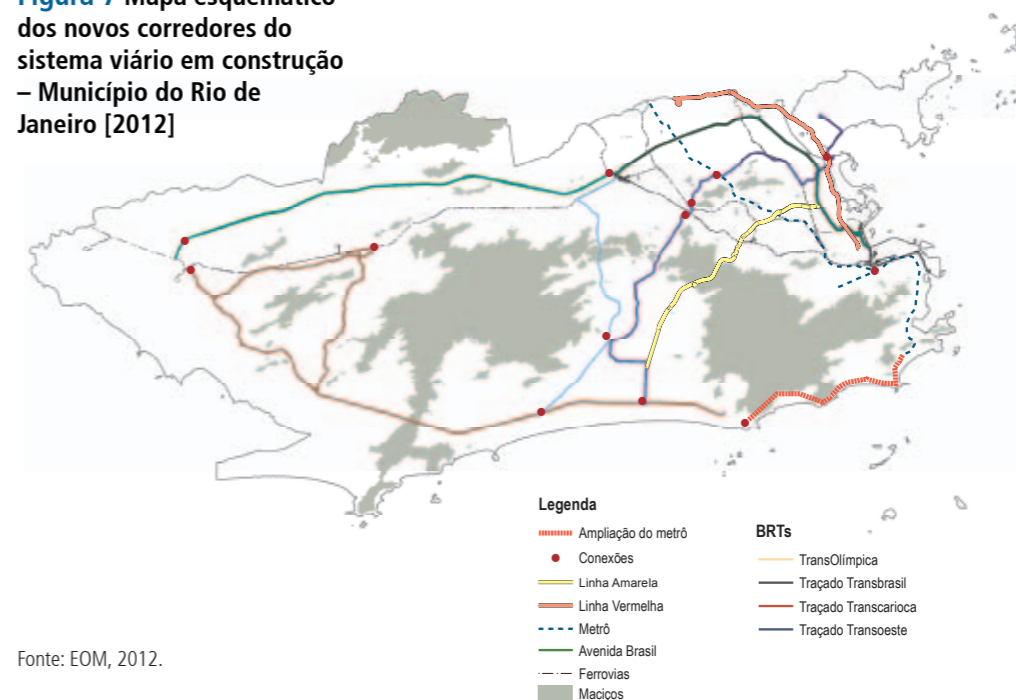
<sup>(15)</sup> A relevância do conhecimento da hierarquização viária para o estudo das contribuições de poluentes atmosféricos emitidas pelas atividades urbanas tem como base as definições contidas na legislação brasileira nos níveis federal e municipal. O artigo 60 do Código de Trânsito Brasileiro, com o texto atualizado da Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997, classifica as vias de circulação rodoviárias, segundo a utilização, em urbanas e rurais. As vias urbanas, por sua vez, dividem-se em vias de trânsito rápido ou expressas, vias arteriais, vias coletoras e vias locais. As vias rurais dividem-se em rodovias e estradas. O artigo 61 do mesmo documento regula a velocidade máxima permitida para a via. Assim, no tocante às vias urbanas, nas vias expressas a velocidade máxima é de oitenta quilômetros por hora; nas vias arteriais sessenta quilômetros por hora; nas vias coletoras, quarenta quilômetros por hora; e nas vias locais trinta quilômetros por hora. De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, a Resolução n.º 811 do Secretário Municipal de Obras, de 18 de março de 2013, considera que a hierarquização viária é fundamental para os estudos de engenharia de tráfego, pois permite associar a cada classe de via um padrão de comportamento (concentração, velocidade, nível de serviço, etc.), particularizando-se assim as formas de tratamento e servindo de base para os projetos de circulação viária e de pedestres, sinalização gráfica e semaforizada, geometria, iluminação pública, transporte coletivo e de carga, de alinhamento de vias, de polos geradores de tráfego, estacionamentos, entre outros. Considera, ainda, que a partir de uma visão sistêmica, a hierarquização viária é determinante na orientação das políticas de uso e ocupação do solo e parte integrante essencial no planejamento de transportes e tráfego. Por esse motivo, inclui nas diretrizes para projetos de vias urbanas a classificação das vias urbanas da cidade do Rio de Janeiro desenvolvida pela CET-RIO, em 2004. As cinco classes para as vias, vias estruturais, vias arteriais primárias, vias arteriais secundárias, vias coletoras e vias locais, são definidas de acordo com a função de ligação desempenhada e com as características físicas e operacionais de cada via, de modo a fornecer a base conceitual para estudos e projetos da rede de tráfego do município.

**Figura 6** Mapa esquemático dos corredores do sistema viário – Município do Rio de Janeiro [2012]



Fonte: IPP, 2012.

**Figura 7** Mapa esquemático dos novos corredores do sistema viário em construção – Município do Rio de Janeiro [2012]



Fonte: EOM, 2012.





**Tabela 10** Extensão das vias do sistema viário principal por categoria de via – Município do Rio de Janeiro [2004]

Categoria	Extensão (km)	
	Total	Com ônibus
Total	3.357	2.420
Expressa	282	275
Arterial primária	499	476
Arterial secundária	394	374
Coletora	1.143	851
Local	1.039	444

Fonte: SMTR, 2006.

O consenso sobre a ineficácia da configuração de grandes concentrações de viagens em poucos corredores orientou o conjunto de propostas de reformulação atualmente em curso. A prioridade das intervenções é para a implantação de novos eixos estruturais, com o objetivo de reduzir o tempo de viagem e evitar grandes congestionamentos (Figura 7).

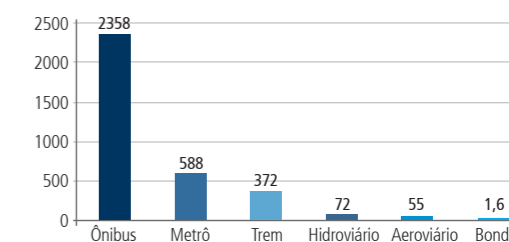
### 3.2.2. Divisão modal de transportes coletivos

A divisão modal de transportes coletivos da cidade do Rio de Janeiro é composta pelas categorias de transporte: rodoviário, sobre trilhos – trem, metrô e bonde –, hidroviário e aeroviário. Constitui outro importante aspecto a observar na construção de um perfil de tendência de emissão de poluentes atmosféricos por fontes móveis.

O total de usuários dos modais permite verificar que o sistema de ônibus, no ano de 2010, recebeu 72% dos usuários dos transportes coletivos da cidade. Nessa modalidade, foram transportados por dia 2 milhões e 358 mil passageiros, contra cerca de 960 mil usuários que passaram pelos sistemas de trem e metrô no mesmo ano (Gráfico 2). A dimensão e a qualidade do sistema de ônibus da cidade no ano de 2010 podem ser observadas pelos dados da Rio Ônibus: mais de 731 milhões de quilômetros percorridos por ano em 16 milhões de viagens (Quadro 4).

O movimento intermunicipal e interestadual acrescenta ao modal rodoviário, por dia, em média, outros 1.370 ônibus provenientes de diferentes municípios e estados, que trazem até a Rodoviária Novo Rio um total de 37.068 passageiros. É importante ainda mencionar que a esse total pode ser acrescido o movimento de ônibus intermunicipais que operam em outros terminais da cidade.

**Gráfico 2** Distribuição diária dos usuários do sistema de transportes coletivos segundo modal – Município do Rio de Janeiro [2010]



Fonte: Rio Ônibus – Sindicato das Empresas de Ônibus da Cidade do Rio de Janeiro – Metrô Rio; SuperVia S.A.; Transporte Marítimo e Turismo S.A. – Transtur; Barcas S.A.; Companhia de Navegação do Estado do Rio de Janeiro – Conerj; Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero. In: Armazém de Dados, 2012.

**Quadro 4** Características e desempenho anual do sistema de ônibus – Município do Rio de Janeiro [2010]

Viagens realizadas	16.347.248
Quilômetros percorridos	731.385.658
Passageiros transportados	860.062.195
Total de diesel consumido (L)	257.582.246
Consumo médio de diesel por quilômetro (l/km)	0,35
IPK – índice de passageiros por quilômetro	1,18
PMM – Percurso médio mensal	6.949
Idade média da frota	4,25
Pessoal ocupado	40.121

Fonte: Rio Ônibus - Sindicato das Empresas de Ônibus da Cidade do Rio de Janeiro. In: Armazém de Dados, 2012.



### 3.2.3. Frota e motorização

A significativa participação do modal rodoviário e, especialmente, o transporte individual, fazem com que a frota ativa de veículos automotores represente para a cidade do Rio de Janeiro outro relevante conjunto de fontes móveis de poluição do ar a considerar nas propostas de controle da poluição.

O Detran-RJ contabilizou um total de 2.489.377 veículos licenciados no ano de 2011. No período compreendido entre 2001 e 2011, foram licenciados 1.394.966 novos veículos, o que corresponde à média anual de 126.815 novos licenciamentos (Gráfico 3). Essa expressiva tendência de crescimento torna necessária a observação da idade da frota, outro fator relevante para a identificação do perfil de potenciais contribuições de poluentes provenientes da queima de combustível. No caso do Rio de Janeiro, percebe-se uma distribuição em que a maior parte dos veículos está na faixa de 2 a 10 anos, o que corresponde a 38,5% da frota ativa. Em seguida, 23,3% na faixa de mais de 10 a 20 anos, 15,4% mais de 20 e 30 anos, e, apenas 12,5% têm menos de dois anos de fabricação (Gráfico 4). Desses, os 2.346.518 são veículos classificados como particulares, segundo o Código de Trânsito Brasileiro, e representam parcela de 94,3% da frota licenciada na cidade. Esse cenário confirma a dimensão e relevância do transporte individual e revela que a relação entre o total de veículos particulares e a população foi ampliada em mais de 10 pontos percentuais na última década. A taxa de motorização, que no ano de 2000 era de 26 veículos particulares para cada 100 habitantes, alcançou a marca de 36,8 pontos em 2010 (Gráfico 5). A velocidade de crescimento da frota de veículos particulares foi, portanto, superior à

da população (Gráfico 6). As taxas por tipo de veículo apontam da mesma forma a prevalência do transporte rodoviário individual no ano de 2011 (Quadro 5). Em outras palavras, os dados sugerem que a população carioca parece estar mais motorizada.

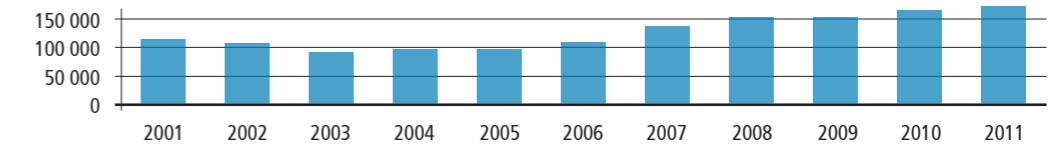
**Quadro 5 Taxa de motorização por tipo de veículo em 100 habitantes – Município do Rio de Janeiro [2011]**

Tipo de veículo		Taxa de motorização (veículos/ 100 hab.)
Veículos de 2 rodas (1)		3,6
Veículos de 4 rodas ou mais	Automóvel (2)	30,1
	Coletivos (3)	0,5
	Serviço (4)	4,2
	Outros (5)	0,3

Fonte: Detran– Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro /PCRJ, IPP – Instituto Pereira Passos (projeção de população) – 2011 / Tabela 2808 – População e taxa de motorização por tipo de veículo – Município do Rio de Janeiro – 1994-2011.

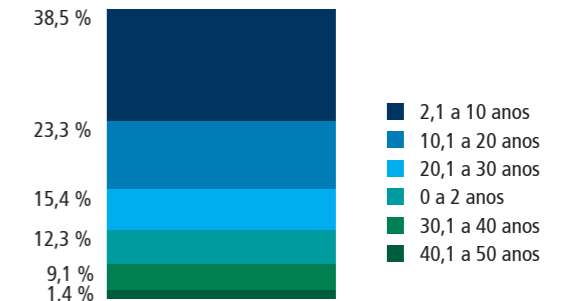
- (1) Motocideta – Veículo automotor de duas rodas, com ou sem sidecar, dirigido por condutor em posição montada; e Motoneta – Veículo automotor de duas rodas, dirigido por condutor em posição sentada.  
 (2) Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor.  
 (3) Ônibus e micro-ônibus.  
 (4) Caminhonete, trator de rodas, trator de esteiras, trator misto, caminhão, caminhão-trator, camioneta, reboque e semirreboque.  
 (5) Quadriciclo, triciclo, utilitário e ciclomotor.

**Gráfico 3 Total anual de novos licenciamentos de veículos – Município do Rio de Janeiro [2001-2011]**



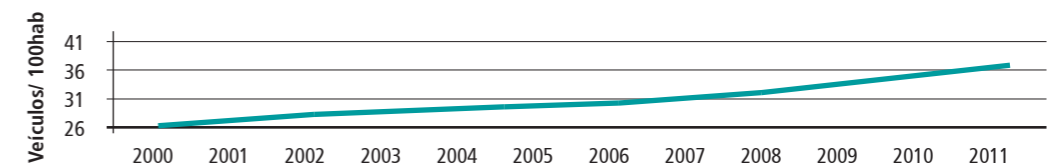
Fonte: Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro – Detran. In: Armazém de Dados, 2012.

**Gráfico 4 Distribuição percentual da frota ativa segundo o ano de fabricação – Município do Rio de Janeiro [2011]**



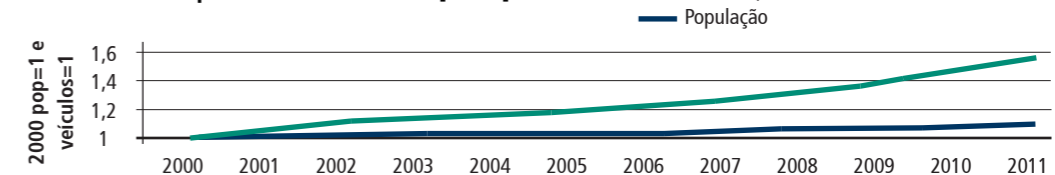
Fonte: Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro – Detran. In: Armazém de Dados, 2012.

**Gráfico 5 Taxa de motorização – Município do Rio de Janeiro [1994-2011]**



Fonte: Detran– Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro/PCRJ, IPP – Instituto Pereira Passos (projeção de população) – 2010. In: Armazém de Dados, 2012.

**Gráfico 6 Comparação da evolução da população e total de veículos particulares – número índice – Município do Rio de Janeiro [2011]**



Fonte: Detran– Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro /PCRJ, IPP – Instituto Pereira Passos (projeção de população) – 2011. In: Armazém de Dados, 2012.





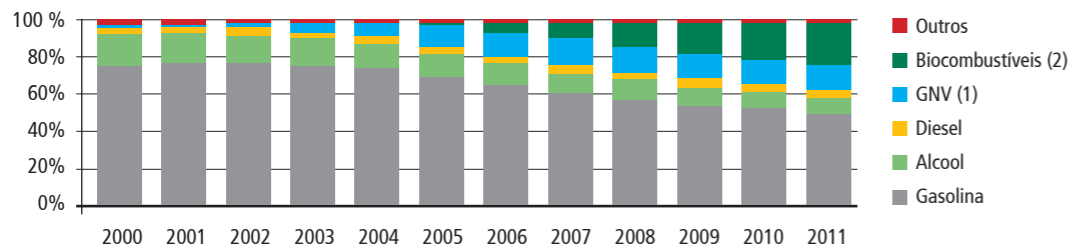
### 3.2.4. Combustíveis utilizados

A necessidade de adaptação das cidades brasileiras a um modelo urbano sustentável originou, nas várias esferas governamentais, políticas e programas de incentivo ao uso de combustíveis eficientes e limpos, cujo objetivo foi ampliar o controle das emissões de origem veicular. Os efeitos dessas iniciativas podem ser percebidos nas estatísticas municipais do Rio de Janeiro e compõem outro conjunto de fatores a considerar na avaliação da qualidade do ar.

O primeiro aspecto em destaque, dentre as mudanças, se refere às alterações nas características da frota automobilística da cidade, evidenciadas pelos dados do Detran-RJ. Contribuíram para isso as regulamentações federais por meio de resoluções do CONAMA, que estabeleceu o PROCONVE, em 1986. Por meio dessa regulamentação, foram estabelecidas medidas para a indústria automobilística – o uso de injeção eletrônica e catalisador – e para as fornecedoras de combustível – retirada de chumbo da gasolina e redução de enxofre no diesel.

O Governo do Estado do Rio de Janeiro, com o intuito de garantir a aplicação do PROCONVE, promoveu, em 1997, o Programa de Inspeção Veicular e o Programa de Autocontrole de Emissão de Fumaça Preta por Veículos Automotores de Ciclo Diesel – PROCON FUMAÇA PRETA, em 2007. Assim, observa-se que o cenário, que no ano de 2000 era de mais de 75% da frota veículos movidos exclusivamente a gasolina, em 2011, apresentou-se com a participação desse tipo de veículo reduzida para 49% do total da frota. Cabe, entretanto, lembrar que a gasolina é ainda o combustível predominante da frota ativa da cidade. Essa alteração deveu-se ao crescimento do número de veículos bicombustíveis e do uso do GNV automotivo (Gráfico 7 e Tabela 11).

**Gráfico 7** Evolução da distribuição percentual da frota ativa por tipo de combustível Município do Rio de Janeiro [2000- 2011]



Fonte: Detran– Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro. In: Armazém de Dados, 2012.

(1) GNV – Gás natural veicular. Inclui álcool + GNV e gasolina + GNV.

(2) Bicombustível inclui álcool/gasolina e álcool/gasolina/GNV.

**Tabela 11** Distribuição percentual da frota ativa por tipo de combustível – Município do Rio de Janeiro [2011]

Tipo de combustível	Veículos licenciados	
	Total	%
Gasolina	1.235.216	49,62
Álcool	215.337	8,65
Diesel	101.879	4,09
GNV (1)	306.752	12,32
Bicombustível (2)	612.525	24,61
Outros	17.668	0,71

Fonte: Detran– Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro. In: Armazém de Dados, 2012.

(1) GNV – Gás natural veicular. Inclui álcool + GNV e gasolina + GNV.

(2) Bicombustível inclui álcool/gasolina e álcool/gasolina/GNV.

No contexto de mudanças, outro aspecto a ressaltar é a tendência de crescimento do consumo de GNV automotivo na cidade. Segundo dados da concessionária de serviço Gás Natural – FENOSA, o total de estabelecimentos distribuidores de

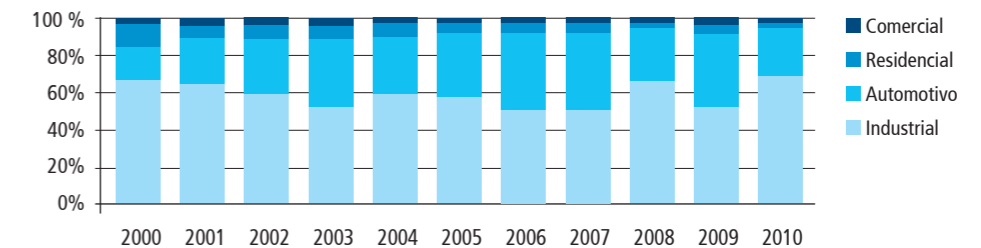
GNV automotivo na cidade cresceu de 63, em 2000, para 437 em 2011. No mesmo intervalo de tempo, o consumo anual, que era inicialmente de 168.286 mil metros cúbicos, alcançou um total de 800.734 mil metros cúbicos, também registrados pela Gás Natural – FENOSA. O consumo de gás dessa categoria na cidade saltou, em 2010, para o segundo lugar no consumo total do GNV utilizado na cidade, superado apenas pelo uso industrial (Gráfico 8 e Tabela 12).

**Tabela 12** Distribuição percentual do consumo de GNV por classe de consumo – Município do Rio de Janeiro [2010]

Classe	Consumo	
	Total (1000m³)	%
Total	3.121.324	100
Industrial	2.132.855	68,3
Automotivo	800.734	25,7
Residencial	110.264	3,5
Comercial	77.471	2,5

Fonte: GN – FENOSA. In: Armazém de Dados, 2012.

**Gráfico 8** Evolução da distribuição percentual do consumo de GNV por classe de consumo Município do Rio de Janeiro [2000-2010]



Fonte: GN – FENOSA. In: Armazém de Dados, 2012.



O crescimento do número de postos de serviço automotivos cadastrados para a distribuição do GNV é outra alteração derivada das políticas para ampliação do uso de combustíveis alternativos. O cadastro das Distribuidoras Regionais de Gás Natural e Cia. Bras. Petróleo Ipiranga registra o Rio de Janeiro como a cidade brasileira que concentra o maior número de postos que oferecem esse serviço. Dos 1.834 postos existentes no Brasil, 281 estão instalados na cidade.

Ainda sobre o segmento de revenda de combustíveis direta ao consumidor na cidade do Rio de Janeiro, é importante ressaltar que, segundo a Agência Nacional de Petróleo – ANP <sup>(16)</sup>, em 2012, 824 postos de serviços automotivos comercializam 19 diferentes tipos de combustível. A maior concentração desses estabelecimentos está localizada na Área de Planejamento 3, que abriga 338 postos de serviço, o que equivale a 41% do total da cidade (Tabela 13).

**Tabela 13** Total dos postos de serviço e distribuição percentual, segundo divisão administrativa – Município do Rio de Janeiro [2012]

Divisão administrativa	Posto de serviço	
	Total	%
MRJ	824	100
Área de Planejamento 1	68	8,3
Área de Planejamento 2	118	14,3
Área de Planejamento 3	338	41,0
Área de Planejamento 4	141	17,1
Área de Planejamento 5	159	19,3

Fonte: Agência Nacional de Petróleo – ANP.

<sup>(16)</sup> A ANP é o órgão regulador, que tem, dentre outras, a atribuição de autorizar o exercício da atividade de revenda varejista de combustíveis automotivos.

### 3.2.5. Movimento de navios e aeronaves

A crescente inserção da cidade do Rio de Janeiro nas redes logísticas globais implica a constante ampliação da circulação de pessoas e mercadorias em seus principais pontos de acesso. Ao mesmo tempo, as modalidades de transporte aéreo e marítimo tornaram-se nos últimos anos acessíveis a um grande número de usuários, provocando o crescimento da circulação de aviões e navios por rotas nacionais e internacionais. A avaliação da evolução desses meios de transporte, por sua vez, se faz necessária, em decorrência da emissão de poluentes provocada pela queima dos grandes volumes de querosene, diesel e óleo combustível utilizados.

A atividade portuária remanescente na cidade, segundo a ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, confere ao Rio de Janeiro o quarto lugar em movimentação de contêineres e o oitavo na movimentação de carga no ranking nacional dos portos. Segundo a Companhia das Docas do Rio de Janeiro, 1.567 embarcações aportaram no porto do Rio, exercendo as atividades de navegação de longo curso <sup>(17)</sup> e cabotagem <sup>(18)</sup>, no ano de 2009 (Tabela 14).

O terminal de passageiros do porto do Rio de Janeiro, que também mostrou atividade em ascensão na última década, recebeu nesse mesmo ano 177 navios (Tabela 15).

**Tabela 14** Evolução do movimento de embarcações por tipo de navegação no porto do Rio de Janeiro – Município do Rio de Janeiro [2000-2009]

ANO	EMBARCAÇÕES		
	TOTAL	CABOTAGEM	LONGO CURSO
2000	1.844	383	1.461
2001	1.709	358	1.351
2002	2.216	396	1.820
2003	2.369	419	1.950
2004	1.697	85	....
2005	1.770	76	1.694
2006	1.766	82	1.684
2007	1.850	81	1.769
2008	803	533	270
2009	1.567	...	...

Fonte: Companhia das Docas do Rio de Janeiro – Anuários Estatísticos, Ministério dos Transportes. In: Armazém de Dados, 2012.

<sup>(17)</sup> Navegação de longo curso é a realizada entre portos brasileiros e portos estrangeiros (Ministério dos Transportes, 1999).

<sup>(18)</sup> Navegação de cabotagem é a realizada entre portos do território brasileiro, utilizando via marítima ou esta e vias fluviais.



**Tabela 15** Movimentação de embarcações e passageiros no terminal de passageiros do porto do Rio de Janeiro segundo o sentido de navegação – Município do Rio de Janeiro [2000-2009]

Ano	Embarcações em atracação	Passageiros			Total
		Embarque	Desembarque	Trânsito	
2000	87	20.601	18.204	52.243	91.048
2001	88	20.050	19.180	52.904	92.134
2002	79	25.976	23.229	48.970	98.175
2003	83	22.110	21.069	47.893	91.072
2004	79	26.534	26.646	54.020	107.200
2005	88	34.585	32.122	77.540	144.247
2006	132	48.491	48.212	118.824	215.527
2007	150	59.179	56.483	148.511	264.173
2008	139	76.290	71.712	155.110	303.112
2009	177	113.192	106.709	190.697	410.598

Fonte: Companhia das Docas do Rio de Janeiro – Anuários Estatísticos, Ministério dos Transportes. In: Armazém de Dados, 2012.

O transporte aéreo comercial no município do Rio de Janeiro conta com três aeroportos – Tom Jobim – Galeão, Santos Dumont e Jacarepaguá. Os totais relativos à movimentação de aeronaves durante a última década demonstram a tendência ao crescimento dessa atividade. Juntos, em 2011, os aeroportos da cidade do Rio de Janeiro receberam por dia, em média, 936 aeronaves (Tabela 16).

O ranking do movimento dos dez maiores aeroportos do Brasil afirma o destaque da atividade aeroportuária da cidade no cenário nacional. Apresenta os aeroportos do Galeão e Santos Dumont em quarto e oitavo lugares, e juntos correspondem a 18,5% do movimento desse total (Tabela 17).

**Tabela 16** Fluxo médio diário de aeronaves nos aeroportos – Município do Rio de Janeiro [2000-2011]

Ano	Movimento de aeronaves (pousos e decolagens) (1)			
	Total	Aeroporto		
		Tom Jobim	Santos Dumont	Jacarepaguá
2000	562,7	226,1	226,4	110,2
2001	583,7	246,8	232,4	104,5
2002	1671,3	1245,2	320,9	105,1
2003	554,9	188,5	250,1	116,2
2004	542,2	212,4	218,8	111,0
2005	569,0	266,7	181,7	120,6
2006	575,9	276,4	177,0	122,5
2007	630,9	328,5	180,0	122,5
2008	688,1	357,8	196,0	134,3
2009	767,0	326,8	266,0	174,2
2010	873,5	336,8	346,6	190,0
2011	936,4	382,0	356,2	198,1

Fonte: Infraero – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária/Instituto Pereira Passos – IPP. Cálculo do fluxo médio diário. In: Armazém de Dados, 2012.

(1) Inclui embarque, desembarque e conexão da aviação civil. Não inclui voos militares.

**Tabela 17** Total de passageiros embarcados nos dez maiores aeroportos brasileiros [2009]

Dez maiores aeroportos do Brasil		Passageiros	%
Total		91.555.270	100
Internacional de Guarulhos	SP	21.727.649	23,7
Congonhas	SP	13.699.657	15
Internacional de Brasília	DF	12.213.825	13,3
Internacional do Galeão	RJ	11.828.656	12,9
Internacional de Salvador	BA	7.052.720	7,7
Internacional de Confins	MG	5.617.171	6,1
Internacional de Recife	PB	5.250.565	5,7
Santos Dumont	RJ	5.099.643	5,6
Internacional de Curitiba	PR	4.853.733	5,3
Internacional de Fortaleza	CE	4.211.651	4,6

Fonte: Infraero – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. In: Armazém de Dados, 2012.







### 3.2.6. Balanço de fontes móveis

A estimativa das contribuições das fontes móveis provenientes de veículos automotores que circulam nas principais vias estruturais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro foi contabilizada pela FEEMA para o ano de 2004. Para tanto, foram consideradas as modalidades terrestre, aérea e marítima. A estimativa das contribuições pela modalidade terrestre utilizou 260 pontos de contribuição, em 187 vias consideradas as mais significativas quanto ao volume de tráfego na Região Metropolitana e tidas como os locais de maiores emissões.

Dessa forma, pode-se concluir que a Avenida Brasil, em consequência do intenso fluxo de veículos, é responsável por 25% a 30% do total de poluentes do ar emitidos pelas vias de tráfego da Região Metropolitana (Quadro 6).

**Quadro 6** Distribuição percentual das contribuições por fontes móveis nas principais vias da Região Metropolitana do Rio de Janeiro [2004]

Nome da via	Emissões (%)				
	MP <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NOX	CO	HC
	100	100	100	100	100
Avenida Brasil	22,9	30	33,4	25,3	25,2
Avenida das Américas	5,7	9,6	7,9	12,2	12,3
Rodovia Presidente Dutra	5,5	2,9	3,4	2,6	2,2
Linha Vermelha	3,1	3,4	3,8	2,8	2,8
Rodovia Washington Luís	2,9	3,9	4,2	3,5	3,5
Ponte Rio-Niterói	1,9	3,2	2,7	3,9	3,9
Avenida Airton Sena (1)	0	2,2	1,8	2,9	2,9
Linha Amarela (1)	0	1,9	1,9	2,5	2,5
Demais vias	58	42,9	40,9	44,3	44,7

Fonte: INEA – Relatório da qualidade do ar – 2009.

(1) Emissões de MP<sub>10</sub> incluídas na categoria Demais vias.



# 4



## CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

O acompanhamento de parâmetros meteorológicos pela rede do Programa MonitorAr-Rio tem como objetivo identificar os eventos ocorridos ao longo do ano na cidade do Rio de Janeiro e avaliar sua influência na qualidade do ar.

A estrutura da caracterização meteorológica considera o comportamento anual da temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, direção e velocidade dos ventos e radiação solar.

O critério de análise adotado foi a comparação dos dados registrados pelos sensores meteorológicos instalados nas estações da rede do MonitorAr-Rio com as normais climatológicas para a cidade do Rio de Janeiro definidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET<sup>(19)</sup>. Para essa caracterização, utilizaram-se as normais climatológicas referentes ao período de 1961 a 1990.

<sup>(19)</sup> Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992.



## 4.1. Temperatura

A cidade do Rio de Janeiro apresenta clima tropical, com a estação chuvosa bem caracterizada durante o verão, e estação seca, com temperaturas amenas, durante o inverno. As normais climatológicas indicam que a temperatura do ar varia entre a mínima de 18,4°C, durante o inverno, e a máxima de 30,2°C, durante o verão.

Durante os períodos do verão, dezembro, janeiro e fevereiro, dos dois anos avaliados, as temperaturas médias das estações estiveram em torno de 2°C acima da normal climatológica (Quadros 7 e 8). Possivelmente esse fato esteja relacionado aos longos períodos de estiagem em parte do verão desses anos, que contribuíram para a permanência das massas de ar quente sobre a região. No período de inverno, junho, julho e agosto, as temperaturas médias, em geral, ficaram próximas dos valores esperados, em 2011. No inverno de 2012, entretanto, as temperaturas estiveram em média 2°C acima da normal climatológica para o período (Quadros 7 e 8). As temperaturas ligeiramente mais elevadas durante o inverno desse ano podem estar relacionadas às características dos fenômenos meteorológicos que atuaram na época, embora não tenham sido verificadas situações significativamente diferentes do observado para o mesmo período em 2011. É importante mencionar que as características do entorno das estações são fatores que também influenciam localmente, e de forma relevante, as variáveis meteorológicas e que contribuíram para essas variações.

**Quadro 7** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a temperatura média mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2011]

Estação	Média mensal de temperatura (°C)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Normal climatológica	26	27	26	25	23	22	21	22	22	23	24	25
COPACABANA	29	29	26	27	23	21	21	23	22	24	24	26
CENTRO	28	28	25	26	22	21	21	22	21	23	23	25
SÃO CRISTÓVÃO	34	34	30	30	25	24	24	26	25	27	27	30
TIJUCA	29	31	25	26	22	21	21	23	22	24	24	26

Fonte: INMET – Normal climatológica/PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Temperaturas médias mensais.

**Quadro 8** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a temperatura média mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2012]

Estação	Média mensal de temperatura (°C)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Normal climatológica	26	27	26	25	23	22	21	22	22	23	24	25
COPACABANA	26	28	27	26	23	23	22	23	24	25	24	29
CENTRO	26	28	26	25	22	22	22	22	23	25	23	28
SÃO CRISTÓVÃO	30	33	31	30	26	26	25	26	27	30	28	34
TIJUCA	26	30	27	25	22	22	22	23	24	27	24	30
IRAJÁ	28	31	29	27	25	25	24	25	26	28	27	32
BANGU	27	30	29	27	24	24	23	24	25	27	26	31
CAMPO GRANDE	28	30	28	27	24	24	24	24	25	27	26	31
PEDRA DE GUARATIBA	26	29	27	26	23	23	23	23	24	26	25	30

Fonte: INMET – Normal climatológica/PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Temperaturas médias mensais.





## 4.2. Umidade relativa do ar

As normais climatológicas não apontam diferenças significativas nos índices médios de umidade relativa do ar na cidade do Rio de Janeiro ao longo dos meses. O critério de definição do verão como o período mais úmido e do inverno como o período mais seco, verificados na cidade, apoia-se exclusivamente nos índices de precipitação, uma vez que as médias de umidade relativa do ar não permitem a observação de tais características. Os valores registrados nas estações de monitoramento confirmam esse fato, pela pequena variação em relação às normais meteorológicas ao longo dos meses de 2011 e 2012 (Quadros 9 e 10). No entanto, sabe-se que no inverno as condições que resultam em registros de baixa umidade relativa do ar tendem a se intensificar, devido à atuação frequente de massas de ar seco. Nestes casos, os níveis de umidade declinam de forma significativa, o que invariavelmente afeta as condições da qualidade do ar.

**Quadro 9** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a média de umidade relativa observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2011]

Estação	Umidade relativa média (%)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Normal climatológica	79	79	80	80	80	79	77	77	79	80	79	80
COPACABANA	72	66	81	76	78	76	76	72	69	73	73	75
CENTRO	68	62	77	72	73	70	71	68	65	69	69	70
SÃO CRISTÓVÃO	74	67	85	81	84	82	81	76	74	78	78	81
TIJUCA	72	65	84	80	83	80	79	75	74	76	76	77

Fonte: INMET – Normal climatológica/PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – média mensal de umidade relativa.

**Quadro 10** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a média de umidade relativa observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2012]

Estação	Umidade relativa média (%)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Normal climatológica	79	79	80	80	80	79	77	77	79	80	79	80
COPACABANA	76	65	72	77	78	80	75	71	69	69	78	69
CENTRO	69	61	69	73	71	74	69	66	64	63	73	64
SÃO CRISTÓVÃO	81	71	79	84	84	86	82	78	75	74	85	76
TIJUCA	77	66	75	81	81	83	77	74	71	70	82	70
IRAJÁ	74	61	71	75	76	77	72	67	65	65	78	68
BANGU	74	60	70	75	74	77	70	65	65	63	75	64
CAMPO GRANDE	73	61	70	74	73	77	70	66	66	65	74	63
PEDRA DE GUARATIBA	79	70	78	81	80	83	76	75	75	73	86	75

Fonte: INMET – Normal Climatológica/PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – média mensal de umidade relativa.



### 4.3. Precipitação

A influência do relevo da cidade do Rio de Janeiro pode ser percebida na distribuição espacial da chuva. Análises realizadas no município, <sup>(20)</sup> com dados entre 1997 e 2006, mostram que os índices máximos de **precipitação** ocorreram nos maciços montanhosos da cidade: Tijuca, Pedra Branca e Gericinó. Já os índices mínimos foram encontrados na Zona Norte, em Irajá e na Penha. Nas demais áreas de planície do município, a distribuição da chuva aparece de forma mais homogênea. A observação sazonal permite verificar que no período primavera/verão os eventos chuvosos ocorrem preferencialmente entre a tarde e a madrugada, influenciados pelo aquecimento local e intensificados pela brisa marítima, tornando a chuva mais localizada, com uma distribuição heterogênea pelo município. Por outro lado, no período outono/inverno a chuva ocorre a qualquer hora do dia, geralmente devido à penetração dos sistemas frontais, apresentando uma distribuição mais homogênea em relação ao período primavera/verão.

As normais climatológicas da cidade indicam que o período chuvoso fica compreendido entre dezembro e abril, em que são encontrados os maiores acumulados pluviométricos. Já entre os meses de junho a agosto esse acumulado se reduz em quase 50%.

Observando as médias de precipitação para os anos de 2011 e 2012, os valores estiveram, em geral, abaixo do acumulado resultante das normais climatológicas. O mês de fevereiro se destaca por apresentar um acumulado de chuva significativamente menor que o esperado para ambos os anos (Quadros 11 e 12), devido à atuação de massas de ar quente e seco por um longo período de tempo.

<sup>(20)</sup> DEREZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, C. O., 2009.

**Quadro 11** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a precipitação total mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2011]

Estação	Precipitação total mensal (mm)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Normal climatológica	114	105	103	137	86	80	56	51	87	88	96	169
COPACABANA	142	36	123	110	152	46	52	51	37	136	91	178
CENTRO	79	13	103	134	122	36	11	20	10	134	87	139
SÃO CRISTÓVÃO	83	52	86	227	78	44	9	18	25	103	83	144
TIJUCA	-	-	-	245	73	26	14	15	33	119	58	108

Fonte: INMET – Normal climatológica /PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Precipitação acumulada mensal.

**Quadro 12** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a precipitação total mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2012]

Estação	Precipitação total mensal (mm)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Normal climatológica	114	105	103	137	86	80	56	50	87	88	96	169
COPACABANA	185	5	55	74	156	148	66	24	132	82	100	34
CENTRO	217	41	98	98	95	98	28	27	94	90	109	45
SÃO CRISTÓVÃO	201	25	84	67	76	63	19	11	78	44	83	35
TIJUCA	102	11	45	27	44	68	26	9	33	69	65	15
IRAJÁ	-	115	57	69	69	107	55	33	90	58	86	129
BANGU	221	84	157	137	124	72	50	28	187	30	86	171
CAMPO GRANDE	151	49	-	-	-	-	-	59	126	43	51	60
PEDRA DE GUARATIBA	157	84	68	74	73	151	46	27	81	66	79	26

Fonte: INMET – Normal Climatológica /PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Precipitação acumulada mensal.

## 4.4. Direção e velocidade dos ventos

A cidade do Rio de Janeiro apresenta um padrão de vento influenciado pela topografia local, tendo a proximidade com o oceano um fator determinante para o comportamento do mecanismo de brisa observado no município. As composições em diferentes períodos ao longo do dia mostram as peculiaridades do ciclo diurno na direção e intensidade dos ventos. Estes aspectos evidenciam a importância dos processos que envolvem o oceano e o continente na determinação do campo de vento. Segundo o relatório de qualidade do ar da FEEMA <sup>(21)</sup>, a climatologia dos ventos no Rio de Janeiro, a partir das normais climatológicas do período 1961-1990, aponta uma maior frequência das direções sul-sudeste e nordeste.

Os resultados dos campos de vento para o período em estudo podem ser observados em função do índice de calmaria (Quadro 13) e da direção predominante do vento (Quadro 14). Vale ressaltar que as estações que apresentaram os menores índices de calmaria, como nos casos de Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba, possuem localizações mais afastadas da região central da cidade. Outro fator relevante é que o predomínio dos ventos em todas as estações da rede do Monitorar-Rio varia entre o quadrante norte e a direção sudoeste. Tal diferença com relação à climatologia pode estar associada às construções civis localizadas próximas a algumas estações da rede.

Os valores dos índices de calmaria e as direções predominantes para as estações de Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba foram suprimidas em função da análise de consistência dos dados.

(21) FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, atual INEA – Instituto Estadual do Ambiente.

**Quadro 13 Índice de calmaria [2011-2012]**

Estação	Índice de Calmaria (%)	
	2011	2012
COPACABANA	22,2	23,5
CENTRO	40,2	35,5
SÃO CRISTÓVÃO	30,6	34,4
TIJUCA	35,8	37,1
IRAJÁ	-	-
BANGU	-	-
CAMPO GRANDE	-	-
PEDRA DE GUARATIBA	-	-

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Índices de calmaria médios anuais.

**Quadro 14 Direção predominante do vento [2011-2012]**

Estação	Direção predominante	
	2011	2012
COPACABANA	L	L
CENTRO	N / NO	N / NE
SÃO CRISTÓVÃO	NE / SO	NE / SO
TIJUCA	S / SO	S / SO
IRAJÁ	-	SO
BANGU	-	NO / SO
CAMPO GRANDE	-	NE / SO
PEDRA DE GUARATIBA	-	NE

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Direções predominantes do vento médias anuais.

## 4.5. Radiação solar

A radiação solar apresenta um ciclo diurno bem definido. A incidência de radiação solar aumenta gradativamente ao longo do dia, atingindo nível máximo no período da tarde. Durante a noite a radiação é reduzida até zero. Ao longo dos meses do ano, a incidência de radiação também possui uma variação, registrando-se maiores valores durante a primavera e o verão, e chegando a radiação com menor intensidade à superfície nas estações do outono e inverno.

A radiação solar possui papel fundamental na formação dos poluentes fotoquímicos, como o ozônio, monitorado na rede do MonitorAr-Rio. Portanto, em dias com maior incidência de radiação, a tendência é de elevação das

concentrações desse poluente. A radiação solar pode ser reduzida pela presença de nebulosidade, sofrendo alterações durante a atuação de sistemas como as frentes frias, que resultam na redução da formação de ozônio.

Em um centro urbano como a cidade do Rio de Janeiro, densamente ocupado e bastante heterogêneo, a radiação que chega à superfície também pode variar para cada local. Os máximos de radiação solar registrados nos anos de 2011 e 2012 (Quadros 15 e 16) nas estações e bairros onde a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro realiza monitoramento comprovam essas diferenças.

**Quadro 15 Valor máximo mensal de radiação solar observado na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2011]**

Estação	Radiação solar máxima (W/m <sup>2</sup> )											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
COPACABANA	1.173	1.256	1.064	866	402	432	596	800	1.030	1.140	1.260	1.175
CENTRO	1.195	1.245	1.032	897	984	825	939	858	1.122	1.090	1.051	1.127
SÃO CRISTÓVÃO	1.244	1.262	1.136	938	837	734	775	912	1.043	1.297	1.300	1.258
TIJUCA	1.160	1.118	1.102	879	796	681	766	816	940	1.080	1.221	1.085

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – máximo mensal de radiação solar.

**Quadro 16 Valor máximo mensal de radiação solar observado na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio [2012]**

Estação	Radiação solar máxima (W/m <sup>2</sup> )											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
COPACABANA	1.244	1.077	1.090	873	512	384	503	823	1.310	1.324	1.229	1.287
CENTRO	1.121	1.237	1.060	1.037	1.015	840	894	1.050	1.210	981	1.094	1.156
SÃO CRISTÓVÃO	1.324	1.139	1.101	866	966	756	795	1.008	1.200	1.209	1.138	1.336
TIJUCA	1.104	1.066	1.089	825	800	796	782	859	1.086	1.177	1.120	1.230
IRAJÁ	1.127	1.212	1.906	985	875	719	704	907	1.065	999	1.187	1.090
BANGU	-	-	1.951	957	872	691	727	851	901	1.050	1.047	1.062
CAMPO GRANDE	1.290	1.387	2.254	965	920	688	789	817	911	1.050	1.073	1.118
PEDRA DE GUARATIBA	1.252	1.160	1.134	971	866	732	812	897	1.162	1.160	1.242	1.181

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – máximo mensal de radiação solar.



# CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO

## 5.1. Histórico

O primeiro estudo visando ao diagnóstico de qualidade do ar por uma rede de monitoramento para a cidade do Rio de Janeiro foi promovido em 1996, pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAC. A Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, encarregada do desenvolvimento do projeto, considerou informações existentes na ocasião acerca de fontes fixas de emissão, sistema viário, contribuições de municípios vizinhos e resultados de campanhas experimentais realizadas por meio de **tubos passivos**.

O referido estudo orientou o início das atividades de monitoramento da qualidade do ar sob a responsabilidade da gestão municipal no ano de 2000. A rede instalada na ocasião contava com quatro estações fixas automáticas nos bairros do Centro, São Cristóvão, Tijuca e Copacabana. Uma unidade móvel, configurada para a execução de medições específicas, complementava o conjunto, objetivando a aquisição de informações necessárias à sua expansão.

A rede de monitoramento era, então, dimensionada para monitorar os principais poluentes atmosféricos –partículas inaláveis, dióxido de enxofre e monóxido de carbono, nas estações fixas. Além desses poluentes, eram monitorados ozônio, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na unidade móvel. Os parâmetros meteorológicos de temperatura e umidade relativa eram mensurados em todas as estações fixas, e direção e velocidade do vento, radiação solar e pressão atmosférica, na unidade móvel.

A primeira rede de qualidade do ar municipal operou continuamente com essa configuração até outubro de 2006.

Após um intervalo de dois anos de interrupção do funcionamento da rede, em 2008, a Prefeitura

do Rio de Janeiro e a Petrobras firmaram um convênio para implantação do Programa MonitorAr-Rio, cujo objetivo foi restabelecer a operação da rede municipal de monitoramento da qualidade do ar. Além da reativação da coleta de dados, o convênio entre as duas entidades contemplou a ampliação do serviço com a aquisição de quatro novas estações fixas, assim como a complementação das antigas estações, pelo investimento em sensores meteorológicos, analisadores de ozônio e de partículas finas – inferiores a 2,5 micrômetros.

A ocasião da retomada do monitoramento do ar, em 2009, proporcionou outro ganho de destaque para a população, com a introdução do programa de educação ambiental orientado para a questão da qualidade do ar. Dessa forma, foram introduzidas atividades como palestras, seminários, exposições ou atividades lúdicas em áreas públicas, escolas municipais e universidades, diretamente relacionadas ao tema.

Além de proporcionar a continuidade da coleta de dados correspondente à série histórica da qualidade do ar da cidade, o Programa MonitorAr-Rio proporcionou a ampliação do monitoramento sobre o território municipal mediante a aquisição de quatro novas estações automáticas, em dezembro de 2011, destinadas aos bairros de Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba. Os locais foram definidos a partir de um estudo de modelagem da qualidade do ar, realizado em 2008, e ratificados posteriormente por campanhas realizadas pela unidade móvel. A inserção de novas estações automáticas tem como finalidade suprir a lacuna de informações sobre qualidade do ar existente nas zonas Norte e Oeste da cidade do Rio de Janeiro.





## 5.2. Funcionamento da rede e estrutura do sistema de transmissão de dados

A transmissão e o processamento dos dados da rede automática da cidade do Rio de Janeiro são realizados por meio de **telemetria**. Dois terminais de comunicação – um voltado para analisadores de gases e material particulado e outro dedicado aos sensores meteorológicos – recebem as informações.

Os dados são registrados com frequência amostral de dez minutos e enviados via internet ao Centro Supervisório do MonitorAr-Rio (22). A validação das concentrações de poluentes e o tratamento estatístico para levantamento de médias horárias, diárias, mensais e anuais, consideram os critérios de representatividade adotados pelo Instituto Estadual do Ambiente no Rio de Janeiro – INEA e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, a saber: para média horária, utiliza-se 3/4 das medidas válidas na hora; para média diária, utiliza-se 2/3 das médias horárias válidas no dia; para média mensal,

utiliza-se 2/3 das médias diárias válidas no mês; e, para médias anuais, utiliza-se 1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro.

As estações do Programa MonitorAr-Rio são compostas de analisadores de partículas e gases, além dos sensores meteorológicos. Todos os equipamentos operam de forma automática gerando dados continuamente. Os resultados obtidos são armazenados e organizados para posterior envio, via internet, ao sistema de informações (Quadro 17 e Figura 8).

A qualidade dos dados é garantida pela verificação dos analisadores de poluentes atmosféricos a cada 15 dias. Para isso, gases certificados são usados para avaliar o desempenho de cada analisador. Quando identificada a necessidade de intervenção, o analista promove a calibração do equipamento, mantendo assim a qualidade dos resultados.

(22) O software utilizado pelo Programa MonitorAr-Rio é o Sistema de Informações Ambientais – SIA, uma ferramenta para a gestão ambiental, multiusuário, ou seja, permite o acesso controlado simultâneo de diversos usuários à mesma base de dados, proporcionando ativo em tempo real e disponibilizado em módulos. O módulo MIGRIS constitui um software integrador de sistemas de informação, que trabalha continuamente para alimentar o banco de dados do SIA com os dados dos analisadores da rede. O módulo Atmos é o aplicativo para a geração de cenários de qualidade do ar na região de estudo, que utiliza recursos avançados de geoprocessamento e de modelagem atmosférica da dispersão de poluentes provenientes das fontes emissoras na região.

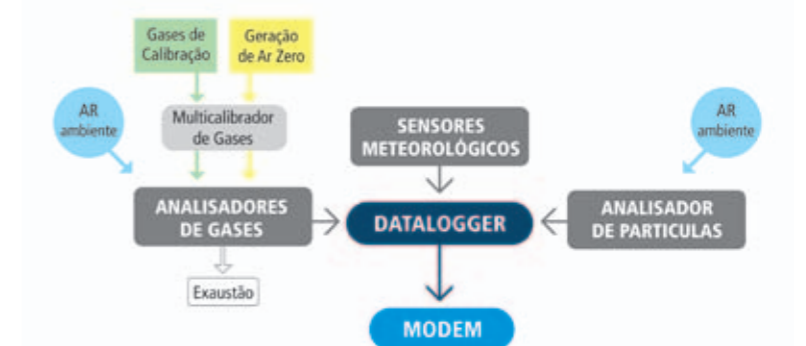
**Quadro 17** Disposição de analisadores de gases poluentes da rede de monitoramento da qualidade do ar – Programa MonitorAr-Rio

Equipamento	Estações de monitoramento da qualidade do ar								
	CENTRO	COPACABANA	SÃO CRISTÓVÃO	TIJUCA	IRAJÁ	BANGU	CAMPO GRANDE	PEDRA DE GUARATIBA	UNIDADE MOVEL (UM)
ANALISADOR DE POLUENTES	SO <sub>2</sub>	•	•	•	•	•	•	-	•
	CO	•	•	•	•	•	•	-	•
	O <sub>3</sub>	•	•	•	•	•	•	•	•
	HC	-	-	-	-	•	•	-	-
	PM <sub>10</sub>	•	•	•	•	•	•	•	•
	PM <sub>2,5</sub>	-	-	-	-	•	-	-	•
	NO <sub>x</sub>	-	-	-	-	•	•	-	•
SENSOR METEOROLÓGICO	T	•	•	•	•	•	•	•	•
	PP	•	•	•	•	•	•	•	•
	UR	•	•	•	•	•	•	•	•
	PA	•	•	•	•	•	•	•	•
	VDV	•	•	•	•	•	•	•	•
	RS	•	•	•	•	•	•	•	•

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

T – temperatura, PP – precipitação pluviométrica, UR – umidade relativa, PA – pressão atmosférica, VDV – velocidade e direção do vento, RS – radiação solar.

**Figura 8** Funcionamento interno de uma estação da rede de monitoramento da qualidade do ar do Programa MonitorAr-Rio



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

Nota: As linhas em verde indicam o caminho percorrido pelos gases usados nos procedimentos de calibração. Pela linha amarela corre o ar zero, passando por filtros e equipamentos que garantem a purificação do ar. Ambos são misturados no equipamento responsável pela diluição dos gases (multicalibrador) para efeitos de calibração dos analisadores. Bombas de sucção recolhem ar ambiente, direcionado através da linha azul, passando pelos analisadores de gases e material particulado para leitura das concentrações atmosféricas.





### 5.3. Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar

Hoje a rede MonitorAr-Rio é composta por oito estações fixas automáticas localizadas em diferentes bairros da cidade – Copacabana, Centro, São Cristóvão, Tijuca, Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba.

A distribuição desses equipamentos pelo território municipal teve por objetivo a avaliação sistemática de concentrações de poluentes referentes aos padrões nacionais de qualidade do ar, e, por conseguinte, a ampliação do conhecimento das condições atmosféricas de locais onde podem ser observadas grandes concentrações de fontes de emissão de poluentes atmosféricos.

A definição dos atuais pontos de monitoramento foi estabelecida em dois momentos distintos. A localização das estações Copacabana, Centro, São Cristóvão e Tijuca seguiu a definição da rede inicial instalada em 2000. Na segunda etapa, a referência utilizada para distribuição das estações foi o estudo Dimensionamento da Rede Otimizada de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia da Cidade do Rio de Janeiro, desenvolvido para avaliação das condições e necessidades para ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar <sup>(23)</sup>.

Realizado em outubro de 2009, o referido estudo apresentou, além de um diagnóstico da situação, a proposta para ampliação da rede automática, dimensionada para o acompanhamento das concentrações dos poluentes atmosféricos decorrentes das emissões oriundas das atividades poluidoras existentes na região. Além dos locais para a instalação das estações, foi também indicada a relação de parâmetros de qualidade do ar e de variáveis meteorológicas a serem monitorados nos diferentes pontos.

<sup>(23)</sup> ECOSOFT, 2008.

<sup>(24)</sup> TKCSA—ThyssenKrupp CSA é o complexo siderúrgico integrado produtor de placas de aço, localizado no Distrito Industrial de Santa Cruz, na cidade do Rio de Janeiro.

As 21 regiões apontadas pelo estudo como prioritárias para o monitoramento da qualidade do ar constituíram uma combinação de esferas de influência das estações. O conjunto proposto incluiria duas estações do INEA, duas estações da TKCSA <sup>(24)</sup> e quatro estações fixas da prefeitura já existentes, com a intenção de configurar a ampla cobertura espacial no território municipal. Em linhas gerais, como resultado, foi apresentada a configuração ideal de rede para monitoramento da qualidade do ar que proporcionaria cobertura das áreas de maior adensamento populacional do município.

Considerando a configuração proposta para a rede e os fatores de disponibilidade de área, as condições de segurança e a autorização dos órgãos competentes nos locais sugeridos para a instalação das estações, foram selecionados os quatro novos pontos para ampliação da rede do Programa MonitorAr-Rio: Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba. A ampliação então estabelecida configurou a expansão para a Zona Oeste da cidade.

O entendimento de que conhecer a distribuição espacial das fontes de emissão é fundamental para análise da qualidade do ar em uma determinada região, e de que tal conhecimento constitui o subsídio fundamental para a avaliação da representatividade dos dados, justificou o desenvolvimento da caracterização do entorno das estações. Fatores como o fluxo veicular e de pessoas, proximidade das vias de tráfego, construções e edificações no entorno poderão, assim, ser considerados e constituir material indispensável para o aprimoramento da interpretação dos resultados.

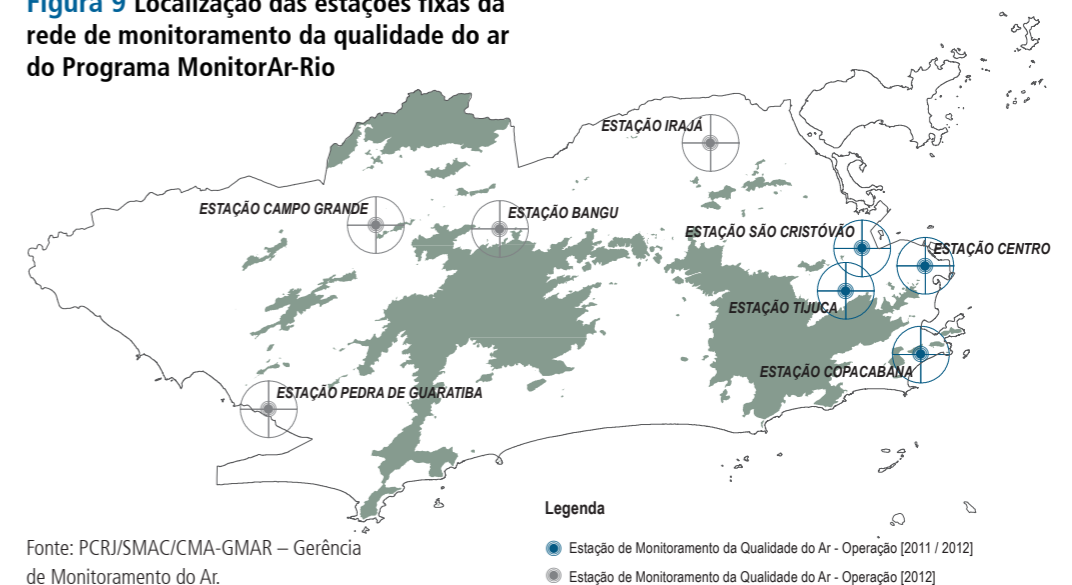
Nesse sentido, com o objetivo de conhecimento da dinâmica urbana nas proximidades das estações, foi definida uma área de estudo do entorno, a partir de um raio de dois quilômetros de cada estação fixa <sup>(25)</sup>. Cada uma dessas porções do território foi ainda subdividida em quadrantes norte, sul, leste e oeste e demarcada sua área central—incluída no raio de quatrocentos metros, por ser considerada a de maior influência na área de estudo do entorno sobre os resultados das medições (Figura 9).

O registro das características da área de estudo consistiu na reunião de informações disponíveis nas bases de dados da Prefeitura, complementadas por observações no local. Assim, foi ela-

borada uma breve descrição de oito aspectos selecionados por sua relevância e que, por isso, devam ser considerados em possíveis políticas públicas de melhoria e manutenção da qualidade do ar. Foram também feitos registros fotográficos de cada estação e outras condições locais de significativa importância.

A área definida pelo raio de dois quilômetros para estudo do entorno das estações fixas da rede MonitorAr-Rio constitui a primeira tentativa de entendimento das fontes de emissões e das condições locais de dispersão de poluentes. Dessa forma, ao longo do tempo, poderão ser necessárias alterações nesses limites, em decorrência da dinâmica urbana local.

**Figura 9** Localização das estações fixas da rede de monitoramento da qualidade do ar do Programa MonitorAr-Rio



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

<sup>(25)</sup> Baseado na série de estudos Caracterização das estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar na RMSF, desenvolvida pela CETESB de 2002 a 2009.





Os sete aspectos considerados na análise das áreas de estudo do entorno das estações da rede de monitoramento da qualidade do ar – Programa MonitorAr-Rio foram abordados da seguinte forma:

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

Descreve os bairros abrangidos, a partir de limites oficiais localizados integral ou parcialmente na área de estudo. A fonte de dados utilizada foi o Mapa Digital da Cidade do Rio de Janeiro, desenvolvido pelo Instituto Pereira Passos – 2011;

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

Descreve os principais aspectos do relevo e da cobertura vegetal constantes em estudos realizados pela Prefeitura. As fontes de dados utilizadas foram: Mapa Digital da Cidade do Rio de Janeiro, desenvolvido pelo Instituto Pereira Passos – 2011 e Mapeamento da Cobertura Vegetal da Cidade do Rio de Janeiro – 2010, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente;

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

Aponta as principais características do uso do solo e localiza um grupo de atividades consideradas fontes de poluentes atmosféricos, situadas dentro de um raio de 400m, sendo apontadas as seguintes categorias: tráfego, aeroporto, atividade extrativa, posto de serviço, porto, marina, terminal hidroviário, *shopping center*, terminal rodoviário, garagem, túnel, atividades com potencial poluidor licenciadas pela SMAC e INEA. As atividades licenciadas pela SMAC dividem-se ainda nas seguintes classes: energia / instalações e equipamentos, serviços – abastecimento de veículos e máquinas/estocagem, tratamento e disposição de resíduos não-urbanos, obras de construção civil, obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte, saneamento/implantação e operação de serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos, indústrias de transformação e serviços de natureza industrial. Além da identificação no mapa, especial destaque na análise foi direcionado às atividades existentes no interior do raio de quatrocentos metros, mediante a consideração de que essas atividades exerçam influência direta nas medições obtidas nas estações. As fontes de dados utilizados foram: Mapa Digital da Cidade do Rio de Janeiro desenvolvido pelo Instituto Pereira Passos – 2011 e Mapeamento, Cadastro de Postos de Serviço – ANP, Mapeamento digital das atividades com potencial poluidor licenciadas pela SMAC e INEA;

### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

Avalia as condições locais de dispersão dos poluentes pelas análises de direção e velocidade do vento monitorados nas estações da rede do Programa MonitorAr-Rio nos anos de 2011 e 2012;

### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

Descreve as unidades de conservação ambiental localizadas integral ou parcialmente na área de estudo e o número de exemplares do patrimônio cultural protegido existente. A decisão da inclusão desse aspecto na caracterização deveu-se à constatação da importância e da potencial fragilidade em relação a possíveis danos provocados pelos poluentes atmosféricos. A fonte de dados utilizada foi o Mapeamento das Áreas Protegidas da Cidade do Rio de Janeiro – 2011, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, e dados da Secretaria Municipal de Cultura, Arquidiocese de São Sebastião do Rio de Janeiro e Instituto Estadual do Patrimônio Cultural – INEPAC;

### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Estimativas do contingente populacional exposto às condições da qualidade do ar, feitas a partir dos valores totais dos dados de **setores censitários** localizados integral ou parcialmente na área de estudo. Foram considerados os valores totais, uma vez que não é possível separar os dados referentes a um setor censitário, por ser este a menor unidade de divisão dos dados do censo. As fontes de dados utilizados foram os dados do Censo Demográfico do IBGE – 2010;

### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Descreve as vias classificadas como **arterial principal** e **expressa** do sistema viário principal da área de estudo e a relação de proximidade com a estação. Utilizou-se essa informação considerando a inexistência de dados sistematizados para a caracterização de contribuições pela frota de veículos e pelo fato de que essas vias concentram grande volume de tráfego. A fonte de dados utilizada foi o Mapeamento Digital da Classificação das Vias Urbanas da Cidade do Rio de Janeiro, desenvolvido pela CET-RIO, em 2004, que enquadra o sistema viário principal da cidade do Rio de Janeiro em cinco classes, definidas de acordo com a função de ligação desempenhada e com as características físicas e operacionais de cada via, sendo essas: vias estruturais, vias arteriais primárias, vias arteriais secundárias, vias coletoras e vias locais.

## 5.4. Descrição da área de estudo do entorno e classificação das estações da rede MonitorAr-Rio

### ESTAÇÃO COPACABANA

#### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo no raio de 2km da Estação Copacabana abrange integralmente os bairros de Copacabana e Leme e, parcialmente, os bairros da Urca, Botafogo, Humaitá e Lagoa. Está totalmente incluída na Área de Planejamento 2 (Quadro 18).

#### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

Nos quadrantes sudoeste e sudeste, é constituída em grande parte pela faixa litorânea da Praia de Copacabana e pelo mar, enquanto nos quadrantes noroeste, nordeste e sudoeste as áreas de encosta de altas declividades definem a microbacia de Copacabana e ultrapassam a cota 100m. No quadrante sudoeste, o Morro dos Cabritos atinge 375m. Quanto ao uso do solo, a área antrópica é categoria predominante e subdividida pelas classes de área urbana, esta em quase sua totalidade, embora existam algumas áreas de vegetação arbóreo-arbustiva e reflorestamento. Nas encostas, podem ser observadas áreas de vegetação natural, subdivididas em vegetação secundária e afloramento rochoso. A área concentra os núcleos habitacionais mais antigos de classe alta e média, caracterizados pela verticalização e pela alta densidade populacional. Reúne também considerável parcela de áreas naturais, turísticas e de lazer da cidade.

#### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

A característica marcante da região, constituída por edifícios de oito pavimentos em média e sem afastamento lateral, permite classificar a via como *canyon* urbano, com risco de acumulação da poluição atmosférica. A via mais próxima, considerada arterial secundária, situa-se a 20m do ponto de amostragem, contém quatro faixas de trânsito veicular, sendo duas dessas exclusivas para ônibus nos dias úteis. O ponto de ônibus situado entre a via e a estação provoca uma queda na velocidade média dos veículos que circulam no local, além de paradas constantes para embarque e desembarque de passageiros, o que pode aumentar as contribuições de poluentes atmosféricos. Como fonte fixa no entorno, destaca-se o posto de serviço localizado a 70m da estação. As atividades licenciadas pela SMAC no bairro envolvem, em sua maioria, serviços de mecânica automotiva (Quadro 19).

#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

##### Quadro 18 Dados gerais

##### Estação Copacabana [2012]

Estação	ARCOVERDE / COPACABANA
Endereço	Praça Cardeal Arcoverde, s/n
Bairro	Copacabana
Região Administrativa	5ª RA – COPACABANA
Área de Planejamento	2
Latitude	22°57'53.95"S
Longitude	43°10'49.75"O
Altitude	
Altura de captação da amostra	
Altura do anemômetro	



Quadro 19 Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Copacabana [2012]

	Fontes fixas	Total
Aeroporto	-	-
Atividade extrativa	-	-
Cemitério	1	1
Posto de serviço	16	16
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	1	1
Shopping center	4	4
Terminal rodoviário/ Garagem	-	-
Túnel	5	5
Usina de asfalto	-	-
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	9	9
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	-	-

Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.



A localização, entre o Morro de São João e a Praia de Copacabana, proporciona o recebimento da brisa vale/montanha e da brisa marítima. Ambas são fundamentais na predominância do vento na estação. Neste caso, a direção predominante norte/nordeste é dada pela brisa da montanha, enquanto a segunda predominância é sentida na direção sudeste, de origem marítima. No tocante à velocidade, observa-se que a brisa marítima costuma ser mais intensa. De forma geral, na Estação Copacabana as direções dos ventos são mais distribuídas na rosa dos ventos, fator favorável à dispersão de poluentes (Figuras 10 e 11).

### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

As áreas naturais são protegidas por 11 unidades de conservação – APA's do Sacopã, do Morro da Saudade, do Morro dos Cabritos, da Orla Marítima, dos Morros da Babilônia e São João e dos Morros do Leme e Urubu; Parque Natural Municipal da Fonte da Saudade, Parque José Guilherme Merquior, Parque da Catacumba e Parque Estadual da Chacrinha. Nos bairros de Copacabana, Leme, Humaitá, Botafogo e Urca existem 139 exemplares do patrimônio cultural protegido.

### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, a população residente na área do entorno da Estação Copacabana seria de aproximadamente 205 mil habitantes, que representam mais de 70% da população dos bairros considerados. Os grupos de idade mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 10,6% e 25,8% dessa população (Tabelas 18 e 19).

### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Categoria arterial principal – Av. Pasteur, Av. Lauro Sodré, Av. Princesa Isabel, Av. Atlântica, Rua Bolívar e Rua Miguel Lemos. Categoria arterial secundária – Rua São Clemente, Rua Voluntários da Pátria, Rua Real Grandeza, Túnel Velho, Rua Siqueira Campos, Rua Figueiredo Magalhães, Rua Barata Ribeiro e Av. Nossa Senhora de Copacabana.

Figura 10 Rosa dos ventos Estação COPACABANA [2011]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

Figura 11 Rosa dos ventos Estação COPACABANA [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

Tabela 18 População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>285.625</b>	<b>204.731</b>	<b>71,7</b>	<b>146.430</b>	<b>107.678</b>	<b>73,5</b>
Botafogo	82.890	61.315	74,0	39.373	29.408	74,7
Copacabana	146.392	119.332	81,5	6.543	66.809	1021,1
Humaitá	13.285	4.685	35,3	2.835	2.409	85,0
Lagoa	21.198	1.660	7,8	7.395	700	9,5
Leme	14.799	14.799	100,0	80.972	7.399	9,1
Urca	7.061	2.940	41,6	9.312	953	10,2

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

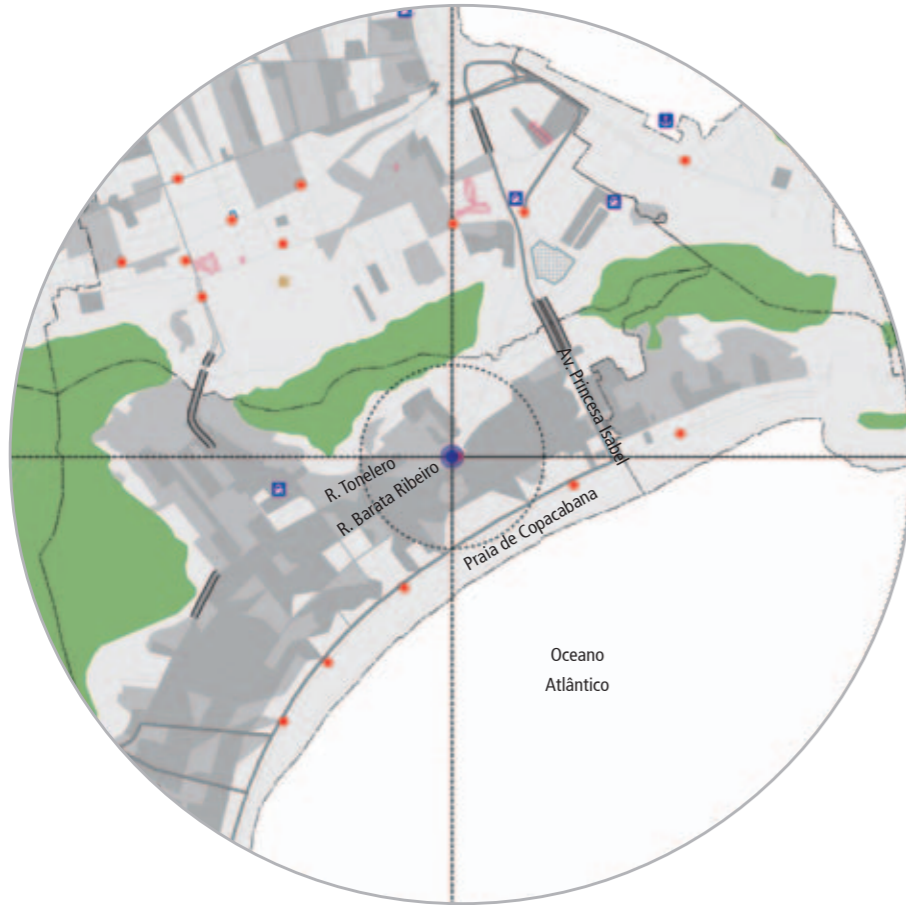
Tabela 19 População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)				
	Total do bairro	Grupos de idade (anos) - %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>285.625</b>	<b>10,6</b>	<b>11,5</b>	<b>52,1</b>	<b>25,8</b>
Botafogo	82.890	15,4	13,7	52,1	18,8
Copacabana	146.392	12,9	11,1	53,9	22,0
Humaitá	13.285	12,4	11,6	50,7	25,3
Lagoa	21.198	9,3	10,9	50,1	29,7
Leme	14.799	10,4	10,4	56,4	22,8
Urca	7.061	11,7	12,6	54,8	20,9

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.





Legenda

● Estação do Monitoramento da qualidade do ar	✈ Aeroporto
○ Área de entorno - raio de 400m	⚓ Porto/ Marina/ Estação Hidroviária
□ Área de entorno - raio de 2000m	🛍 Shopping Center
▭ Limite de bairro [2000]	🚗 Terminal Rodoviário/ Garagem
▭ Limite Municipal	🏗 Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)
<b>Sistema Viário Principal</b>	● Posto de serviço
— Expressa	⚰ Cemitério
— Arterial Principal	⚠ Atividade Extrativa
— Arterial Secundária	🏭 Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ
— Coletora	🏠 Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos
— Logradouro local	🏗 Obras de construção civil
— Túnel	🏗 Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte
<b>Densidade Populacional hab/km²</b>	🚰 Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos
☐ < 250	🏭 Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial
☐ Entre 250 e 500	
☐ > 500	
🌿 Área acima da cota 100m	

CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO

5



CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO

5





## ESTAÇÃO CENTRO

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo do entorno no raio de 2km da Estação Centro abrange integralmente os bairros Centro, Glória e Saúde e, parcialmente, os bairros da Gamboa, Cidade Nova, Catumbi, Santa Teresa, Catete e Flamengo. Inclui parte das Áreas de Planejamento 1 e 2 (Quadro 20).

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

Nos quadrantes noroeste, nordeste e sudeste, a área de estudo é constituída em grande parte por terrenos de baixada e pela faixa litorânea da Baía de Guanabara. No quadrante noroeste, na borda do Maciço da Tijuca, as áreas de encosta ultrapassam a cota 100m no bairro de Santa Teresa. Quanto ao uso do solo, a região de estudo é totalmente ocupada por áreas antrópicas, subdivididas nas categorias de área urbana, vegetação arbóreo-arbustiva e reflorestamento. A principal característica da área é a forte centralidade em relação à Região Metropolitana. Abriga o centro financeiro e o principal centro histórico da cidade. O uso do solo tem como característica a grande área urbanizada, aspecto inerente à função central. Concentra o maior número de estabelecimentos de comércio e serviços. Abriga ainda grandes porções de área de atividade institucional militar, área portuária, aeroportuária – o Aeroporto Santos Dumont. Embora, em menor número, a atividade residencial é encontrada principalmente nos bairros da Saúde, Gamboa, Santa Teresa, Catete e Flamengo.

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

A Avenida Almirante Barroso, via arterial secundária situada a menos de 15m da estação, recebe fluxo veicular intenso durante o período do dia. A presença de ponto de ônibus a menos de 20m pode ser considerada fonte emissora em potencial de precursores para formação do poluente ozônio, além de dióxido de enxofre e material particulado. Como fonte fixa de maior potencial poluidor tem-se o Edifício Garagem Menezes Cortes, a cerca de 400m (Quadro 21).

**Quadro 20** Dados gerais Estação CENTRO [2012]

Estação	CENTRO
Endereço	Largo da Carioca s/n
Bairro	Centro
Região Administrativa	1ªRA –CENTRO
Área de Planejamento	1
Latitude	22°54'30.02"S
Longitude	43°10'41.36"O
Altura de captação da amostra	
Altura do anemômetro	

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.



ESTAÇÃO CENTRO

**Quadro 21** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação CENTRO [2012]

Fontes fixas	Total
Aeroporto	1
Atividade extrativa	-
Cemitério	-
Posto de serviço	9
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	1
Shopping center	1
Terminal rodoviário/ Garagem	7
Túnel	1
Usina de asfalto	-
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	8
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	8

Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.



#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

Na Estação Centro, instalada no Largo da Carioca, os ventos são distribuídos em todas as direções, apresentando predominância dos ventos vindos da direção leste, devido à influência da brisa marítima. As edificações no entorno da estação exercem certa influência na direção do vento. Na lateral da estação encontra-se a Avenida Chile, que forma um corredor que se inicia na Praça do Expedicionário, próximo à Praça XV. Esse corredor margeado por prédios altos canaliza o vento proveniente da Baía de Guanabara, levando-o diretamente para a estação, fazendo com que haja uma segunda componente dominante na direção nordeste, alinhada com a avenida. Os ventos mais intensos são observados nas direções leste e nordeste (Figuras 13 e 14).

Figura 13 Rosa dos ventos Estação CENTRO [2011]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

Figura 14 Rosa dos ventos Estação CENTRO [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

#### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

APA de São José (trecho), Campo de Santana, Aterro do Flamengo, Passeio Público. Existem também na área 202 exemplares do patrimônio construído tombados.

#### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, os setores censitários superpostos à área de estudo demonstram que a população residente na área do entorno seria aproximadamente 112 mil habitantes, que representam 53% da população dos bairros considerados e que ocupariam cerca de 54 mil domicílios. Os grupos de idade mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 13,9% e 19,9% dessa população (Tabelas 20 e 21).

#### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Arterial principal – Av. Presidente Vargas, Praça Mauá, Av. Alfredo Agache, Av. General Justo e Av. Beira-Mar; Arterial secundária – Av. Rodrigues Alves, Av. Venezuela, Rua Camerino, Av. Passos, Praça da República, Rua Frei Caneca, Túnel Martim de Sá, Av. Henrique Valadares, Rua da Relação, Av. Mem de Sá, Av. República do Paraguai, Rua da Lapa, Rua Senador Dantas, Av. Rio Branco, Av. Presidente Antônio Carlos, Rua Primeiro de Março e Av. Marechal Câmara.

Tabela 20 População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>212.038</b>	<b>111.759</b>	<b>52,7</b>	<b>98.069</b>	<b>53.886</b>	<b>54,9</b>
Catete	24.057	13.716	57,0	11.323	6.117	54,0
Catumbi	12.556	2.993	23,8	4.377	1.185	27,1
Centro	41.142	41.142	100,0	22.416	22.646	101,0
Cidade Nova	5.466	2.463	45,1	2.202	941	42,7
Flamengo	50.043	2.355	4,7	25.691	1.353	5,3
Gamboa	13.108	9.029	68,9	4.528	3.200	70,7
Glória	9.661	9.661	100,0	5.174	5.188	100,3
Santa Teresa	40.926	25.878	63,2	16.603	11.526	69,4
Santo Cristo	12.330	1.773	14,4	4.600	568	12,3
Saúde	2.749	2.749	100,0	1.155	1.162	100,6

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

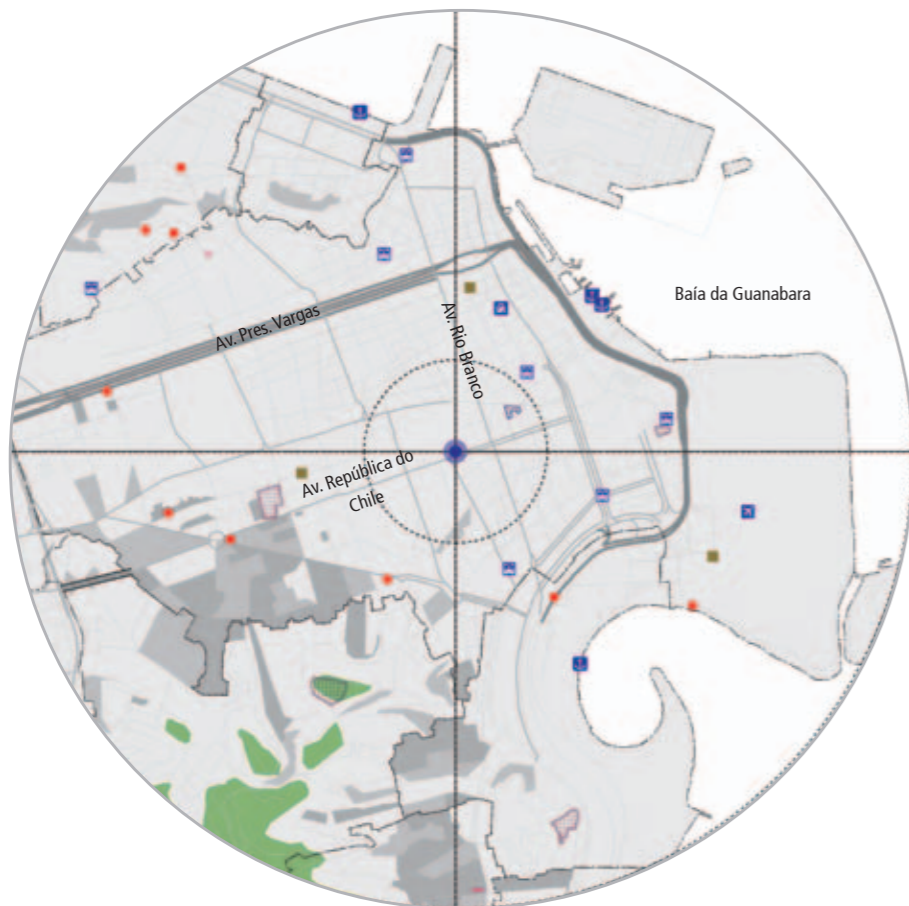
Tabela 21 População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	Total do bairro	População (1) (hab)			
		Grupos de idade (anos) %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>212.038</b>	<b>13,9</b>	<b>13,2</b>	<b>53,0</b>	<b>19,9</b>
Saúde	24.057	12,6	12,4	53,1	21,9
Gamboa	12.556	8,6	11,1	55,9	24,4
Santo Cristo	41.142	8,6	10,5	51,7	29,2
Centro	5.466	17,2	15,4	54,3	13,1
Catumbi	50.043	19,2	14,9	51,2	14,7
Cidade Nova	13.108	22,1	15,7	47,5	14,8
Santa Teresa	9.661	10,6	12,1	56,2	21,0
Flamengo	40.926	20,7	15,9	51,0	12,4
Glória	12.330	23,3	17,5	48,9	10,4
Catete	2.749	17,4	14,6	54,2	13,8

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.





Legenda

● Estação do Monitoramento da qualidade do ar	✈ Aeroporto
○ Área de entorno - raio de 400m	⚓ Porto/ Marina/ Estação Hidroviária
□ Área de entorno - raio de 2000m	🛍 Shopping Center
▭ Limite de bairro [2000]	🚗 Terminal Rodoviário/ Garagem
▭ Limite Municipal	🏗 Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)
<b>Sistema Viário Principal</b>	● Posto de serviço
— Expressa	⚰ Cemitério
— Arterial Principal	⚠ Atividade Extrativa
— Arterial Secundária	🏭 Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ
— Coletora	🗑 Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos
— Logradouro local	🏗 Obras de construção civil
— Túnel	🏗 Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte
<b>Densidade Populacional hab/km²</b>	🗑 Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos
☐ < 250	🏭 Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial
☐ Entre 250 e 500	
☐ > 500	
🌳 Área acima da cota 100m	





## ESTAÇÃO SÃO CRISTÓVÃO

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo do entorno no raio de 2km da Estação São Cristóvão abrange integralmente os bairros de São Cristóvão e Vasco da Gama e, parcialmente, os bairros do Caju, Manguinhos, Benfica, Mangueira, São Francisco Xavier, Maracanã, Praça da Bandeira, Santo Cristo e Cidade Nova. Inclui parte das Áreas de Planejamento 1, 2 e 3 (Quadro 22).

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

A área de estudo considerada é constituída em grande parte por áreas de baixada resultantes de aterros da orla realizados em diferentes períodos da evolução da cidade. A Serra do Engenho Novo, nos quadrantes nordeste e sudoeste, é a área mais elevada e alcança a cota de 115m. O quadrante nordeste abrange a faixa litorânea remanescente da orla original. Quanto à ocupação do solo, a região é totalmente ocupada por áreas antrópicas, subdivididas pelas categorias de área urbana e vegetação arbóreo-arbustiva. Concentra grande diversidade de usos, incluindo áreas com alta concentração de núcleos habitacionais de média e baixa renda e expressivo número de estabelecimentos de uso industrial. Destaca-se a grande área destinada ao uso de cemitério, com a presença do conjunto conhecido como Cemitério do Caju. Observa-se ainda como característica relevante o considerável trecho da área da atividade portuária e de áreas de uso industrial, grupo em que se destaca a Usina Municipal de Asfalto.

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

As atividades gastronômicas e culturais existentes no Campo de São Cristóvão acarretam a circulação de veículos de carga e descarga, conferindo fonte de emissão adicional a aproximadamente 20m do ponto de coleta de ar da estação durante os períodos da manhã e da tarde. A via de mesmo nome, que contorna o Campo de São Cristóvão, localizada a 50m da estação, é classificada como via arterial secundária. Dois postos de abastecimento, um situado a 180m a sudoeste e outro a 270m a sudeste, além de um estabelecimento com chaminé de caldeira industrial, podem ser citados como as fontes fixas de maior influência (Quadro 23).

**Quadro 22** Dados gerais Estação SÃO CRISTÓVÃO [2012]

Estação	SÃO CRISTÓVÃO
Endereço	Campo de São Cristóvão,s/n
Bairro	São Cristóvão
Região Administrativa	7ª RA – São Cristóvão
Área de Planejamento	1
Latitude	22°53'52.03"S
Longitude	43°13'18.28"O
Altura de captação da amostra	
Altura do anemômetro	

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.



**Quadro 23** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno [2012]

Fontes fixas	Total
Aeroporto	-
Atividade extrativa	-
Cemitério	4
Posto de serviço	33
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	1
Shopping center	-
Terminal rodoviário/ Garagem	1
Túnel	-
Usina de asfalto	
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	15
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	26

Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.



#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

O fator determinante da direção do vento na Estação São Cristóvão é a brisa. A proximidade com o edifício do Pavilhão de São Cristóvão parece exercer grande influência na direção nordeste/sudoeste. Medições realizadas pela estação do Alerta-Rio, a cerca de 100m da estação, demonstram ventos soprando em todas as direções. No entanto, os ventos predominantes observados estão nas direções norte/leste. Tal fato evidencia a influência do Pavilhão de São Cristóvão no escoamento local. A estação apresenta ventos de sudoeste com maior intensidade (Figura 16 e 17).

Figura 16 Rosa dos ventos Estação SÃO CRISTÓVÃO [2011]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

Figura 17 Rosa dos ventos Estação SÃO CRISTÓVÃO [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

#### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

A presença de áreas verdes é reduzida, destacando-se apenas a Quinta da Boa Vista, onde está situado o Jardim Zoológico. Existem também na área 27 exemplares do patrimônio construído tombados.

#### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, os setores censitários superpostos à área de estudo demonstram que a população residente na área do entorno seria aproximadamente 122 mil habitantes, que representam mais de 33% da população dos bairros considerados e que ocupariam cerca de 44 mil domicílios. Os grupos de idade

mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 17,4% e 18,0% dessa população (Tabelas 22 e 23).

#### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Arterial principal – Av. Brasil, Ponte Costa e Silva, Viaduto Cap. Sérgio de Carvalho, Av. Presidente Castelo Branco, Rua Teixeira Soares, Rua Mariz e Barros, Rua São Francisco Xavier. Arterial secundária – Av. Pres. João Goulart, Rua Bela, Rua Gen. Herculano Gomes, Av. Bartolomeu de Gusmão, Rua Couto de Magalhães, Rua Pref. Olímpio de Melo, Av. Maracanã, Rua Francisco Eugênio, Av. Rio de Janeiro.

Tabela 22 População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>365.407</b>	<b>121.781</b>	<b>33,3</b>	<b>139.192</b>	<b>44.139</b>	<b>31,7</b>
Benfica	25.081	16.788	66,9	7.924	5.612	70,8
Caju	20.477	14.427	70,5	6.933	4.669	67,3
Cidade Nova	5.466	403	7,4	2.202	188	8,5
Mangueira	17.835	17.835	100,0	5.634	5.634	100,0
Manguinhos	36.160	4.397	12,2	10.810	1.246	11,5
Maracanã	25.256	9.219	36,5	10.882	3.876	35,6
Praça da Bandeira	8.662	7.522	86,8	4.039	3.453	85,5
Santo Cristo	12.330	7.307	59,3	4.600	2.805	61,0
São Cristóvão	26.510	26.510	100,0	9.991	9.991	100,0
São Francisco Xavier	8.343	1.391	16,7	3.160	511	16,2
Tijuca	163.805	500	0,3	67.104	241	0,4
Vasco da Gama	15.482	15.482	100,0	5.913	5.913	100,0

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

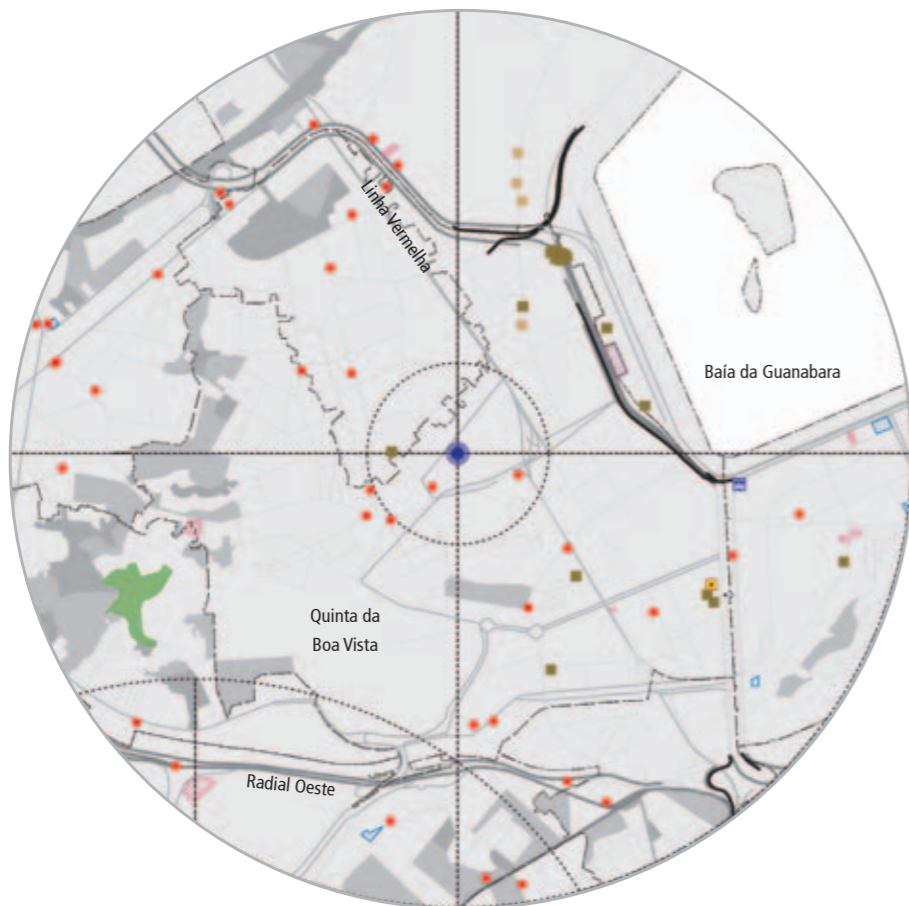
Tabela 23 População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)				
	Total do bairro	Grupos de idade (anos) %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>365.407</b>	<b>17,4</b>	<b>14,6</b>	<b>50,0</b>	<b>18,0</b>
Benfica	25.081	20,8	15,9	51,4	11,9
Caju	20.477	24,9	18,4	46,9	9,8
Cidade Nova	5.466	19,2	14,9	51,2	14,7
Mangueira	17.835	27,9	18,1	45,2	8,8
Manguinhos	36.160	28,8	17,8	47,3	6,0
Maracanã	25.256	11,1	13,2	53,3	22,3
Praça da Bandeira	8.662	12,4	12,7	52,4	22,4
Santo Cristo	12.330	20,7	15,9	51,0	12,4
São Cristóvão	26.510	16,1	15,5	52,7	15,7
São Francisco Xavier	8.343	19,1	16,1	50,6	14,1
Tijuca	163.805	13,1	12,7	50,0	24,1
Vasco da Gama	15.482	19,5	15,8	50,6	14,1

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.





Legenda

- Estação do Monitoramento da qualidade do ar
- Área de entorno - raio de 400m
- Área de entorno - raio de 2000m
- Limite de bairro [2000]
- Limite Municipal
- Sistema Viário Principal**
- Expressa
- Arterial Principal
- Arterial Secundária
- Coletora
- Logradouro local
- Túnel
- Densidade Populacional hab/km<sup>2</sup>**
- < 250
- Entre 250 e 500
- > 500
- Área acima da cota 100m
- Aeroporto
- Porto/ Marina/ Estação Hidroviária
- Shopping Center
- Terminal Rodoviário/ Garagem
- Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)
- Posto de serviço
- Cemitério
- ▲ Atividade Extrativa
- Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ
- Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos
- Obras de construção civil
- Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte
- Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos
- Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial

5 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO



5 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO





## ESTAÇÃO TIJUCA

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo do entorno no raio de 2km da Estação Tijuca abrange parcialmente os bairros da Tijuca, Rio Comprido, São Francisco Xavier, Maracanã, São Cristóvão, Mangueira, Vila Isabel, Andaraí, Alto da Boa Vista e Santa Teresa. Inclui parte das Áreas de Planejamento 1 e 2 (Quadro 24).

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

A área de estudo considerada é constituída, nos setores noroeste, nordeste e parte do sudoeste, por terreno plano, de altitude variando de 5 a 25m entre as encostas da Serra do Engenho Novo e do Maciço da Tijuca. O quadrante sudeste, constituído por parte da vertente norte do Maciço da Tijuca, apresenta extensas áreas de altas declividades e altitude acima de 500m. Quanto à ocupação do solo, apresenta-se ocupada por áreas antrópicas em sua maior parte, onde o uso predominante é o da categoria de área urbana. Destaca-se no setor sudeste a presença de áreas de vegetação natural na encosta do Maciço da Tijuca e a presença do Parque Nacional da Tijuca, subdivididas em vegetação secundária e afloramento rochoso. Concentra importante núcleo habitacional de classe média, caracterizado pela verticalização e pela alta densidade populacional, e o complexo desportivo do Maracanã, o mais antigo e principal da cidade.

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

A Praça Saens Pena situa-se junto à Rua Conde de Bonfim, classificada como via arterial secundária de grande importância para a região. Abriga uma das saídas dos usuários de metrô no município, além de comércio com grande circulação de pedestres ao longo do dia. Os edifícios ao redor da praça formam uma barreira que dificulta a circulação dos ventos e, consequentemente, a dispersão dos poluentes (Quadro 25).

**Quadro 24** Dados gerais Estação TIJUCA [2012]

Estação	TIJUCA
Endereço	Praça Saens Pena, s/n
Bairro	Tijuca
Região Administrativa	8ª RA – Tijuca
Área de Planejamento	2
Latitude	22°55'30.07"S
Longitude	43°13'57.33"O
Altura de captação da amostra	
Altura do anemômetro	

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.



**Quadro 25** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno [2012]

Fontes fixas	Total
Aeroporto	-
Atividade extrativa	-
Cemitério	-
Posto de serviço	29
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	-
Shopping center	4
Terminal rodoviário/ Garagem	-
Túnel	-
Usina de asfalto	-
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	8
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	-

Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.



#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

A Estação Tijuca apresenta uma distribuição espacial dos ventos muito diferente das demais estações da rede MonitorAr-Rio. Neste caso, não se verifica a influência direta da brisa marítima e sim da proximidade com o Maciço da Tijuca, fazendo com que seja a brisa da montanha o fator decisivo da direção predominante. A ausência de ventos do quadrante norte faz com que, nessa estação, o índice de calmaria seja elevado (Figuras 19 e 20).

**Figura 19** Rosa dos ventos Estação TIJUCA [2011]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

**Figura 20** Rosa dos ventos Estação TIJUCA [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

#### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

Parque Nacional da Tijuca. Existem também na área 3 exemplares do patrimônio construído tombados.

#### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, os setores censitários superpostos à área de estudo demonstram que a população residente na área de estudo do entorno seria aproximadamente 258 mil habitantes, que representam 56% da população dos bairros e que ocupariam cerca de 108 mil domicílios. Os grupos de idade mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 19,0% e 14,9% dessa população (Tabelas 24 e 25).

#### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Arterial principal – Rua São Francisco Xavier, Av. Presidente Castelo Branco, Rua Mariz e Barros. Arterial secundária – Av. Bartolomeu de Gusmão, Viaduto de São Cristóvão, Av. Maracanã, Boulevard 28 de Setembro, Rua Teodoro da Silva, Av. Manoel de Abreu, Rua Barão de São Francisco, Rua Barão de Mesquita, Av. Maracanã, Rua Conde de Bonfim, Rua Gen. Roca, Av. Heitor Beltrão, Rua Haddock Lobo.

**Tabela 24** População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>461.165</b>	<b>257.508</b>	<b>55,8</b>	<b>181.563</b>	<b>107.507</b>	<b>59,2</b>
Alto da Boa Vista	9.343	0	0,0	3.219	0	0,0
Andaraí	39.365	29.238	74,3	16.024	12.371	77,2
Mangueira	17.835	1.001	5,6	5.553	337	6,1
Maracanã	25.256	24.214	95,9	10.882	10.450	96,0
Rio Comprido	43.764	10.549	24,1	15.521	3.434	22,1
Santa Teresa	40.926	54	0,1	16.603	16	0,1
São Cristóvão	26.510	1.368	5,2	9.964	633	6,4
São Francisco Xavier	8.343	1.575	18,9	3.160	580	18,4
Tijuca	163.805	140.677	85,9	67.104	58.939	87,8
Vila Isabel	86.018	48.832	56,8	33.533	20.747	61,9

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

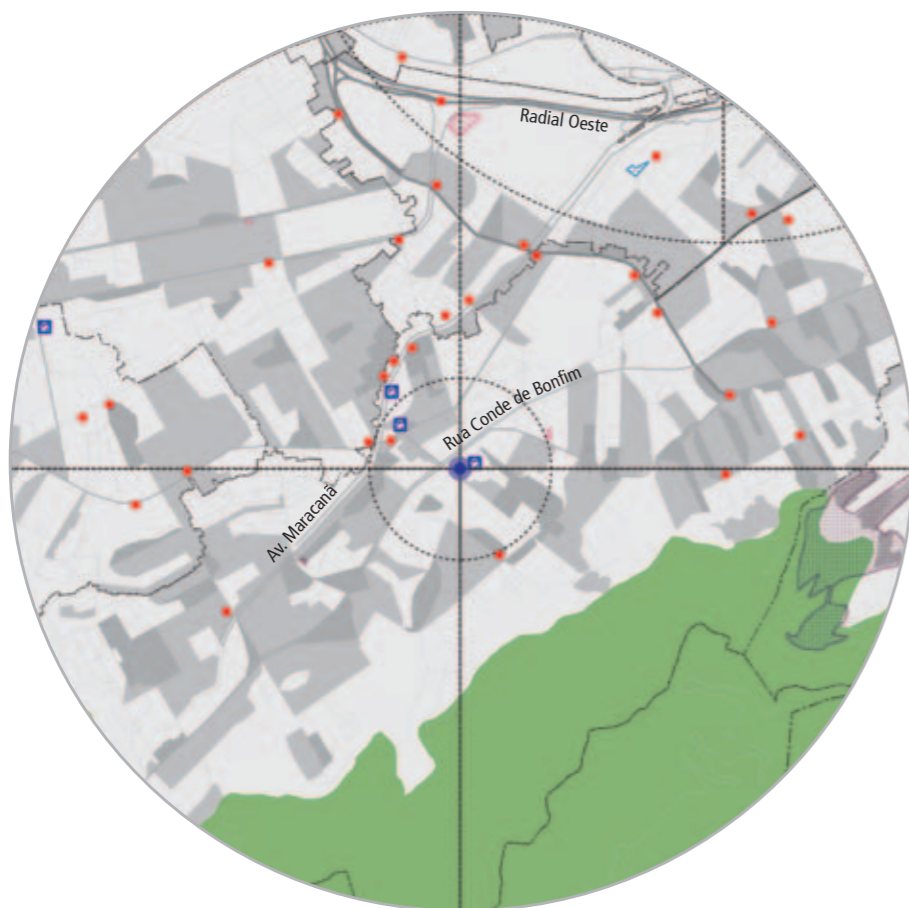
**Tabela 25** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	Total do bairro	População (1) (hab)			
		Grupos de idade (anos) %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>461.165</b>	<b>19,0</b>	<b>16,2</b>	<b>50,0</b>	<b>14,9</b>
Alto da Boa Vista	9.343	18,9	14,2	49,5	17,4
Andaraí	39.365	14,5	13,5	51,4	20,6
Mangueira	17.835	27,9	18,1	45,2	8,8
Maracanã	25.256	11,1	13,2	53,3	22,3
Rio Comprido	43.764	19,0	16,2	50,0	14,9
Santa Teresa	40.926	17,2	15,4	54,3	13,1
São Cristóvão	26.510	16,1	15,5	52,7	15,7
São Francisco Xavier	8.343	19,1	16,1	50,6	14,1
Tijuca	163.805	13,1	12,7	50,0	24,1
Vila Isabel	86.018	15,4	13,8	51,0	19,8

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.





Legenda

- Estação do Monitoramento da qualidade do ar
- Área de entorno - raio de 400m
- Área de entorno - raio de 2000m
- Limite de bairro [2000]
- Limite Municipal
- Sistema Viário Principal**
  - Expressa
  - Arterial Principal
  - Arterial Secundária
  - Coletora
  - Logradouro local
  - Túnel
- Densidade Populacional hab/km²**
  - < 250
  - Entre 250 e 500
  - > 500
  - Área acima da cota 100m
- Aeroporto
- Porto/ Marina/ Estação Hidroviária
- Shopping Center
- Terminal Rodoviário/ Garagem
- Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)
- Posto de serviço
- Cemitério
- Atividade Extrativa
- Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ
- Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos
- Obras de construção civil
- Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte
- Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos
- Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial

CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO

5



CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO

5





## ESTAÇÃO IRAJÁ

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo no raio de 2km da Estação Irajá está localizada na área central do bairro de mesmo nome e abrange parcialmente os bairros de Jardim América, Vigário Geral, Parada de Lucas, Cordovil, Brás de Pina, Vila da Penha, Irajá, Colégio, Coelho Neto, Acari e Parque Colúmbia. Apenas o bairro de Vista Alegre encontra-se integralmente no interior de seus limites. A área está totalmente incluída na Área de Planejamento 3 (Quadro 26).

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

A área é constituída de elevações suaves, que não ultrapassam os 70m de altitude. Os pontos mais altos estão situados nos quadrantes sudoeste e sudeste. Quanto ao uso do solo, a área é totalmente ocupada pela categoria de área antrópica, subdividida pelas categorias de área urbana, vegetação arbóreo-arbustiva e vegetação gramíneo-lenhosa, sendo a maior parte dessas nos quadrantes noroeste e nordeste.

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

A Praça Nossa Senhora da Apresentação se destaca pelas atividades comerciais e pela presença do Cemitério de Irajá e da Nave do Conhecimento, situada na mesma praça. Quatro postos de abastecimento ficam situados no raio de 400m da estação, sendo o mais próximo distante em 240m. A Estrada da Água Grande é considerada arterial principal e fica localizada a aproximadamente 112m do ponto de monitoramento (Quadro 27).

**Quadro 26** Dados gerais Estação IRAJÁ [2012]

Estação	IRAJÁ
Endereço	Praça N. S. da Apresentação (em frente ao Cemitério de Irajá)
Bairro	Irajá
Região Administrativa	14ª RA – IRAJÁ
Área de Planejamento	3
Latitude	22°49'53"71S
Longitude	43°19'36.71"O
Altura de captação da amostra	4m
Altura do anemômetro	10m

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.



**Quadro 27** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno [2012]

Fontes fixas	Total
Aeroporto	-
Atividade extrativa	1
Cemitério	1
Posto de serviço	33
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	-
Shopping center	-
Terminal rodoviário/ Garagem	-
Túnel	-
Usina de asfalto	-
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	7
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	26

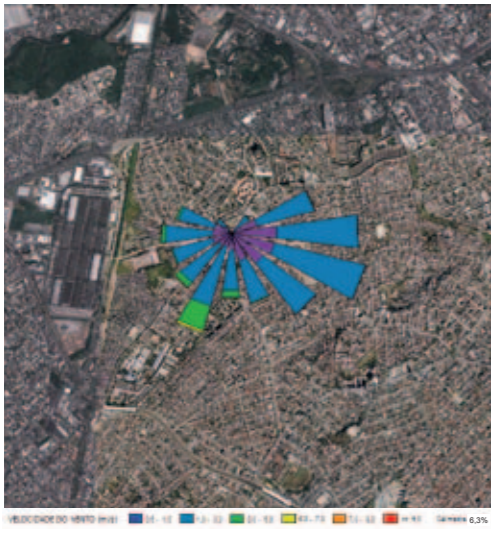
Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.



#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

A Estação Irajá não está localizada em uma região próxima ao mar. Sofre ainda, porém, influência do efeito da brisa, que avança para o interior da cidade. Tal fato fica ressaltado ao observar que a direção predominante dos ventos leste/sudeste, na região, coincide com a posição do mar. Já na direção de maior intensidade dos ventos, sudoeste, a posição em áreas mais elevadas do bairro caracteriza um efeito de brisa de montanha (Figura 22).

Figura 22 Rosa dos ventos Estação IRAJÁ [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

#### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

Existem na área dois exemplares do patrimônio construído tombados.

#### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, os setores censitários superpostos à área de estudo demonstram que a população residente na área de estudo do entorno seria de aproximadamente 196 mil habitantes, que representam 42% da população dos bairros e que ocupariam cerca de 71 mil domicílios. Os grupos de idade mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 19,7% e 15,0% dessa população (Tabelas 26 e 27).

#### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Arterial principal – Av. Brasil, Rua Hannibal Porto, Estrada da Água Grande, Rua Monsenhor Félix, Trevo das Margaridas. Arterial secundária – Av. Automóvel Club, Estrada Padre Roser, Av. Pastor Martin Luther King.

Tabela 26 População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>468.267</b>	<b>196.253</b>	<b>41,9</b>	<b>165.674</b>	<b>70.923</b>	<b>42,8</b>
Acari	27.347	24.914	91,1	8.368	7.752	92,6
Brás de Pina	59.222	9.987	16,9	20.753	3.554	17,1
Coelho Neto	32.423	8.704	26,8	11.909	3.158	26,5
Colégio	29.245	28.107	96,1	10.078	9.702	96,3
Cordovil	45.202	6.231	13,8	15.720	2.259	14,4
Irajá	96.382	85.331	88,5	35.506	31.839	89,7
Jardim América	25.226	3.918	15,5	8.946	1.507	16,8
Parada de Lucas	23.923	3.437	14,4	7.705	1.265	16,4
Parque Colúmbia	9.202	1.562	17,0	3.253	625	19,2
Rocha Miranda	44.188	1.985	4,5	16.023	726	4,5
Vigário Geral	41.820	2.021	4,8	14.080	810	5,8
Vila da Penha	25.465	11.434	44,9	10.145	4.538	44,7
Vista Alegre	8.622	8.622	100	3.188	3.188	100

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

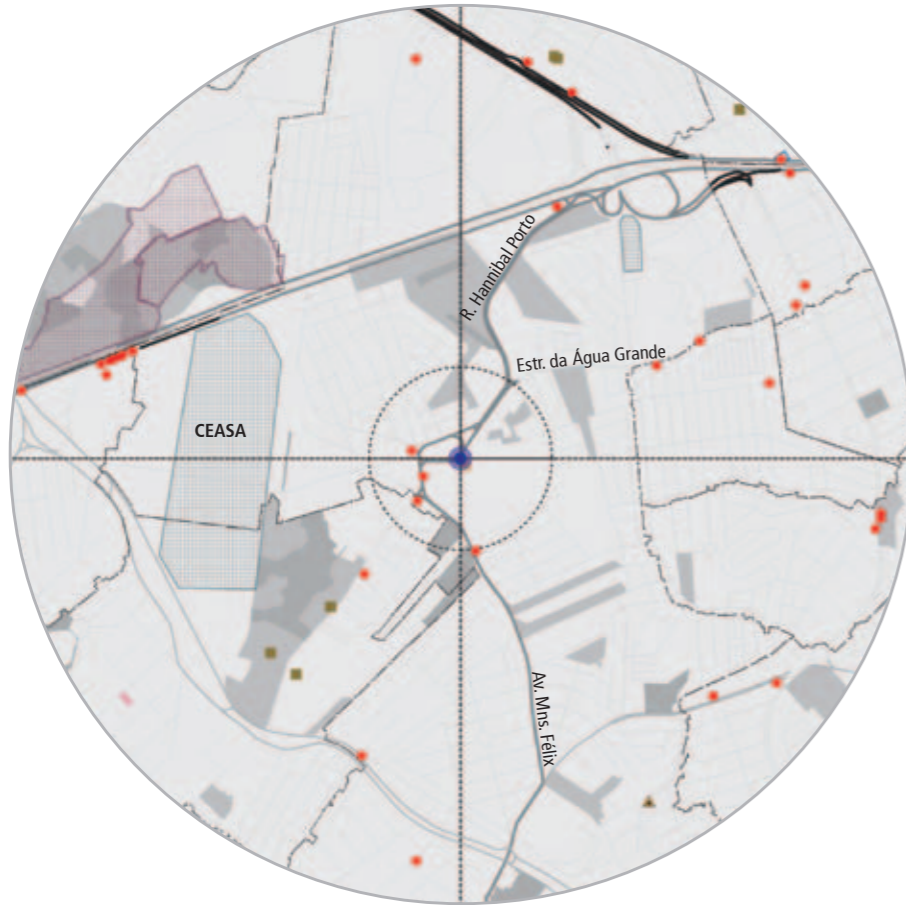
Tabela 27 População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	Total do bairro	População (1) (hab)			
		Grupos de idade (anos) %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>468.267</b>	<b>19,7</b>	<b>15,8</b>	<b>49,4</b>	<b>15,0</b>
Acari	27.347	28,9	19,0	45,1	7,0
Brás de Pina	59.222	18,7	15,9	49,9	15,5
Coelho Neto	32.423	19,8	14,6	49,9	15,6
Colégio	29.245	22,3	16,1	49,7	11,9
Cordovil	45.202	20,7	16,5	48,2	14,6
Irajá	96.382	16,4	13,9	51,1	18,7
Jardim América	25.226	17,4	16,8	51,1	14,6
Parada de Lucas	23.923	22,8	19,6	46,0	11,6
Parque Colúmbia	9.202	23,2	16,7	48,8	11,3
Rocha Miranda	44.188	19,7	15,2	49,9	15,2
Vigário Geral	41.820	23,9	18,5	46,7	11,0
Vila da Penha	25.465	13,7	12,3	52,8	21,2
Vista Alegre	8.622	14,3	13,3	52,2	20,2

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.





Legenda

● Estação do Monitoramento da qualidade do ar	✈ Aeroporto
○ Área de entorno - raio de 400m	⚓ Porto/ Marina/ Estação Hidroviária
□ Área de entorno - raio de 2000m	🛍 Shopping Center
▭ Limite de bairro [2000]	🚗 Terminal Rodoviário/ Garagem
▭ Limite Municipal	🏠 Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)
<b>Sistema Viário Principal</b>	● Posto de serviço
— Expressa	⚰ Cemitério
— Arterial Principal	⚠ Atividade Extrativa
— Arterial Secundária	🏭 Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ
— Coletora	🗑 Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos
— Logradouro local	🏗 Obras de construção civil
— Túnel	🏗 Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte
<b>Densidade Populacional hab/km²</b>	🚰 Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos
☐ < 250	🏭 Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial
☐ Entre 250 e 500	
☐ > 500	
🟢 Área acima da cota 100m	





## ESTAÇÃO BANGU

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo no raio de 2km da Estação Bangu abrange parcialmente os bairros de Bangu, Senador Camará e Padre Miguel. A área está totalmente incluída na Área de Planejamento 5 (Quadro 28).

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

A área de estudo considerada é constituída por terrenos de baixada nos setores noroeste e nordeste, com altitudes em torno de 40m. Nos setores sudoeste e sudeste há forte variação do terreno e áreas de altas declividades da encosta do Maciço da Pedra Branca, que ultrapassam a cota de 500m. Quanto ao uso do solo, a ocupação predominante é pelas áreas antrópicas. Nos setores noroeste e nordeste prevalece a categoria de área urbana. Nos setores sudoeste e sudeste observa-se também a presença de áreas de vegetação natural, representada pela classe de vegetação secundária, que convive estreitamente com porções de vegetação arbóreo-arbustiva e vegetação gramíneo-lenhosa e consideráveis áreas de reflorestamento. Nos setores nordeste e sudeste, há ainda áreas da classe de exploração mineral. Como parte integrante da Área de Planejamento 5, a área pode ser considerada de expansão urbana, ao mesmo tempo que concentra núcleos habitacionais de média e baixa renda, indústrias e atividade rural.

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

A edificação mais próxima encontra-se a aproximadamente 25m ao sul da estação, possuindo 8 m de altura, não se caracterizando como anteparo para a dispersão de ventos no local. A via de tráfego situada a 7m ao norte apresenta fluxo veicular reduzido, sendo denominada como via local. Entre as principais fontes fixas de emissões atmosféricas destacam-se dois postos de serviço de abastecimento, estando o mais próximo localizado a 305m da estação (Quadro 29).

**Quadro 28** Dados gerais Estação BANGU [2012]

Estação	BANGU
Endereço	Rua Mongólia, s/n (Espaço de Desenvolvimento Infantil Prof.ª Tânia Maria Larrubia Gomes)
Bairro	Bangu
Região Administrativa	17ª RA – BANGU
Área de Planejamento	5
Latitude	22°53'16.53"S
Longitude	43°28'15.91"O
Altura de captação da amostra	4m
Altura do anemômetro	10m

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.



**Quadro 29** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno [2012]

Fontes fixas	Total
Aeroporto	-
Atividade extrativa	3
Cemitério	-
Posto de serviço	8
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	-
Shopping center	-
Terminal rodoviário/ Garagem	-
Túnel	-
Usina de asfalto	-
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	8
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	1

Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.





#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

A Estação Bangu está situada em uma região de vale entre dois maciços da cidade do Rio de Janeiro, Gericinó e Pedra Branca. Desta forma, pode-se constatar que os ventos predominantes na estação estão relacionados à brisa de montanha, o que caracteriza as direções sudoeste e noroeste como as principais influências em termos da direção dos ventos nessa localidade. Tal fator contribui para a dispersão dos poluentes na região (Figura 23).

Figura 23 Rosa dos ventos Estação BANGU [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

#### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

A área abrange pequeno trecho do Parque Estadual da Pedra Branca. Existem também na área nove exemplares do patrimônio construído tombados.

#### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, os setores censitários superpostos à área de estudo demonstram que a população residente do entorno seria aproximadamente 136 mil habitantes, que representam cerca de 33,0% da população dos bairros e que ocupariam um total de 48 mil domicílios. Os grupos de idade mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 21,8,0% e 12,6% dessa população (Tabelas 28 e 29).

#### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Arterial principal – Av. Santa Cruz.

Tabela 28 População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>412.868</b>	<b>136.314</b>	<b>33,0</b>	<b>144.304</b>	<b>48.498</b>	<b>33,6</b>
Bangu	243.125	85.214	35,0	83.510	30.497	39,7
Padre Miguel	64.228	10.146	15,8	23.360	3.547	16,8
Senador Camará	105.515	40.954	38,8	37.434	14.454	42,5

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

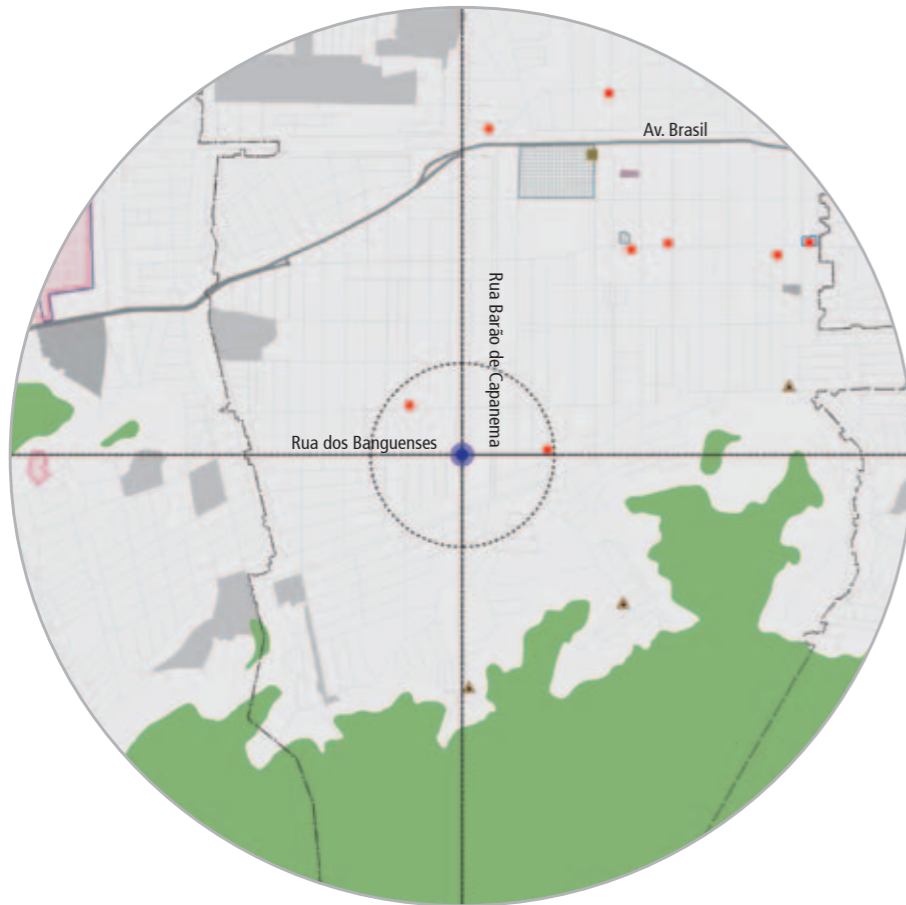
(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

Tabela 29 População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)				
	Total do bairro	Grupos de idade (anos) %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>412.868</b>	<b>21,79</b>	<b>16,43</b>	<b>49,18</b>	<b>12,60</b>
Bangu	243.125	21,6	16,5	49,3	12,6
Padre Miguel	64.228	20,3	15,4	50,0	14,3
Senador Camará	105.515	23,1	17,0	48,3	11,6

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.



Legenda

- Estação do Monitoramento da qualidade do ar
- Área de entorno - raio de 400m
- Área de entorno - raio de 2000m
- Limite de bairro [2000]
- Limite Municipal
- Sistema Viário Principal**
- Expressa
- Arterial Principal
- Arterial Secundária
- Coletora
- Logradouro local
- Túnel
- Densidade Populacional hab/km²**
- < 250
- Entre 250 e 500
- > 500
- Área acima da cota 100m
- Aeroporto
- Porto/ Marina/ Estação Hidroviária
- Shopping Center
- Terminal Rodoviário/ Garagem
- Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)
- Posto de serviço
- Cemitério
- ▲ Atividade Extrativa
- Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ
- Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos
- Obras de construção civil
- Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte
- Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos
- Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial





## ESTAÇÃO CAMPO GRANDE

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo no raio de 2km da Estação Campo Grande abrange parcialmente os bairros de Campo Grande e Senador Vasconcelos. A área está totalmente incluída na Área de Planejamento 5 (Quadro 30).

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

A área de estudo considerada situa-se entre as serras de Paciência e Inhoaíba. É constituída por terrenos de pequenas elevações em todos os quadrantes, que variam de altitudes entre 15 e 200m. Quanto ao uso do solo, os setores noroeste, nordeste e sudoeste são totalmente ocupados por áreas antrópicas, com a predominância da categoria de área urbana e porções menores de vegetação arbóreo-arbustiva e vegetação gramíneo-lenhosa. No setor sudeste, apesar de também predominar a classe de área urbana, observa-se significativa área de reflorestamento na Serra da Paciência e a presença de fragmentos de vegetação secundária como a única porção de área natural. Como parte integrante da Área de Planejamento 5, pode ser considerada de expansão urbana, e ao mesmo tempo concentra núcleos habitacionais de média e baixa renda, indústrias e atividade rural.

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

O ponto de monitoramento sofre influência do estacionamento situado a 45m a noroeste, além da via de tráfego considerada arterial principal, distante cerca de 110m. Um ponto final de ônibus localizado a menos de 30m da estação afeta a qualidade do ar local. Uma estação de tratamento de esgoto contribui como fonte fixa na região (Quadro 31).

**Quadro 30** Dados gerais Estação CAMPO GRANDE [2012]

Estação	CAMPO GRANDE
Endereço	Praça Maina, n° 1 (Escola Municipal Che Guevara)
Bairro	Campo Grande
Região Administrativa	18ª RA– Campo Grande
Área de Planejamento	5
Latitude	22°53'10.25"S
Longitude	43°33'24.12"O
Altura de captação da amostra	4m
Altura do anemômetro	10m

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.



**Quadro 31** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno [2012]

Fontes fixas	Total
Aeroporto	-
Atividade extrativa	-
Cemitério	-
Posto de serviço	12
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	-
Shopping center	2
Terminal rodoviário/ Garagem	1
Túnel	-
Usina de asfalto	-
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	8
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	1

Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.



#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

A Estação Campo Grande encontra-se a leste da Estação Bangu, em uma região a norte/nordeste do Maciço de Gericinó, e a sudeste encontra-se o oceano. Tal condição geográfica é favorável à influência da brisa, que acaba sendo a condição dominante de ventos na região. Assim, as direções predominantes são de nordeste/sudeste (Figura 24).

Figura 24 Rosa dos ventos Estação CAMPO GRANDE [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

#### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

Não existem áreas protegidas na região de estudo. Existe na área um exemplar do patrimônio construído tombado.

#### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, os setores censitários superpostos à área de estudo demonstram que a população residente do entorno seria de aproximadamente 104 mil habitantes, que representam 29% da população dos bairros considerados e que ocupariam cerca de 39 mil domicílios. Os grupos de idade mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 21,0% e 12,5% dessa população (Tabelas 30 e 31).

#### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Arterial principal – Estrada Rio-São Paulo, Estrada do Rio do A, Estrada do Mendanha, Estrada das Capoeiras, Estrada da Caroba, Av.Cesário de Melo, Rua Artur Rios. Arterial secundária – Estrada da Posse.

Tabela 30 População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>358.970</b>	<b>103.607</b>	<b>28,9</b>	<b>130.684</b>	<b>38.871</b>	<b>29,7</b>
Campo Grande	328.370	95.105	29,0	119.411	35.743	29,9
Senador Vasconcelos	30.600	8.502	27,8	11.273	3.128	27,7

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

Tabela 31 População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	Total do bairro	População (1) (hab)			
		Grupos de idade (anos) %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>358.970</b>	<b>21,0</b>	<b>15,8</b>	<b>50,7</b>	<b>12,5</b>
Campo Grande	328.370	20,9	15,7	50,7	12,6
Senador Vasconcelos	30.600	21,7	16,4	50,4	11,5

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.





Legenda

- Estação do Monitoramento da qualidade do ar
- Área de entorno - raio de 400m
- Área de entorno - raio de 2000m
- Limite de bairro [2000]
- Limite Municipal
- Sistema Viário Principal**
- Expressa
- Arterial Principal
- Arterial Secundária
- Coletora
- Logradouro local
- Túnel
- Densidade Populacional hab/km²**
- < 250
- Entre 250 e 500
- > 500
- Área acima da cota 100m
- Aeroporto
- Porto/ Marina/ Estação Hidroviária
- Shopping Center
- Terminal Rodoviário/ Garagem
- Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)
- Posto de serviço
- Cemitério
- ▲ Atividade Extrativa
- Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ
- Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos
- Obras de construção civil
- Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte
- Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos
- Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial

5 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO



5 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO





## ESTAÇÃO PEDRA DE GUARATIBA

### 1. DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

A área de estudo no raio de 2km da estação abrange parcialmente os bairros de Pedra de Guaratiba e Guaratiba. A área está totalmente incluída na Área de Planejamento 5 (Quadro 32).

### 2. RELEVO E COBERTURA VEGETAL

A maior parte da área de estudo considerada está situada em terrenos de baixada junto à orla. Apenas no setor noroeste observa-se a elevação do terreno que, entretanto, não alcança a cota 100m. Os setores sudoeste e sudeste são constituídos em sua maior parte por alagadiços, pela faixa litorânea da Baía de Sepetiba e pelo mar. Quanto ao uso do solo, apesar da grande porção de áreas antrópicas representada pela área urbana nos setores noroeste e nordeste, essa não chega a ser predominante e coexiste com áreas de vegetação arbóreo-arbustiva e vegetação gramíneo-lenhosa. Predominam nas direções nordeste, sudeste e noroeste as áreas naturais das classes de campos salinos, mangues e praia junto à barra do Rio Piraquê. A baixa densidade populacional e as grandes áreas de preservação são as principais características da área.

### 3. USO DO SOLO E FONTES DE EMISSÕES

A região possui pequenas atividades comerciais e ocupação residencial esparsa, com predomínio de unidades unifamiliares. O bairro recebeu, em 2012, um corredor de transporte do BRT (Transoeste), situado a 3km da estação, sendo considerada uma via arterial primária. Por se tratar de localidade com baixo fluxo veicular e de pedestres, os parâmetros monitorados visam a caracterizar a influência da poluição fotoquímica carreada pelos ventos através de dispersão atmosférica (Quadro 33).

**Quadro 32** Dados gerais  
Estação PEDRA DE GUARATIBA [2012]

Estação	PEDRA DE GUARATIBA
Endereço	Rua Sold. Antônio de Paula, s/n (Escola Municipal Myrthes Wenzel)
Bairro	Pedra de Guaratiba
Região Administrativa	26ª RA – Guaratiba
Área de Planejamento	5
Latitude	23° 0'15.90"S
Longitude	43°37'44.65"O
Altura de captação da amostra	4 m
Altura do anemômetro	10 m

Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.



**Quadro 33** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno [2012]

	Fontes fixas	Total
Aeroporto	-	-
Atividade extrativa	-	1
Cemitério	-	-
Posto de serviço	-	-
Porto/ Marina/ Terminal hidroviário	-	-
Shopping center	-	-
Terminal rodoviário/ Garagem	-	-
Túnel	-	-
Usina de asfalto	-	-
Atividade com potencial poluidor licenciada pela SMAC	-	1
Atividade com potencial poluidor licenciada pelo INEA	-	-

Fonte: PCRJ/SMAC/CGCA/CCA – Gerência de Estudos e Controle Ambiental, PCRJ/SMAC/CMA/GMT – Gerência de Monitoramento Territorial, PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar, PCRJ/SMAC/CPA/GPA – Gerência de Proteção Ambiental, PCRJ/SMTR – Secretaria Municipal de Transportes, PCRJ/SMU – Instituto Pereira Passos, ANP – Agência Nacional de Petróleo, INEA – Instituto Estadual do Ambiente, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010.





#### 4. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

A Estação Pedra de Guaratiba tem condição similar à de Copacabana, no que diz respeito à proximidade com o mar e a influência que sofre do efeito de brisa. Porém, com o diferencial de não haver construções próximas que possam exercer qualquer tipo de influência sobre a circulação dos ventos. Assim, as direções predominantes na região são de nordeste/sudeste, com boa condição para a dispersão de poluentes (Figura 25).

**Figura 25** Rosa dos ventos Estação PEDRA DE GUARATIBA [2012]



Fonte: PCRJ/SMAC/CMA-GMAR – Gerência de Monitoramento do Ar.

#### 5. PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL

A área abrange trecho das APA's do Morro do Silvério, da Orla da Baía de Sepetiba e da Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba. Existe também na área 1 exemplar do patrimônio construído tombado.

#### 6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com os dados do Censo de 2010, os setores censitários superpostos à área de estudo demonstram que a população residente na área do entorno seria de aproximadamente 21 mil habitantes, que representam 18% da população dos bairros considerados e que ocupariam cerca de 9 mil domicílios. Os grupos de idade mais sensíveis aos efeitos da poluição atmosférica, crianças e idosos, representam respectivamente parcelas de 25,3% e 9,5% dessa população (Tabelas 32 e 33).

#### 7. SISTEMA VIÁRIO COM ELEVADO POTENCIAL DE EMISSÃO POR FONTES MÓVEIS

Não é cortada por vias arteriais.

**Tabela 32** População residente dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)			Domicílio (2)		
	Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km		Total do bairro	Na área do entorno da estação 2 km	
		Total	%		Total	%
<b>Total</b>	<b>119.537</b>	<b>21.188</b>	<b>17,7</b>	<b>46.374</b>	<b>9.058</b>	<b>19,5</b>
Guaratiba	110.049	12.426	11,3	41.608	4.676	11,2
Pedra de Guaratiba	9.488	8.762	92,3	4.766	4.382	91,9

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.

(2) Considerados os domicílios particulares permanentes ocupados dos setores censitários superpostos à área de estudo.

**Tabela 33** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno [2010]

Bairro	População (1) (hab)				
	Total do bairro	Grupos de idade (anos) %			
		0 a 14 (infantil)	15 a 24 (jovem)	25 a 59 (adulto)	60 e mais (idoso)
<b>Total</b>	<b>119.537</b>	<b>25,32</b>	<b>16,81</b>	<b>48,43</b>	<b>9,45</b>
Guaratiba	110.049	25,8	17,0	48,3	8,9
Pedra de Guaratiba	9.488	19,5	14,7	50,2	15,6

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario>. Acesso 15/01/2013. PCRJ/SMAC/CMA/GMAR – Cálculo percentual na área de estudo do entorno.

(1) População aproximada calculada a partir do total dos setores censitários superpostos à área de estudo.



Legenda

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estação do Monitoramento da qualidade do ar</li> <li>○ Área de entorno - raio de 400m</li> <li>○ Área de entorno - raio de 2000m</li> <li>□ Limite de bairro [2000]</li> <li>□ Limite Municipal</li> </ul> <p><b>Sistema Viário Principal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Expressa</li> <li>— Arterial Principal</li> <li>— Arterial Secundária</li> <li>— Coletora</li> <li>— Logradouro local</li> <li>— Túnel</li> </ul> <p><b>Densidade Populacional hab/km<sup>2</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 250</li> <li>Entre 250 e 500</li> <li>&gt; 500</li> <li>Área acima da cota 100m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✈ Aeroporto</li> <li>⚓ Porto/ Marina/ Estação Hidroviária</li> <li>🛍 Shopping Center</li> <li>🚗 Terminal Rodoviário/ Garagem</li> <li>🏗 Licenciamento INEA/ SEA - ERJ (2007)</li> <li>🛑 Posto de serviço</li> <li>🏘 Cemitério</li> <li>⚠ Atividade Extrativa</li> <li>🏭 Usina de asfalto/ SMO/ PCRJ</li> <li>🗑 Abastecimento/ Estocagem, tratamento e disposição de resíduos não urbanos</li> <li>🏗 Obras de construção civil</li> <li>🏗 Obras de estruturas, serviços geotécnicos, derrocamentos e demolições de obras de arte</li> <li>🚰 Abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, processamento e disposição de resíduos</li> <li>🏭 Indústrias de transformação e serviços de natureza industrial</li> </ul>
--	--

CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO

5



CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ESTAÇÕES DO PROGRAMA MONITORAR-RIO

5





# 6

## RESULTADOS DO MONITORAMENTO

Os dados de concentração dos poluentes medidos pela rede do MonitorAr-Rio passam por avaliação diária, para análise de consistência. A médio e a longo prazo, avaliações adicionais são realizadas para identificação de perfis em desajuste com a série histórica de dados. Muito embora tais procedimentos sejam adotados, a alta sensibilidade dos equipamentos, somada à carga de operação contínua, pode levar a medições de dados espúrios.

Buscou-se avaliar o comportamento dos poluentes em cada uma das estações da rede de monitoramento por meio de perfis:

### 1. Perfil horário

Média horária dos poluentes para os dados obtidos pelo monitoramento ao longo dos anos de 2011 e 2012. Este comportamento indica os horários dos picos de concentração, para cada poluente, medidos nas estações da rede. O cálculo da média horária considera os dados de todo o ano de monitoramento, minimizando a influência da sazonalidade nos resultados, sem desconsiderar a influência das condições meteorológicas locais;

### 2. Perfil sazonal

Média sazonal dos poluentes para os dados obtidos pelo monitoramento. Foram adotadas as médias calculadas para cada estação climática: verão, outono, inverno e primavera. A análise da média sazonal não faz distinção das variações na concentração dos poluentes ao longo do dia;

### 3. Perfil anual

Apresentado apenas para os poluentes que registraram violações do padrão da Resolução CONAMA 3/90, o perfil anual mostra as médias estabelecidas pela referida resolução para cada poluente. As oscilações diárias de concentração são observadas neste perfil, o que dificulta a interpretação dos dados.



## 6.1. Estação CENTRO

Dois importantes aspectos da área no entorno da Estação Centro merecem ser apontados: a concentração de bens culturais tombados e a presença de estabelecimentos comerciais e de serviços. A grande quantidade de escritórios e sedes de empresas confere à região a existência de uma população flutuante, que se expõe diariamente às condições da qualidade do ar local.

Localizada em uma área distante de atividades industriais, a Estação Centro sofre forte influência de fontes móveis. A proximidade com o mar e a disposição das edificações leva à caracterização de vento predominante das direções leste e nordeste. O monitoramento apresenta registros de baixas concentrações para monóxido de carbono, dióxido de enxofre e partículas inaláveis. Apenas para o poluente ozônio ocorreram violações do padrão de qualidade do ar.

### MONÓXIDO DE CARBONO

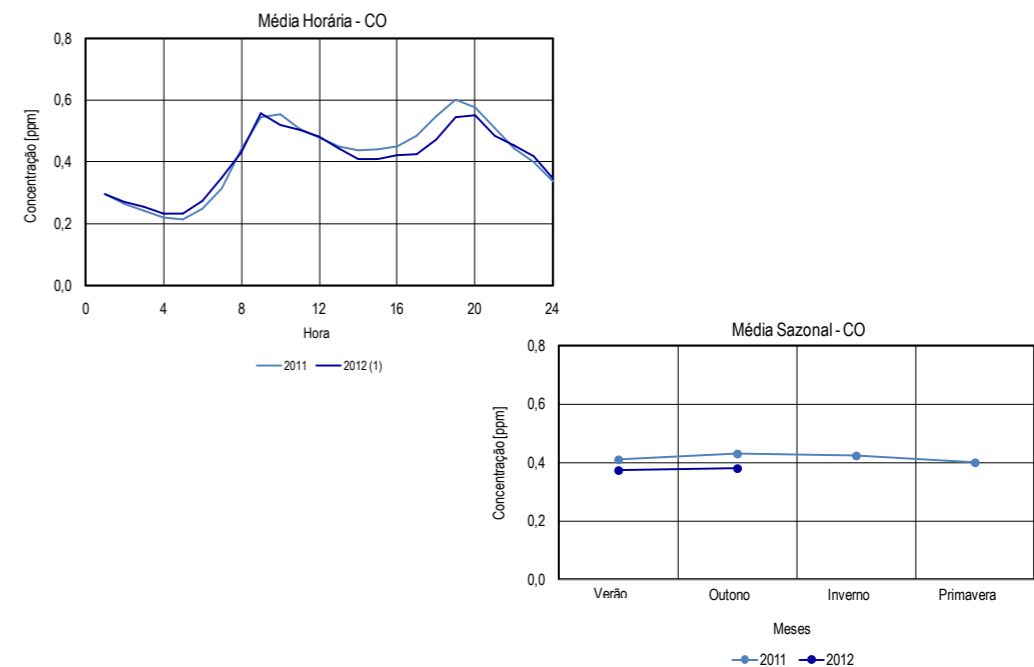
Os valores das médias de uma hora e de oito horas para o monóxido de carbono, em 2011 e 2012, mostram que as concentrações não ultrapassaram os padrões fixados pela Resolução CONAMA 03/90, de 35ppm para concentração média de uma hora, e 9ppm para concentração média de oito horas. Não houve períodos de violação dos limites regulamentados.

Ao longo do dia, as concentrações de monóxido de carbono se elevam em dois horários: no período da manhã e no fim da tarde (Gráfico 9). A curva de média horária para o ano de 2012 apresenta comportamento semelhante ao observado em 2011, embora não compreenda o período entre 10/05 e 27/11.

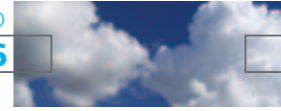
Durante o ano, os resultados do monitoramento não apresentaram queda ou elevação significativa para as diferentes estações climáticas. O comportamento desse poluente ficou bem caracterizado para 2011, porém não para o ano seguinte. Os dados gerados entre maio e novembro de 2012 foram desconsiderados, após uma avaliação de longo prazo, não permitindo melhores comparações com o inverno e a primavera do ano anterior (Gráfico 9). O comportamento do poluente ao longo de 2011, somado à semelhança entre os perfis de média horária para os dois anos de monitoramento, reforça a indicação de pouca variabilidade na concentração desse poluente ao longo do ano.

#### Gráfico 9 Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação Centro

NOTA: A curva de Média Horária – CO para o ano de 2012 não compreende os dados do período entre 10/05 a 27/11.







## DIÓXIDO DE ENXOFRE

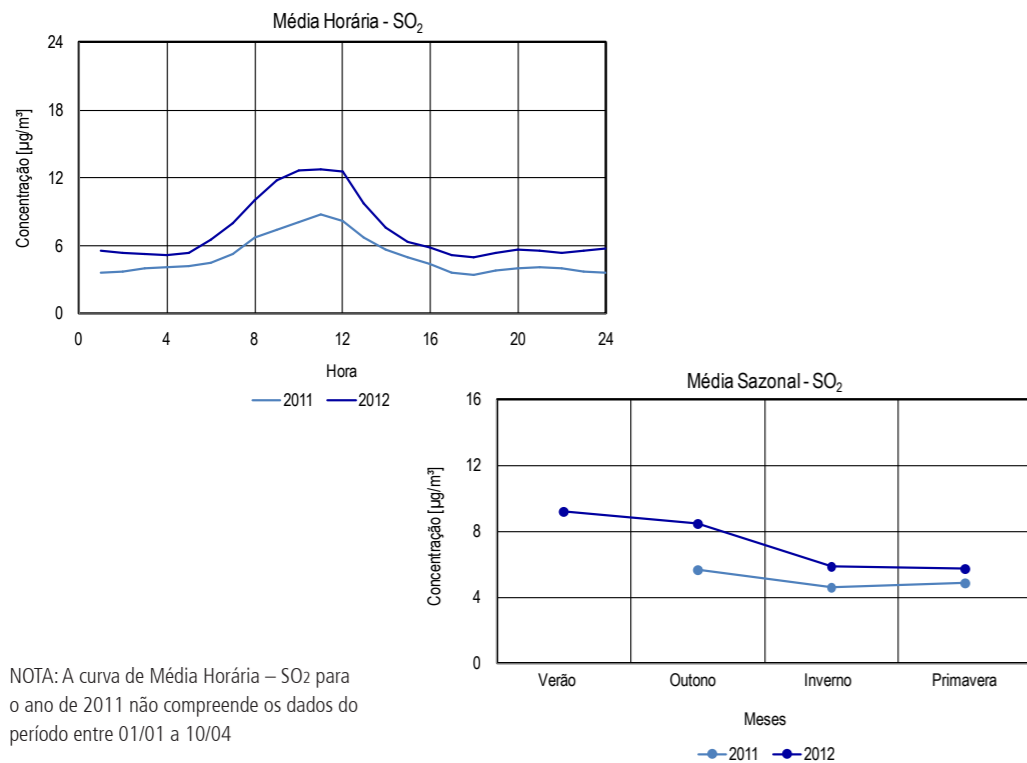
As concentrações médias de 24 horas para o dióxido de enxofre, observadas durante os anos de 2011 e 2012, não alcançaram 10% do padrão fixado pela Resolução CONAMA 03/90, de 365µg/m³. Cabe ressaltar, ainda, que não houve violação do padrão anual de qualidade do ar, de 80µg/m³.

Na Estação Centro, as concentrações do dióxido de enxofre se elevam pela manhã, permanecendo mais altas até o início da tarde (Gráfico 10). Os registros desconsiderados para o período entre 01/01 e 10/04/2011 influenciaram o perfil de média horária para o poluente, impossibilitando

uma comparação direta entre os anos de 2011 e 2012. Porém, nota-se um comportamento qualitativo semelhante.

No decorrer do ano de 2012, os meses de verão e outono apresentaram concentrações de SO<sub>2</sub> mais elevadas (Gráfico 10). A média anual para 2012, igual a 7,26µg/m³, apresentou valor mais elevado quando comparada à média para 2011, igual a 5,02µg/m³. Além da falha na série temporal, fatores de difícil controle, como tempo de parada dos ônibus em pontos próximos à estação ou mesmo diferenças meteorológicas entre os dois anos, podem ter influenciado a variação apontada pelos dados de concentração.

**Gráfico 10** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação CENTRO



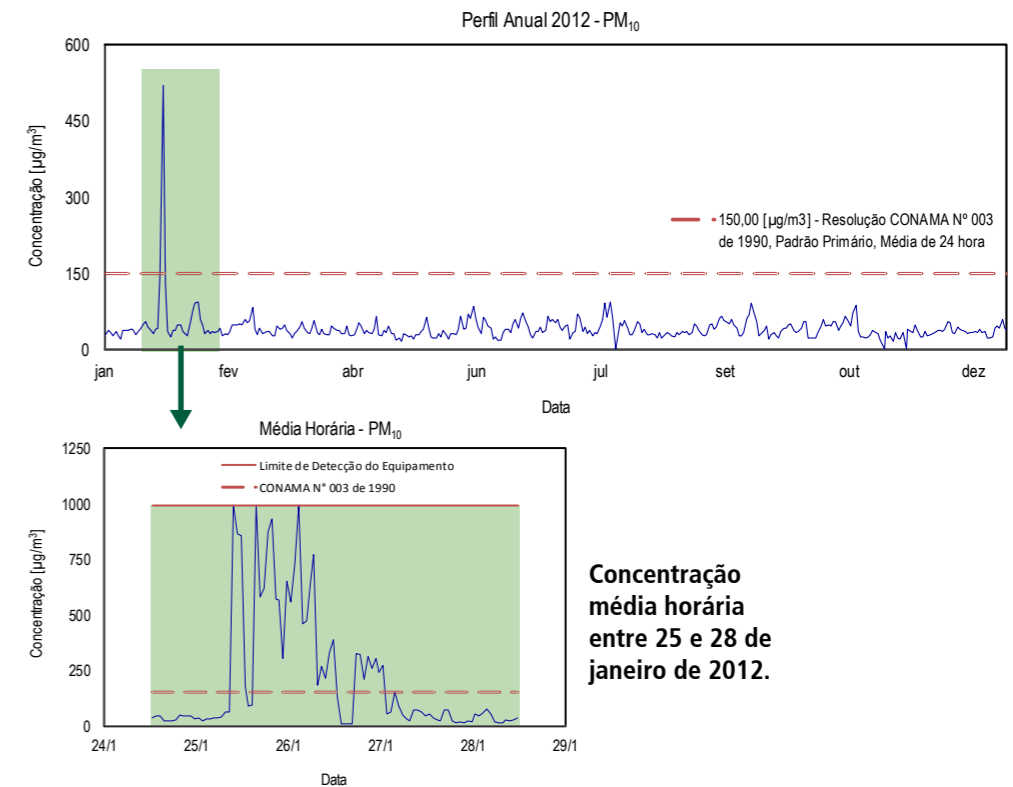
NOTA: A curva de Média Horária – SO<sub>2</sub> para o ano de 2011 não compreende os dados do período entre 01/01 a 10/04

## PARTÍCULAS INALÁVEIS

Na Estação Centro não se observaram violações do padrão CONAMA, de 150µg/m³ para médias de 24 horas, com exceção do episódio da queda de três edifícios ao lado do Teatro Municipal, no qual foi observada uma concentração média de 24 horas máxima igual a 520,4µg/m³ (Gráfico 11). O desmoronamento ocorreu na Avenida Treze de Maio, a menos de cem metros da Estação Centro,

exercendo influência significativa na qualidade do ar local, entre os dias 25 a 27 de janeiro de 2012, principalmente nas concentrações de partículas inaláveis. Por se tratar de fenômeno isolado, que não retrata a realidade da região em termos de qualidade do ar, os valores de concentração para o referido período foram desconsiderados nas avaliações do perfil horário e sazonal (Gráfico 12).

**Gráfico 11** Concentração média de 24 horas do material particulado na Estação CENTRO em 2012 e média horária para o período da queda dos edifícios entre 25 e 28 de janeiro.



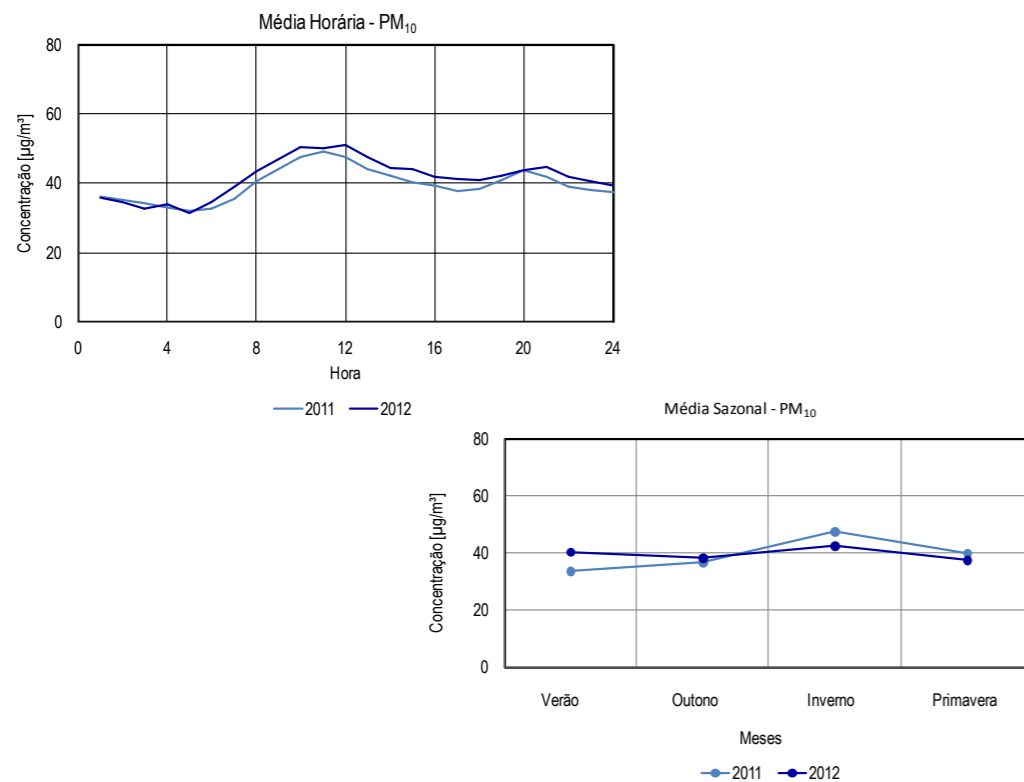
**Concentração média horária entre 25 e 28 de janeiro de 2012.**

Nas concentrações de partículas inaláveis, foram observadas duas elevações ao longo do dia, a primeira, mais significativa, pela manhã, e a outra no período das 18h às 22h (Gráfico 12). Os horários de maior fluxo veicular podem ser associados a uma diminuição na velocidade média desses veículos, influenciando os níveis de emissão de poluentes atmosféricos. Avaliando os perfis de concentração dos poluentes apresenta-

dos, nota-se que a elevação das concentrações ocorre no horário de pico no trânsito, evidenciando a influência por fontes móveis no local.

Os meses de inverno caracterizam-se por apresentarem as maiores concentrações médias para as partículas inaláveis (Gráfico 12). Esse fenômeno possui associação direta com os baixos índices pluviométricos da estação climática.

**Gráfico 12** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação CENTRO

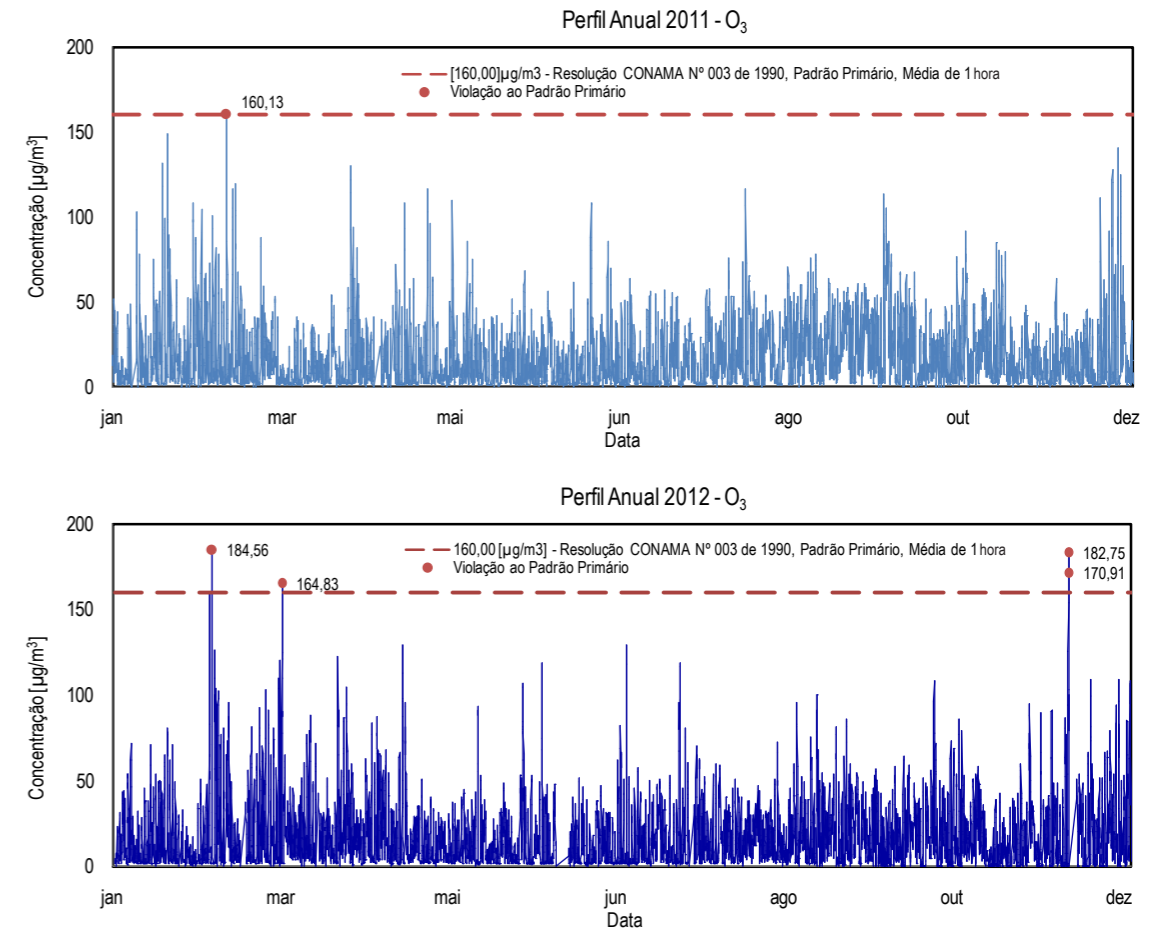


**OSÔNIO**

O ozônio é o poluente que apresenta as mais altas concentrações verificadas na rede de monitoramento, registrando algumas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar determinado pelo CONAMA.

Na Estação Centro, em 2011, foi observada apenas uma violação, com o valor de 160,13µg/m<sup>3</sup>, registrada em fevereiro. No período de 2012, ocorreram quatro violações do padrão CONAMA, todas registradas entre 12h e 14h, tendo ocorrido nos meses de fevereiro, março e dezembro (Gráfico 13).

**Gráfico 13** Concentração média horária de ozônio na Estação CENTRO





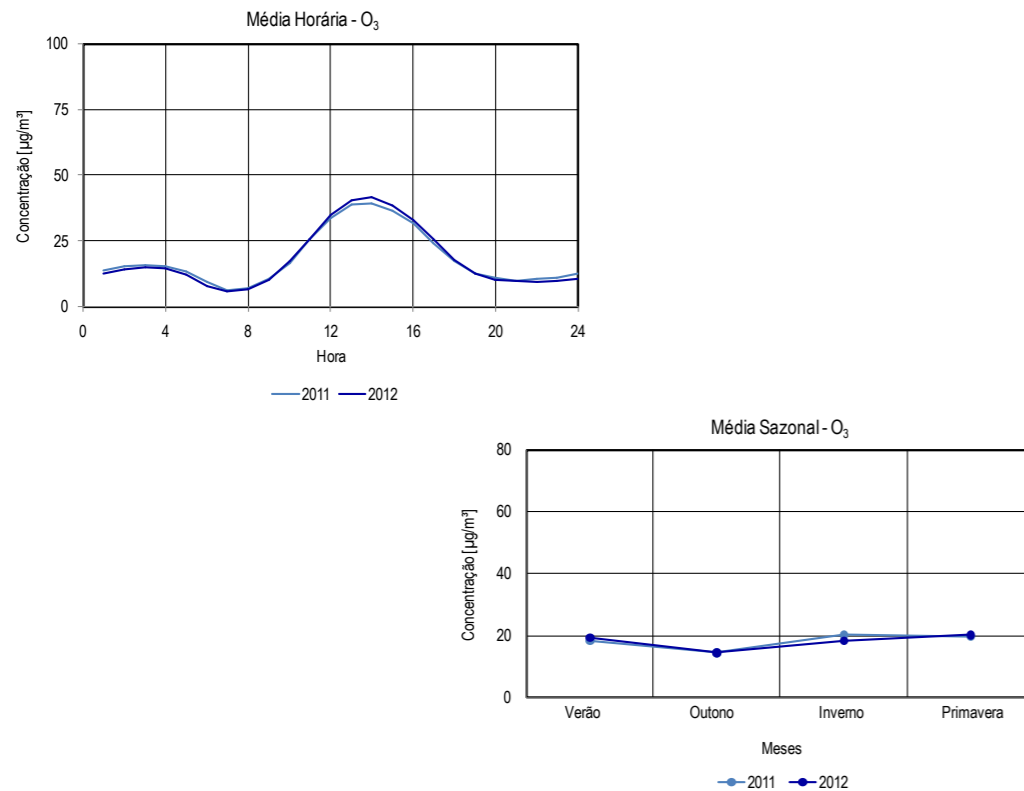
## 6.2. Estação COPACABANA

Ao longo das horas do dia, as concentrações de ozônio se elevam gradativamente, associadas ao aumento da incidência de radiação solar, atingindo um máximo por volta de 14h (Gráfico 14).

Embora as maiores concentrações horárias de ozônio tenham ocorrido no verão, as médias sazonais indicam comportamento semelhante nas diferentes estações do ano (Gráfico 14). Os meses

do verão e da primavera apresentam índices mais elevados de radiação solar, favorecendo o aumento das concentrações de ozônio. Mesmo com menor intensidade, durante o outono e o inverno esses índices também alcançam níveis suficientes para iniciar as reações químicas que promovem a formação do poluente. O comportamento que o poluente apresentou para os anos de 2011 e 2012 exibe o mesmo perfil.

**Gráfico 14** Padrões de concentrações médias de ozônio na Estação CENTRO



A Estação Copacabana encontra-se em uma região com grande concentração de estabelecimentos em que funcionam atividades de comércio, serviços e hotelaria. O bairro destaca-se pelas características turísticas, mas também por ser uma importante área residencial na cidade, o que evidencia a existência de uma população tanto residente como flutuante significativa, que se encontra periódica ou constantemente exposta às condições da qualidade do ar local. A qualidade do ar na região, distante de atividades industriais, é influenciada principalmente por fontes móveis, destacando-se a contribuição do grande número de linhas de ônibus que trafegam pelo bairro.

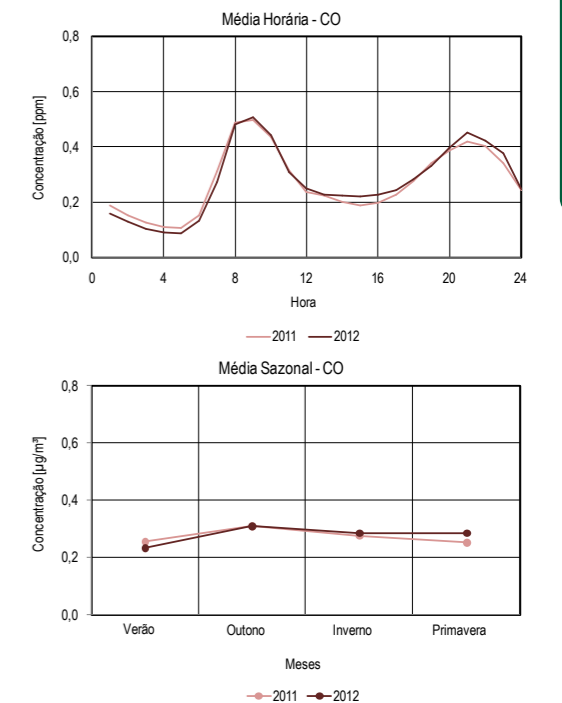
Outra característica do local é a proximidade com o mar, que influencia os ventos na região. Situada a duas quadras da praia, a estação apresenta registros de vento com predominância de nordeste e sudeste, mas a dispersão é dificultada devido à densa ocupação territorial e a edifícios sem afastamento lateral. O monitoramento mostra registro de baixas concentrações para monóxido de carbono e dióxido de enxofre, concentrações elevadas do poluente ozônio, com uma violação do padrão, e uma contribuição considerável de partículas inaláveis na qualidade do ar na estação é frequentemente determinado por esse poluente.

## MONÓXIDO DE CARBONO

As concentrações observadas no período em estudo ficaram abaixo dos padrões fixados pela Resolução CONAMA 03/90, não havendo violações.

Durante o dia, as concentrações do poluente se elevam em dois horários, no início da manhã e à noite, com o mesmo comportamento para os dois anos de monitoramento. Analisando a média sazonal, as curvas para 2011 e 2012 também apresentam comportamento semelhante, com variação pouco significativa entre as estações climáticas, sendo possível observar uma ligeira redução das concentrações durante o verão (Gráfico 15).

**Gráfico 15** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação COPACABANA





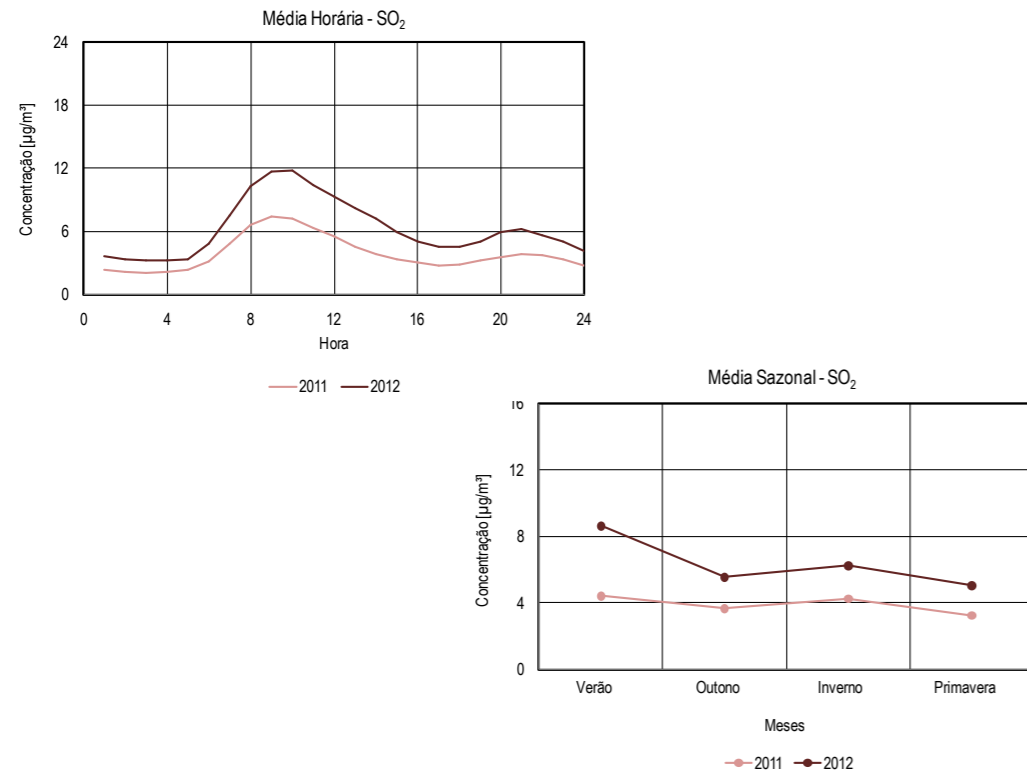
### DIÓXIDO DE ENXOFRE

As concentrações observadas durante os anos de 2011 e 2012 ficaram abaixo do padrão para médias de 24 horas, fixado pela Resolução CONAMA 03/90, de 365µg/m<sup>3</sup>. Também não foi observada violação do padrão anual de qualidade do ar.

O perfil diário do comportamento do poluente na Estação Copacabana mostra uma elevação

das concentrações no período da manhã, e um segundo pico, menos acentuado, durante a noite. Os comportamentos médios ao longo de 2011 e 2012 mostram concentrações mais elevadas no verão, sendo essa variação mais evidente para 2012 (Gráfico 16). O ano de 2012 apresentou, em média, concentrações mais elevadas que o ano anterior, o que possivelmente está relacionado a mudanças no tráfego local e no sistema de transporte público da região, além de diferenças meteorológicas entre os dois anos.

**Gráfico 16** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação COPACABANA



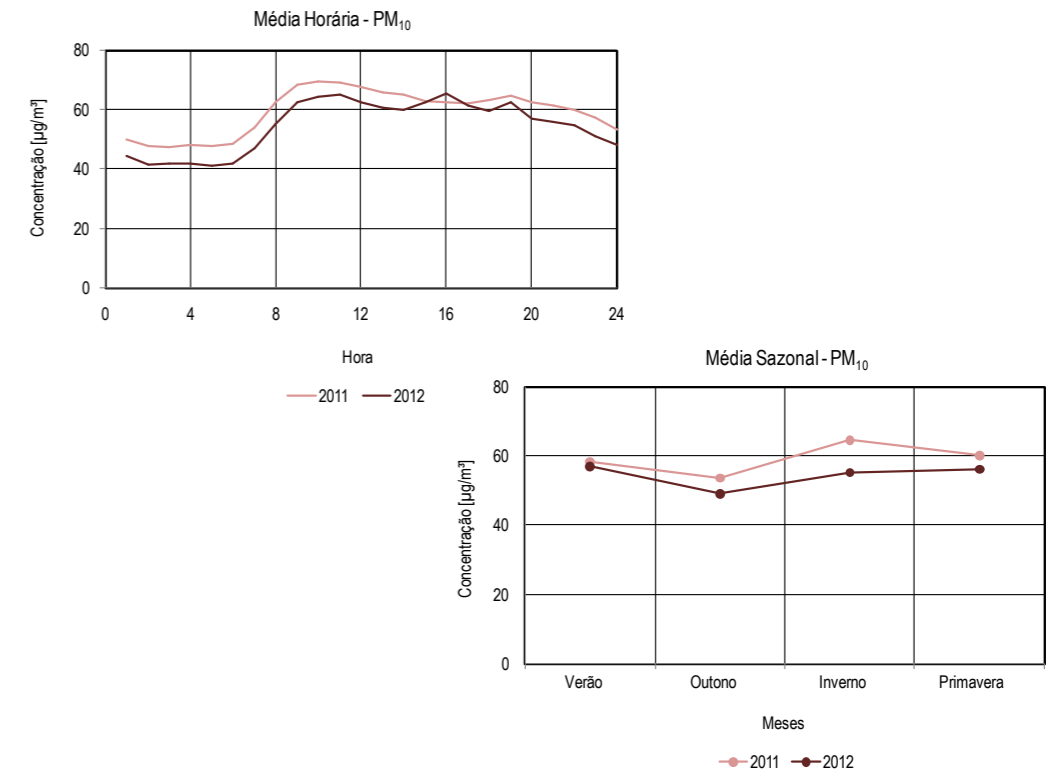
### PARTÍCULAS INALÁVEIS

Na Estação Copacabana não se observaram violações do padrão nacional estabelecido pelo CONAMA, de 150µg/m<sup>3</sup>. Ainda assim, as concentrações de partículas inaláveis são significativas para a qualidade do ar local, uma vez que esse poluente frequentemente determina o índice de qualidade do ar na estação.

A curva média horária para 2011 e 2012 mostra uma elevação das concentrações de material

particulado a partir do início da manhã, que se estende até o fim do dia (Gráfico 17). Ao longo do ano, o inverno parece apresentar uma tendência de elevação das concentrações. Para Copacabana, porém, a primavera e o verão também mostram valores relativamente altos. Os resultados observados corroboram a importância que esse poluente possui para a qualidade do ar no dia a dia da região. Os perfis diários de CO, SO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> indicam o reflexo da intensidade do tráfego na qualidade do ar local.

**Gráfico 17** Padrões de concentração média de partículas inaláveis na Estação COPACABANA





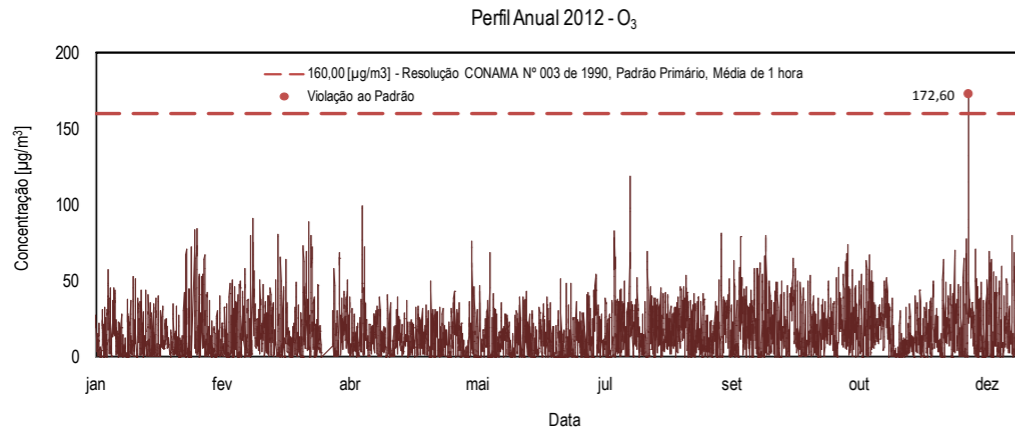


## OZÔNIO

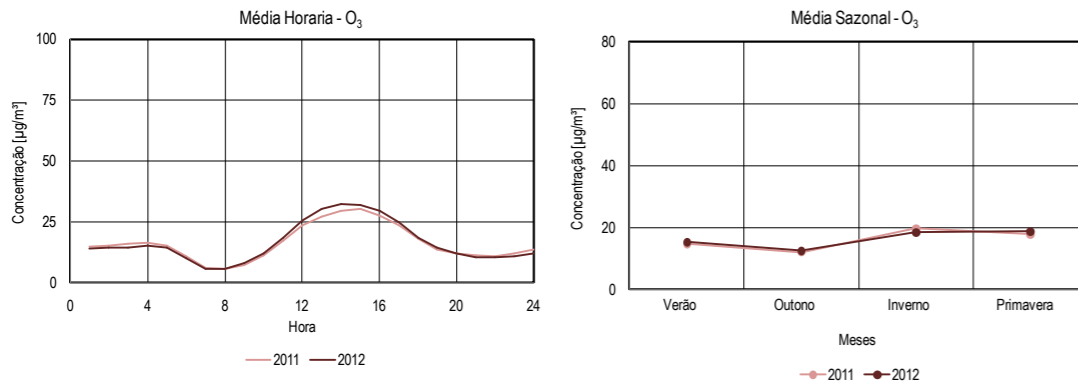
A série temporal das concentrações médias de uma hora do poluente ozônio na Estação Copacabana apresentou apenas uma violação do padrão de qualidade do ar, em dezembro de 2012, atingindo o valor de 172,6µg/m<sup>3</sup> (Gráfico 18).

As concentrações médias horárias apresentam um perfil característico. Como pode ser observado, esse poluente apresenta uma elevação gradativa ao longo do dia, atingindo o máximo entre os horários de 14h e 15h. Após esse horário, suas concentrações diminuem gradativamente. Os períodos do ano que registraram as maiores concentrações médias em 2011 e 2012 foram inverno e primavera, embora os maiores valores de concentração horária de ozônio tenham ocorrido no verão (Gráfico 19).

**Gráfico 18** Concentração média horária de ozônio na Estação COPACABANA



**Gráfico 19** Padrões de concentração média de ozônio na Estação COPACABANA

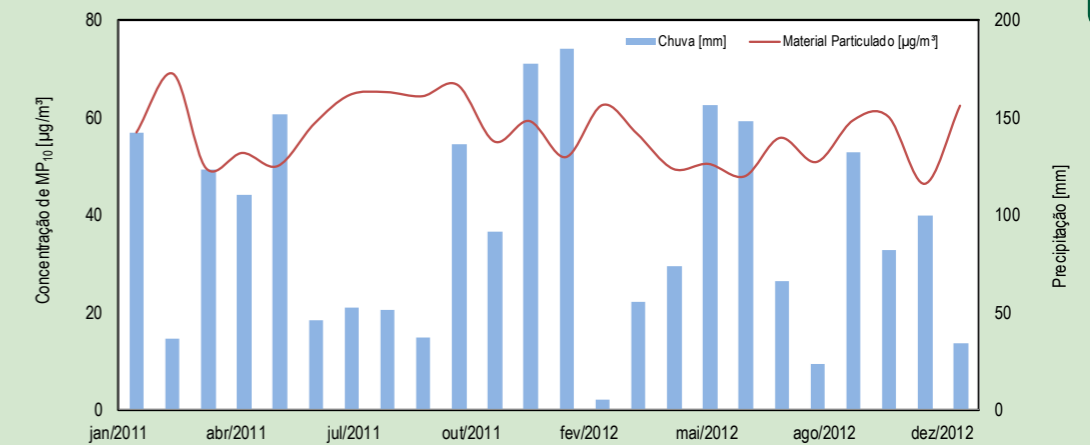


## ESTUDO DE CASO

As partículas inaláveis determinam frequentemente o índice de qualidade do ar para a Estação Copacabana, configurando-se, portanto, como o poluente de maior importância para o estudo da poluição atmosférica no local. Ao observar o comportamento do material particulado, espera-se que este tenha uma relação inversa com a ocorrência de chuva, uma vez que a precipitação contribui para a deposição das partículas suspensas na atmosfera. Embora essa relação fique evidente em algumas ocasiões, valores mais elevados para o material particulado são medidos mesmo quando as condições meteorológicas estão favoráveis à dispersão (Gráfico 20). Características como a duração e a intensidade da chuva poderão determinar a efetividade desses processos.

Uma forma de avaliar a influência que a chuva exerce na concentração desse poluente é calculando a correlação entre os dados. O chamado coeficiente de correlação indica a existência e o grau de relação entre duas variáveis. A correlação entre os dados de precipitação e as concentrações de material particulado para 2011 apresentou um coeficiente de -0,79, mostrando uma redução de partículas inaláveis com o aumento do volume da chuva. Os dados de 2012 apresentaram um coeficiente de correlação de 0,35. Essa diferença pode estar relacionada com as modificações de trânsito na região. Os níveis de dióxido de enxofre apresentaram uma elevação no mesmo período, o que reforça a hipótese de que as mudanças ocorridas estejam influenciando a concentração dos poluentes no ponto de monitoramento. A localização da estação próxima a um ponto de ônibus possivelmente é um dos motivos pelos quais a concentração de partículas é significativa no local.

**Gráfico 20** Comparação entre a concentração média mensal de partículas inaláveis (MP<sub>10</sub>) e o acumulado mensal de precipitação pluviométrica [2011/2012]





### 6.3. Estação SÃO CRISTÓVÃO

A área abordada para o estudo da Estação São Cristóvão apresenta superposição nos quadrantes sudoeste e sudeste com os quadrantes noroeste e nordeste no raio da área do entorno para a Estação Tijuca. A região apresenta baixo índice de adensamento.

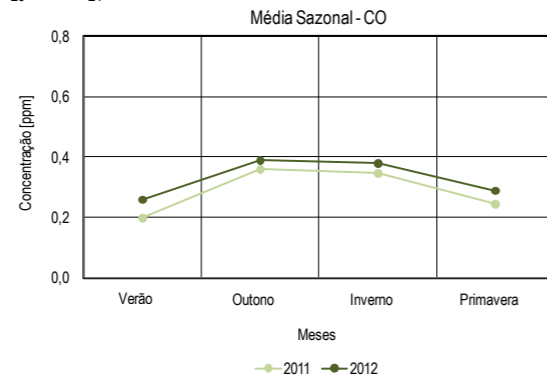
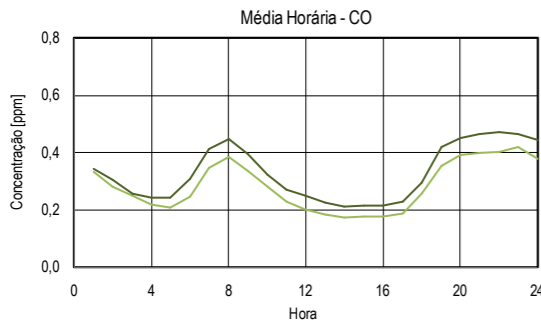
As direções predominantes de vento sinalizam para o carregamento das emissões por fontes móveis provenientes da Linha Vermelha e da Avenida Brasil em direção ao ponto de monitoramento. Em adicional, o número de licenças concedidas pelo INEA e SMAC, que juntas somam 41 atividades com potencial para poluição atmosférica, exercem influência nas concentrações locais dos poluentes. Os resultados do monitoramento mostraram concentrações elevadas de dióxido de enxofre, embora não tenha sido registrada nenhuma violação do padrão de qualidade do ar. As concentrações de ozônio apresentaram violações nos dois anos de monitoramento.

#### MONÓXIDO DE CARBONO

As concentrações observadas no período ficaram abaixo dos padrões fixados pela Resolução CONAMA 03/90, de 35ppm para concentração média de uma hora e 9ppm para concentração média de oito horas.

Em dois horários durante o dia as concentrações do poluente se elevam: a partir das 5h observa-se um pico de concentração, e depois a partir das 17h. Os horários de elevação coincidem com o aumento de tráfego nas proximidades. Durante o outono e o inverno foi observado aumento na concentração do poluente para os dois anos de monitoramento. Os perfis de 2011 e 2012 apresentam comportamento similar (Gráfico 21).

**Gráfico 21** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação SÃO CRISTÓVÃO



#### DIÓXIDO DE ENXOFRE

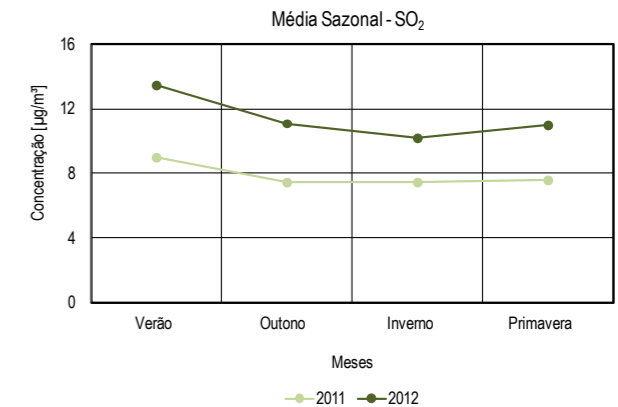
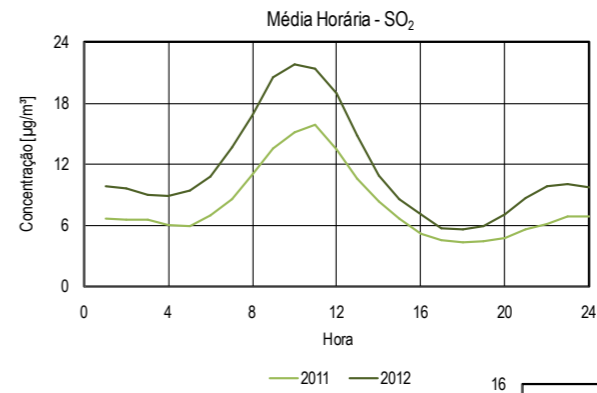
As concentrações observadas durante os anos de 2011 e 2012 ficaram abaixo do padrão fixado pela Resolução CONAMA 03/90, de 365µg/m³. Não foi observada também violação do padrão anual.

As concentrações médias horárias do dióxido de enxofre se elevam a partir das 6h, mantendo níveis mais elevados até 12h. Além das atividades industriais da região e do fluxo regular

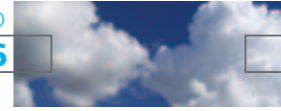
de veículos, o comportamento observado para o poluente pode estar associado às atividades de carga e descarga a uma distância de aproximadamente 20m do ponto de monitoramento (Gráfico 22).

As maiores concentrações foram observadas no período do verão para os dois anos do monitoramento. Assim como nas estações do Centro e de Copacabana, foi observada uma elevação nas concentrações médias de dióxido de enxofre no ano de 2012 (Gráfico 22).

**Gráfico 22** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação SÃO CRISTÓVÃO





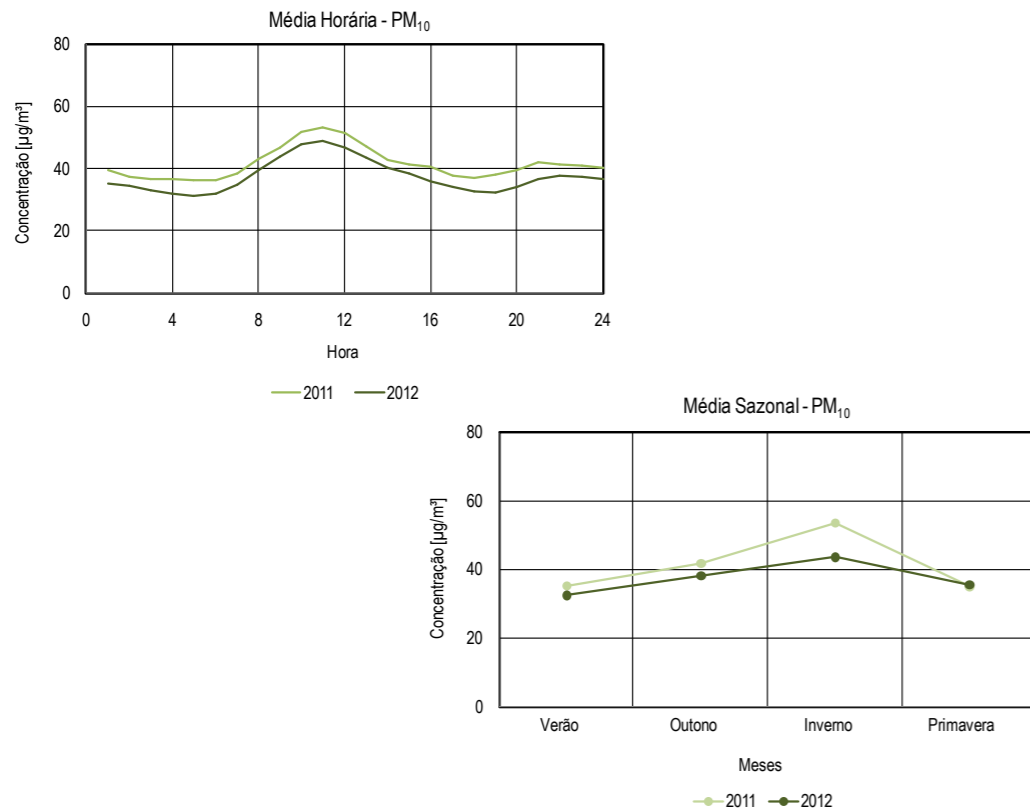


### PARTÍCULAS INALÁVEIS

Nessa estação não se observaram violações do padrão nacional estabelecido pelo CONAMA, que é de  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ . As concentrações médias de partículas inaláveis começam a sofrer uma elevação por volta das 6h, com máximas no período da manhã. As atividades de carga e descarga podem ter influenciado também as concentrações de partículas no local, assim como efeitos de ressuspensão.

Nos meses de inverno, torna-se evidente a presença de maiores concentrações desse poluente na atmosfera, sendo observado um aumento mais acentuado no ano de 2011, em comparação com o mesmo período para o ano de 2012 (Gráfico 23).

**Gráfico 23** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação SÃO CRISTÓVÃO



### OZÔNIO

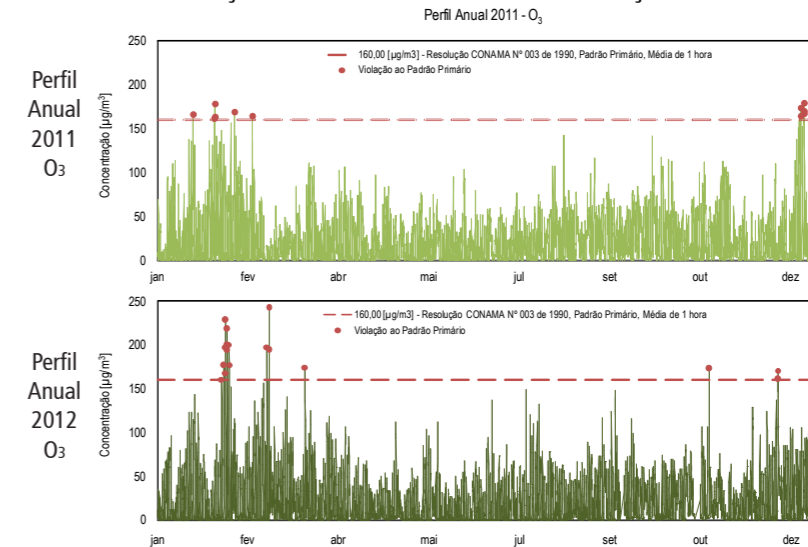
A Estação São Cristóvão apresenta violações do padrão de ozônio de  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tais episódios ocorreram nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro, nos dois anos de monitoramento, além de março e outubro para o ano de 2012. Os dias 7, 8 e 9 de fevereiro de 2012 registraram os casos mais graves (Gráfico 24).

O perfil médio de concentração para o poluente apresentou comportamentos similares para os

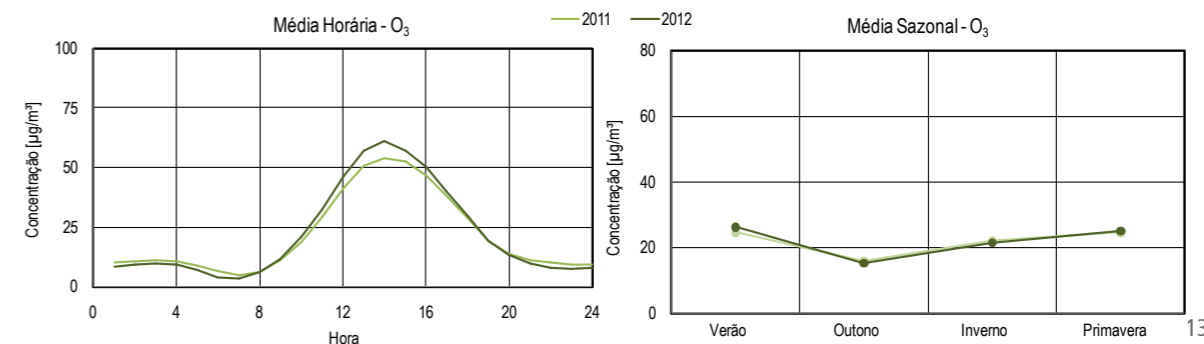
anos de 2011 e 2012. A elevação das concentrações inicia-se no período da manhã, alcançando o nível máximo entre 13h e 14h.

Os meses que registraram as maiores concentrações em 2011 e 2012 foram setembro e outubro. Entre os fatores que contribuem para esse comportamento está o maior número de dias com baixa nebulosidade, favorecendo a presença de radiação solar e, conseqüentemente, a formação de ozônio na atmosfera (Gráfico 25).

**Gráfico 24** Concentração média horária de ozônio na Estação SÃO CRISTÓVÃO



**Gráfico 25** Padrões de concentração média de ozônio na Estação SÃO CRISTÓVÃO

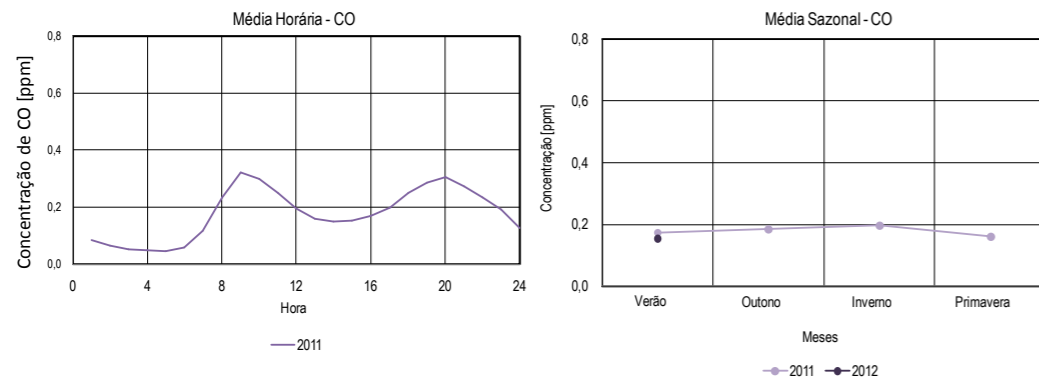


## 6.4. Estação TIJUCA

A Tijuca caracteriza-se por ser uma importante área residencial da Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro. Além de significativa ocupação residencial, o bairro abriga inúmeros estabelecimentos comerciais, *shoppings*, hospitais, escolas, clubes e áreas de lazer. A heterogeneidade da região é ressaltada pelo maciço que abriga uma área de floresta e limita a Tijuca na sua porção sul. Observa-se que os ventos monitorados na estação de qualidade do ar são em parte influenciados pela presença desse maciço, uma vez que a predominância ocorre para o quadrante sul.

A qualidade do ar na região sofre basicamente influência de fontes móveis. É notória a grande quantidade de veículos de passeio transitando pelo bairro, além de transportes escolares, táxis e vans de transporte alternativo. Destaca-se ainda a significativa contribuição dos ônibus de transporte público que trafegam pela Tijuca para atender à população local e passageira. Ainda assim, o monitoramento de poluentes registra diariamente baixas concentrações para monóxido de carbono e dióxido de enxofre. No entanto, são verificadas na Estação Tijuca violações do padrão de qualidade do ar para o poluente ozônio e valores elevados de partículas inaláveis.

**Gráfico 26** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação TIJUCA



### MONÓXIDO DE CARBONO

As concentrações observadas nos anos de 2011 e 2012 para o monóxido de carbono estiveram abaixo dos padrões fixados pela Resolução CONAMA 03/90, de 35ppm para concentração média de uma hora e 9ppm para concentração média de oito horas, não havendo violações no período.

Ao longo das horas do dia, as concentrações do poluente se elevam na parte da manhã e novamente no fim da tarde. Quanto ao comportamento anual, é possível avaliar apenas o perfil de 2011, uma vez que um problema detectado no analisador invalidou o monitoramento para o ano de 2012, a partir do mês de abril (Gráfico 26).

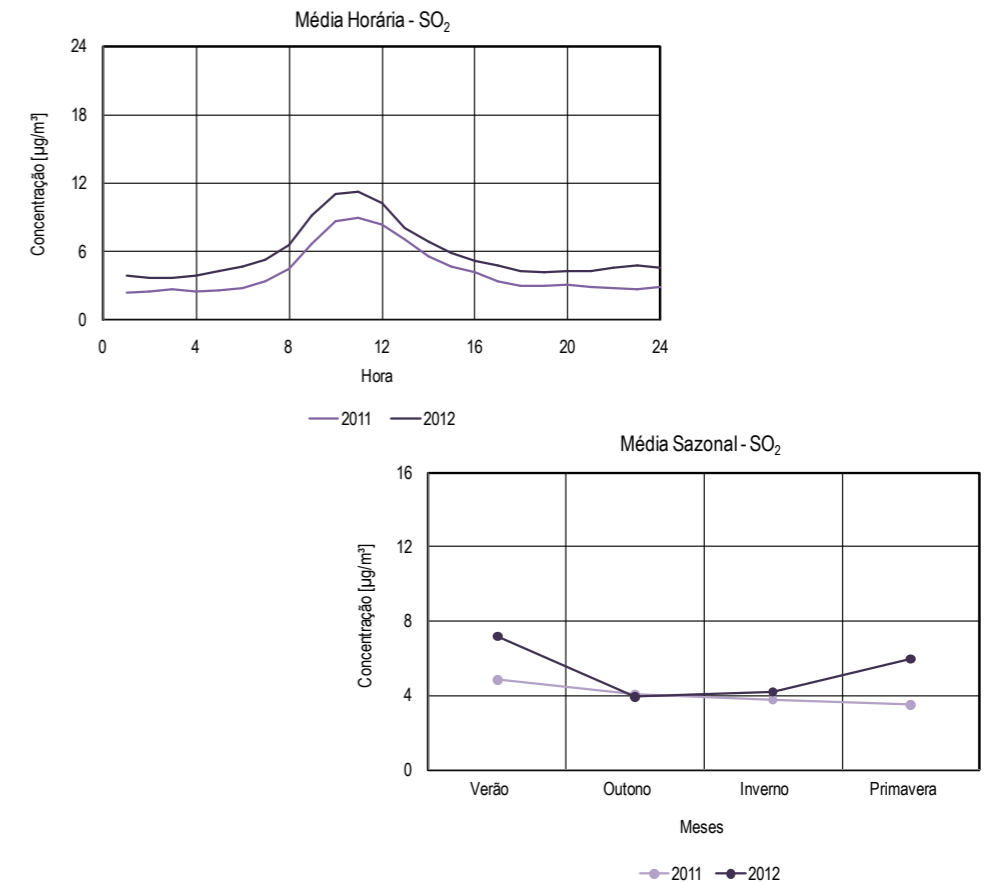
### DIÓXIDO DE ENXOFRE

As concentrações médias de 24 horas observadas para o dióxido de enxofre ao longo dos anos de 2011 e 2012 ficaram abaixo do padrão fixado pela legislação. Também não foram observadas violações do padrão anual.

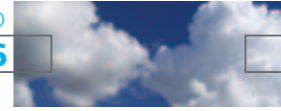
Ao longo do dia, as concentrações do poluente na Estação Tijuca se elevam durante o período

da manhã. O comportamento sazonal ao longo de 2012 mostra uma elevação das concentrações médias durante o verão e a primavera e uma queda durante o outono e o inverno. Ao comparar os dois períodos, nota-se um distanciamento no verão e na primavera para o SO<sub>2</sub>, tendo 2012 apresentado maiores concentrações em média (Gráfico 27).

**Gráfico 27** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação TIJUCA





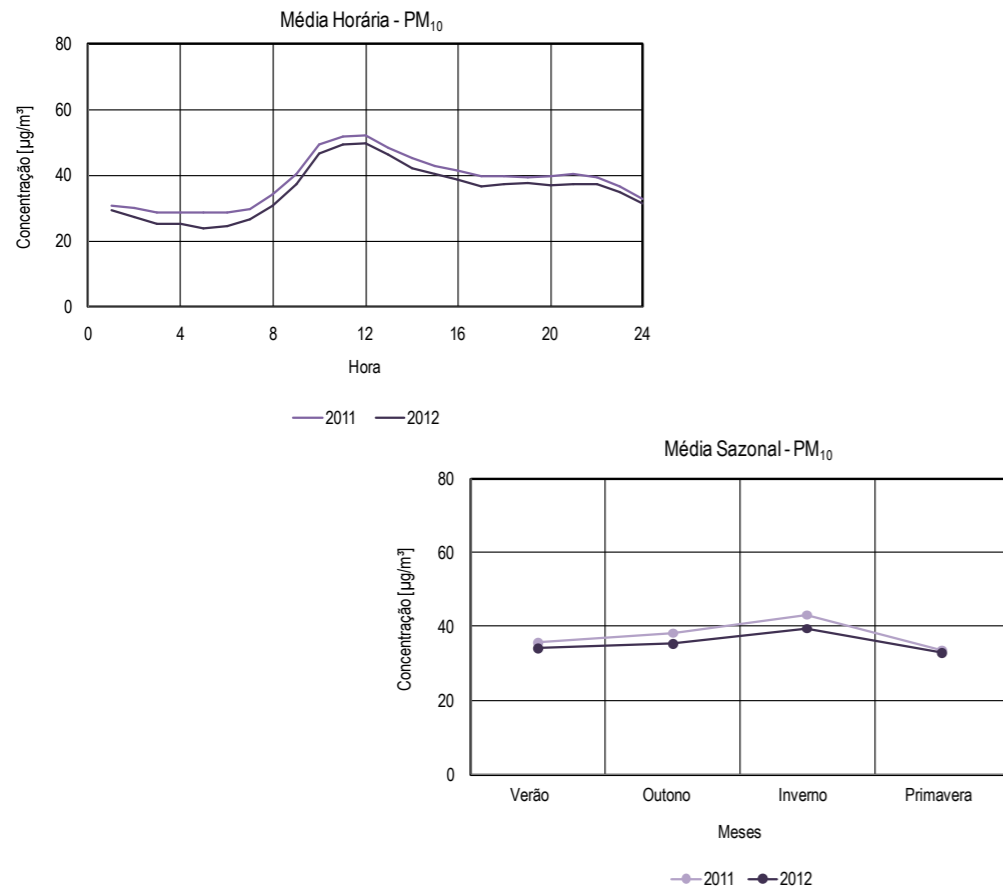


## PARTÍCULAS INALÁVEIS

Para o material particulado, também não foram verificadas nessa estação ultrapassagens do limite estabelecido pelo CONAMA, de  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O maior valor registrado nos anos de 2011 e 2012 atingiu cerca de 70% do padrão de qualidade do ar.

As concentrações médias de partículas inaláveis ao longo das horas do dia apresentam um aumento no período da manhã, seguido de queda suave, mantendo níveis ligeiramente elevados até o período da noite. O  $\text{PM}_{10}$  permanece relativamente elevado até o período da noite. Ao longo do ano, na Estação Tijuca, observa-se uma elevação desse poluente a partir do outono, atingindo um máximo no inverno (Gráfico 28).

**Gráfico 28** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação TIJUCA

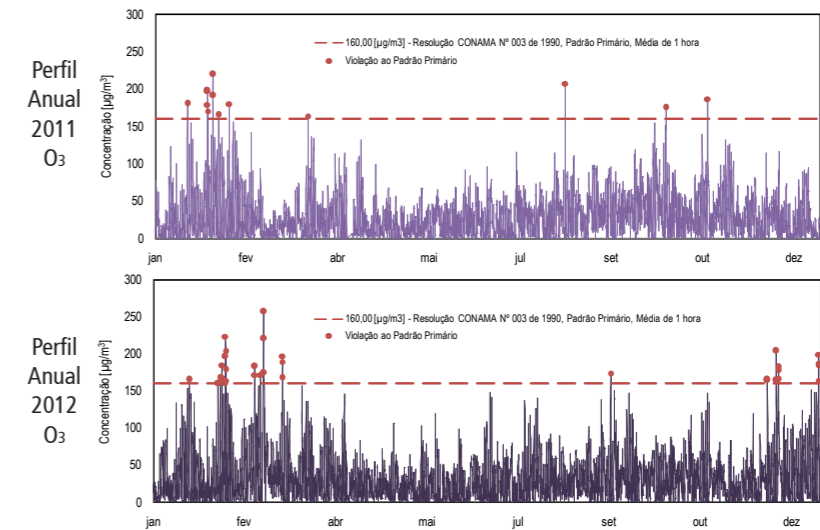


## OZÔNIO

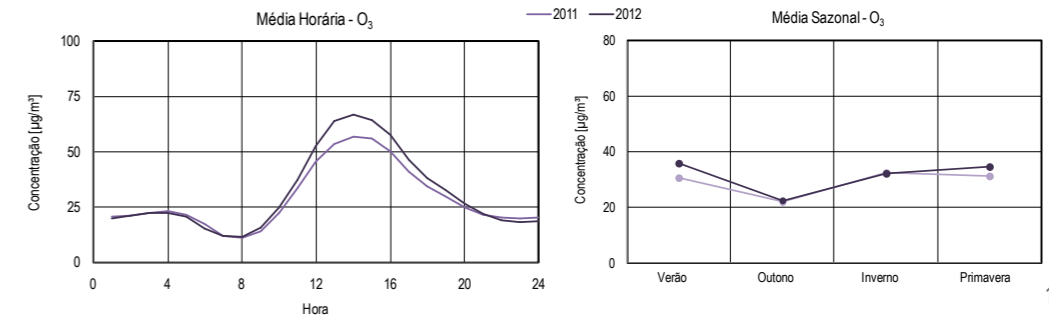
Para o poluente ozônio, a Estação Tijuca apresentou algumas violações do padrão de qualidade do ar, com um número maior de registros no primeiro trimestre tanto para 2011 quanto para 2012 (Gráfico 29). O ozônio é um importante poluente no estudo da poluição do ar da região, uma vez que determina frequentemente o índice de qualidade do ar para a estação. Em alguns casos, foi registrada mais de uma violação ao longo do dia.

O ozônio apresenta um perfil característico, que pode ser observado na estação, assim como nos demais locais de monitoramento da rede. Esse poluente se forma na presença de luz solar, aumentando suas concentrações durante o dia. Na Tijuca, o ozônio atinge um máximo entre 14h e 15h e começa a cair conforme o sol se põe. Ao longo do ano, tanto para 2011 quanto para 2012, nota-se uma elevação nos meses de inverno, primavera e verão. Devido ao aumento na incidência de radiação solar, o período do verão apresentou os maiores níveis de concentração (Gráfico 30).

**Gráfico 29** Concentração média horária de ozônio na Estação TIJUCA



**Gráfico 30** Padrões de concentração média de ozônio na Estação TIJUCA





## 6.5. Estação IRAJÁ

A Estação Irajá recebe influência da circulação de automóveis que chegam ao Rio de Janeiro pela Rodovia Presidente Dutra e passam pela Avenida Brasil em direção à Zona Oeste do município. Parte do fluxo veicular da região segue pela Rua Hannibal Porto e pela Estrada da Água Grande, ambas classificadas como arterial principal, passando próximo à estação. A área apresenta densidade populacional baixa e heterogênea. Também são encontradas atividades industriais na região de estudo.

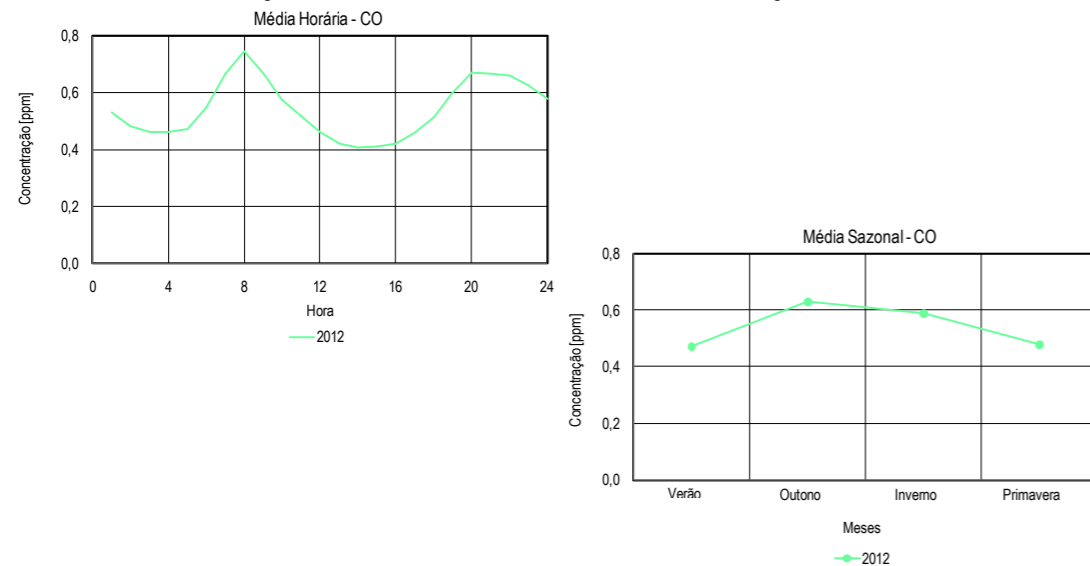
As condições de qualidade do ar no local são caracterizadas pela alta concentração de ozônio. Tal poluente, por ser formado por reações químicas que ocorrem na atmosfera, pode ter sua origem local ou proveniente de regiões mais afastadas, sendo carreado pela dispersão dos ventos. O poluente monóxido de carbono também registra valores elevados, embora não tenha ultrapassado o padrão primário estabelecido pela legislação em vigor.

### MONÓXIDO DE CARBONO

As concentrações observadas ficaram abaixo dos padrões fixados pela Resolução CONAMA 03/90, 35ppm para concentração média de uma hora e 9ppm para concentração média de oito horas, não havendo violações no período.

Os valores de concentração do poluente se elevam na parte da manhã, atingindo um pico de máximo às 8h. Ocorre uma diminuição gradativa após esse horário, até que uma nova elevação ocorre no período inicial da noite. Os horários coincidem com o aumento do fluxo de veículos. O monóxido de carbono é um poluente emitido na queima de combustíveis automotivos, com maior emissão por veículos movidos a gasolina. Ao longo do ano, houve uma elevação na concentração do poluente nas estações de outono e inverno (Gráfico 31).

**Gráfico 31** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação IRAJÁ

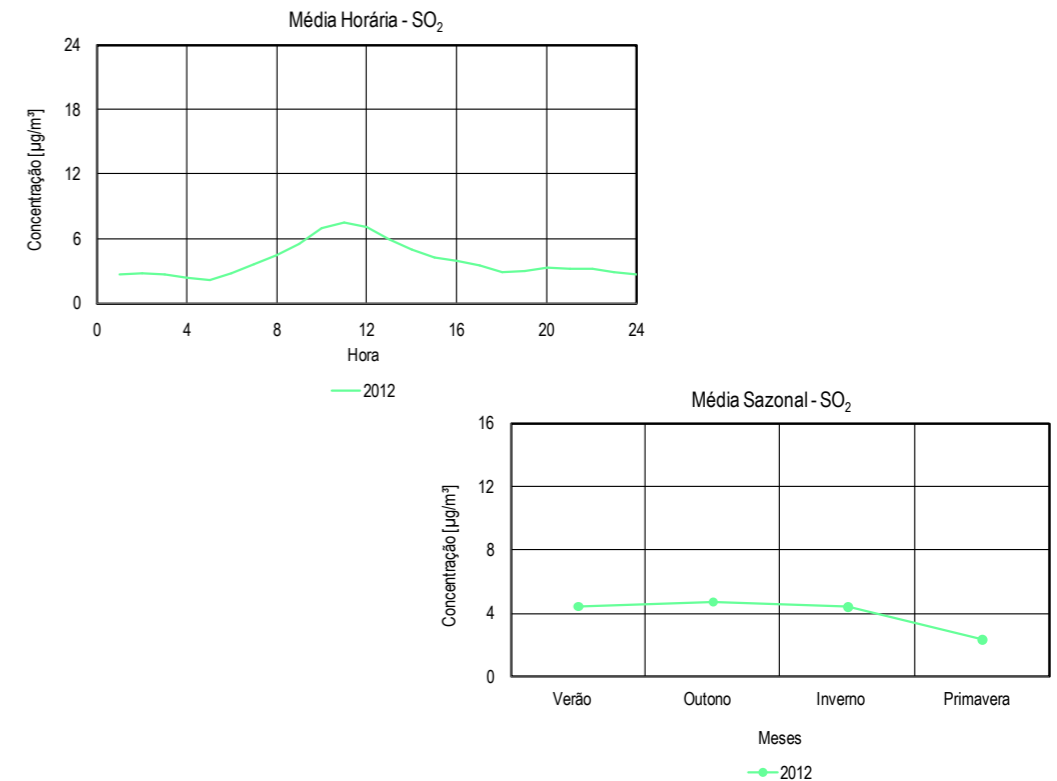


### DIÓXIDO DE ENXOFRE

As concentrações observadas durante todo o ano de 2012 ficaram abaixo do padrão fixado pela Resolução CONAMA 03/90, de 365µg/m<sup>3</sup>. Não foram observadas violações do padrão anual.

As concentrações médias desse poluente apresentam um pico de elevação durante a manhã. Ao longo do ano, os meses da primavera apresentam os menores valores médios de concentração (Gráfico 32).

**Gráfico 32** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação IRAJÁ



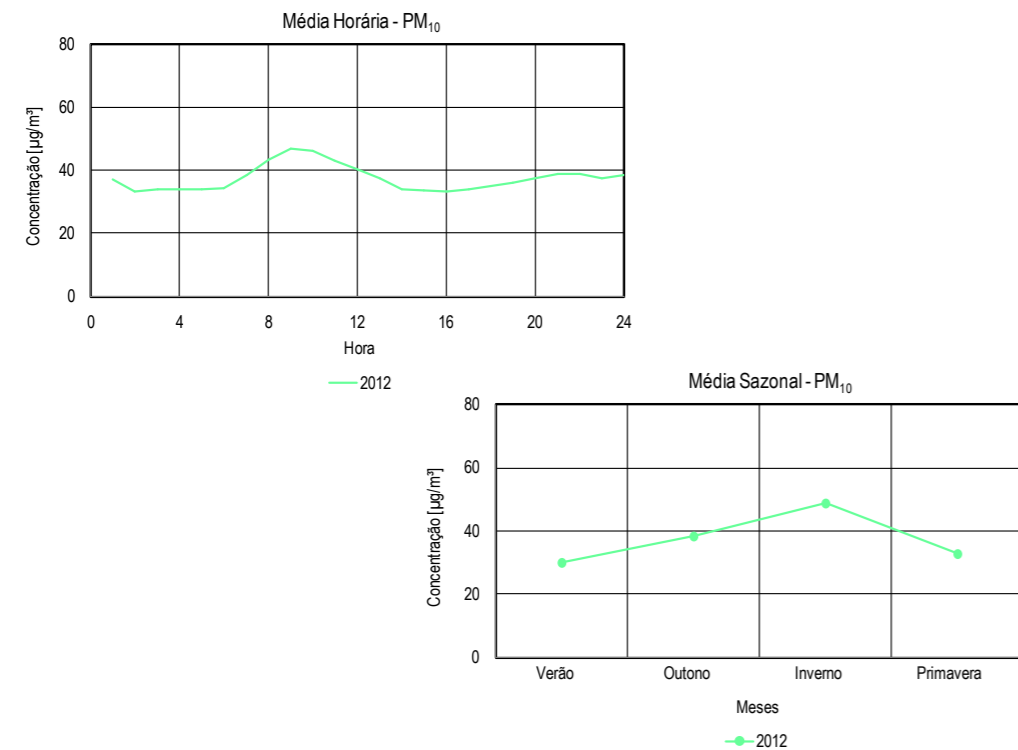


### PARTÍCULAS INALÁVEIS

Nessa estação não houve violações do padrão nacional estabelecido pelo CONAMA, que é de  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

As concentrações médias de partículas inaláveis apresentam um aumento significativo com início por volta das 6h, retomando um cenário de menores concentrações depois das 14h. Em função das condições climáticas, como a redução dos índices pluviométricos, nos meses de inverno as concentrações desse poluente são mais elevadas (Gráfico 33).

**Gráfico 33** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação IRAJÁ

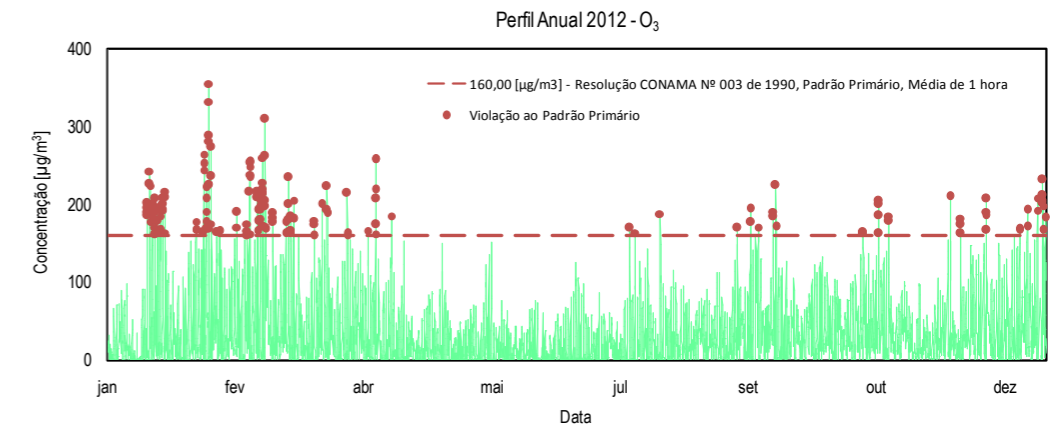


### OZÔNIO

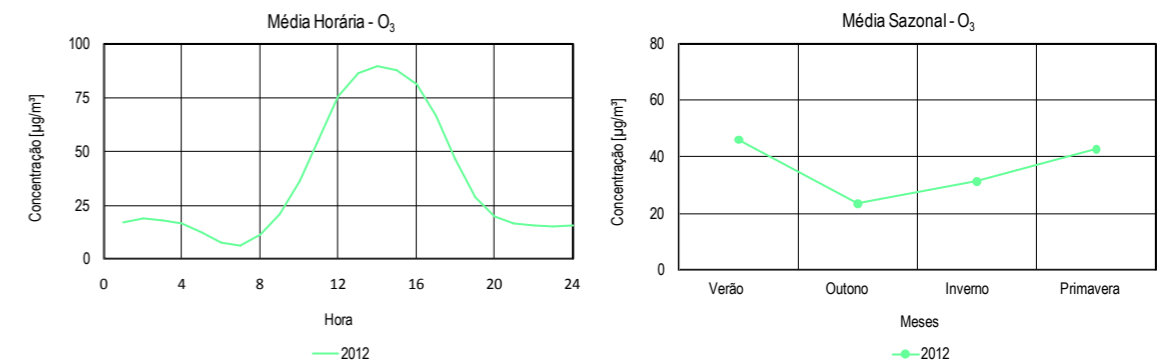
A Estação Irajá apresentou violações do padrão de ozônio de  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2012. A forte influência das emissões veiculares de vias de grande circulação, como a Rodovia Presidente Dutra e a Avenida Brasil, somada às condições locais de vento, pode ser considerada como a principal fonte de poluentes atmosféricos, que levaram à formação de ozônio (Gráfico 34).

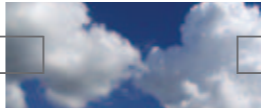
O ozônio apresenta um perfil caracterizado pela elevação das concentrações ao longo da manhã. Entre 12h e 16h ocorre um pico de concentração, seguido de uma diminuição gradativa até o início da noite. Os períodos com as maiores concentrações de ozônio compreendem o verão e a primavera, nos quais foram registrados altos índices de radiação solar (Gráfico 35).

**Gráfico 34** Concentração média horária de ozônio na Estação IRAJÁ



**Gráfico 35** Padrões de concentração média de ozônio na Estação IRAJÁ



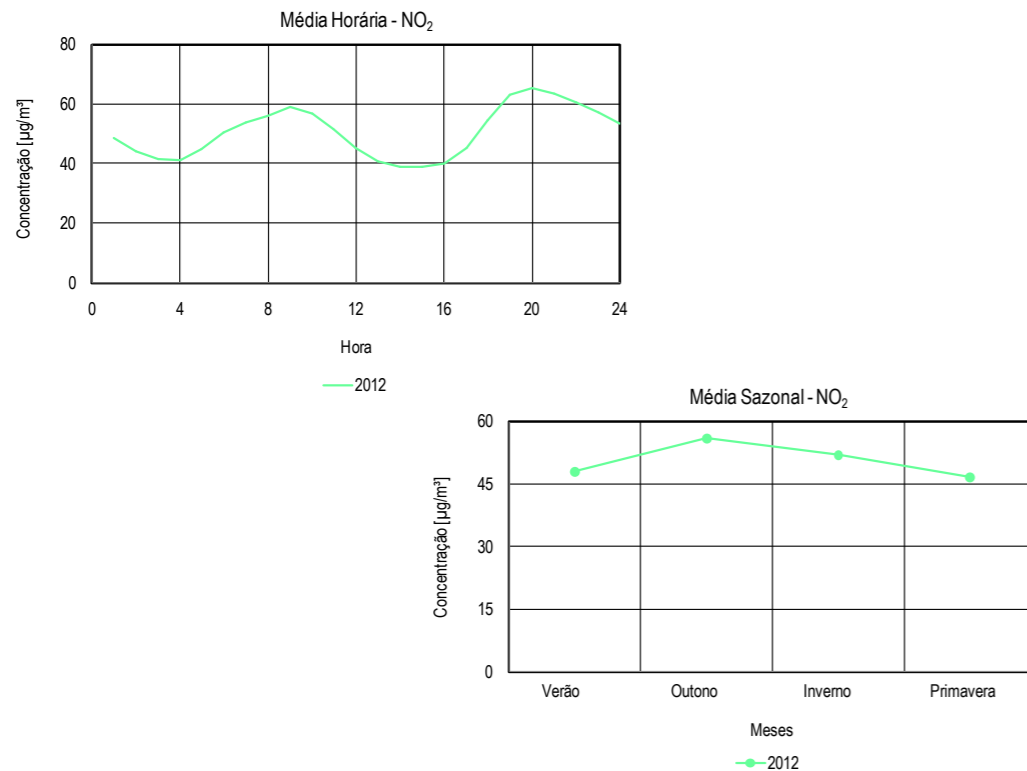


## DIÓXIDO DE NITROGÊNIO

A Estação Irajá não apresentou violações do padrão de dióxido de nitrogênio, de 320µg/m<sup>3</sup>.

Este poluente apresenta uma elevação da sua concentração em dois momentos, durante a manhã e no início da noite, quando a movimentação veicular apresenta maior intensidade. Os meses de outono registraram as maiores concentrações de NO<sub>2</sub> (Gráfico 36).

**Gráfico 36** Padrões de concentração média de dióxido de nitrogênio na Estação IRAJÁ



## 6.6. Estação BANGU

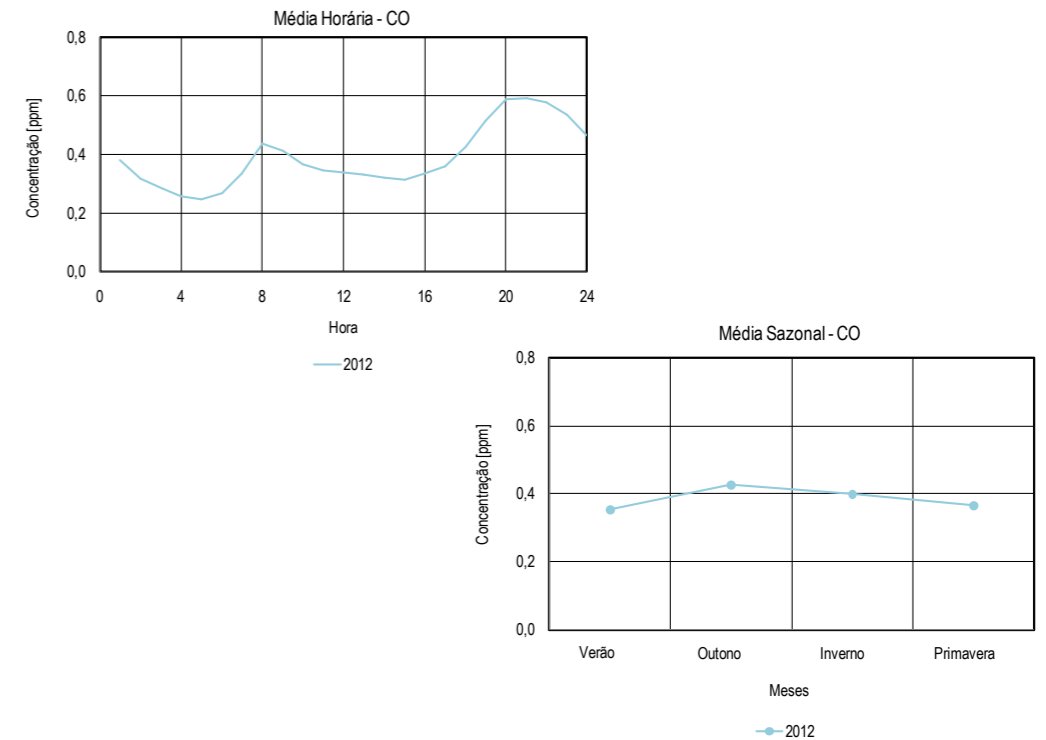
Bangu é um bairro com baixa densidade populacional, no qual parte da face sul é cortada pelo Parque Estadual da Pedra Branca. A Estação de Monitoramento fica localizada em uma região próxima à Avenida Santa Cruz, via considerada arterial principal. O número de fontes móveis e fixas de emissão no entorno da estação de monitoramento é reduzido, conferindo baixos índices de poluentes atmosféricos primários. Porém, dadas as características topográficas e condições de vento predominante atuando no local, são registrados altos níveis de concentração de ozônio.

## MONÓXIDO DE CARBONO

Os valores de concentrações médias de CO observadas nesse período ficaram abaixo dos padrões fixados pela Resolução CONAMA 03/90, 35ppm para concentração média de uma hora e 9ppm para concentração média de oito horas, não havendo violações.

Ao longo do dia, as concentrações do poluente se elevam na parte da manhã e no fim da tarde, possivelmente relacionado ao perfil das emissões veiculares na região. Ao longo do ano, a curva para 2012 mostra uma ligeira elevação na concentração média do poluente durante o mês de outono (Gráfico 37).

**Gráfico 37** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação BANGU



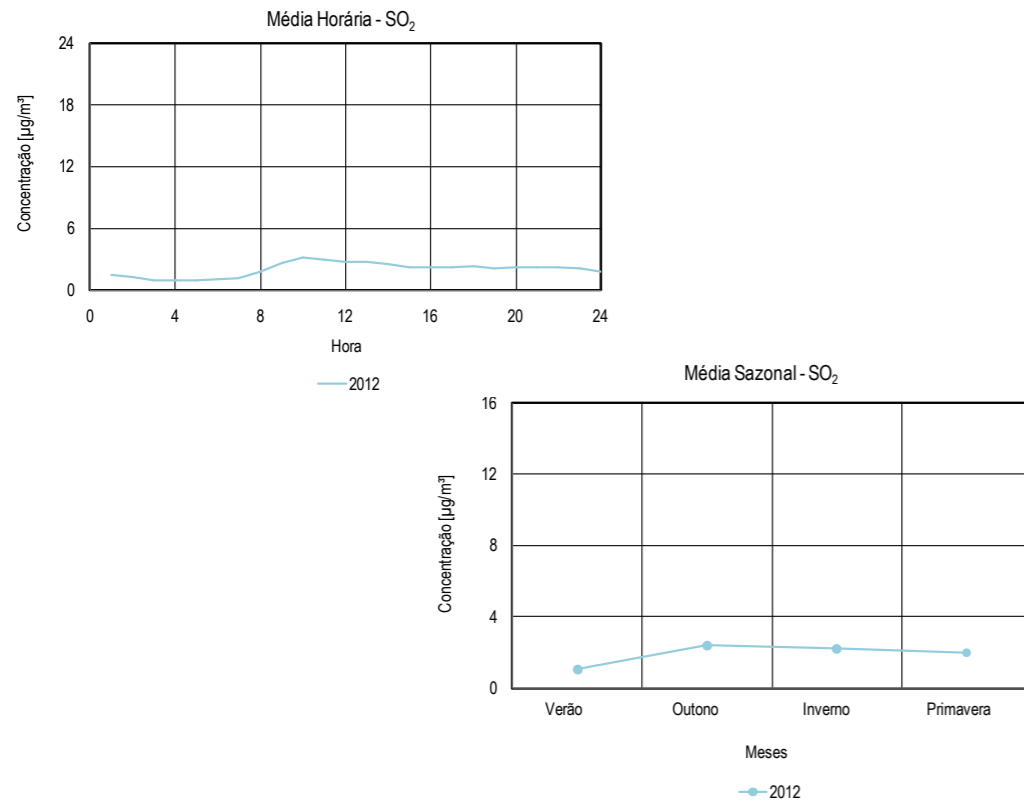


### DIÓXIDO DE ENXOFRE

As concentrações observadas na estação durante o ano de 2012 ficaram abaixo do padrão fixado pela Resolução CONAMA 03/90 para o dióxido de enxofre. Também não foram observadas violações do padrão anual.

As concentrações médias deste poluente ao longo do dia apresentam no início da manhã uma ligeira elevação, que se estende ao longo do dia. Os valores voltam a cair durante a madrugada. O comportamento do SO<sub>2</sub> ao longo do ano apresenta menores valores médios de concentração nos meses de verão (Gráfico 38).

**Gráfico 38** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação BANGU

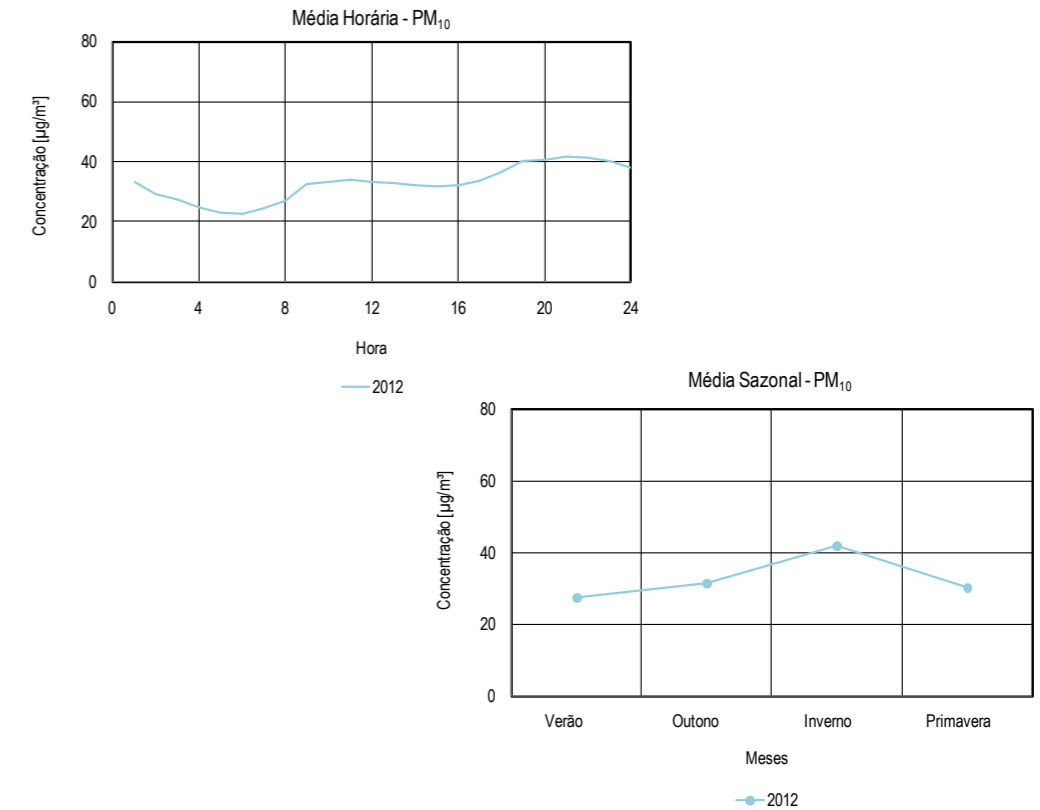


### PARTÍCULAS INALÁVEIS

As concentrações de partículas inaláveis ficaram abaixo de 150µg/m<sup>3</sup> durante o período de monitoramento na estação, não havendo, portanto, violações do padrão nacional estabelecido pelo CONAMA.

As concentrações médias desse poluente ao longo do dia apresentam uma elevação no início da manhã e novamente no fim da tarde, comportamento típico de poluentes emitidos por fontes veiculares. Quanto ao comportamento anual, são os meses de inverno que apresentam as concentrações mais elevadas (Gráfico 39).

**Gráfico 39** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação BANGU



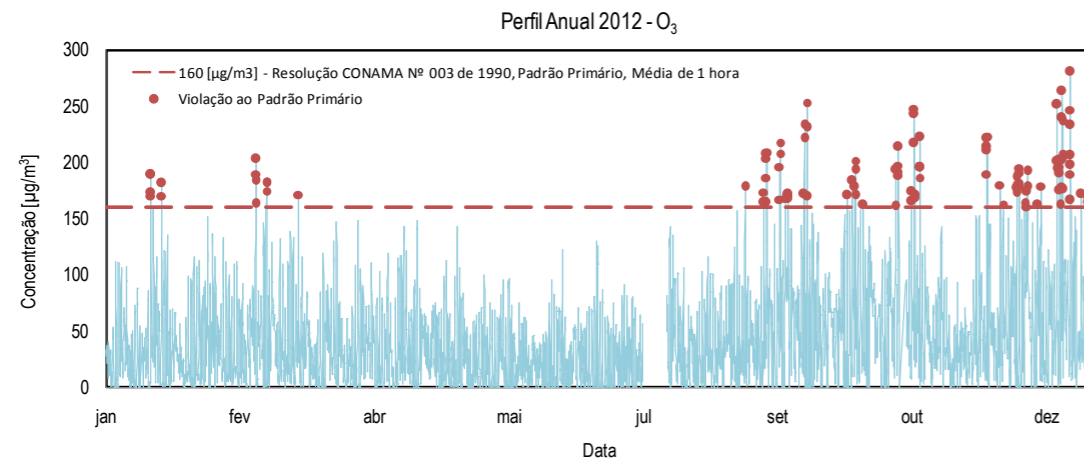


## OZÔNIO

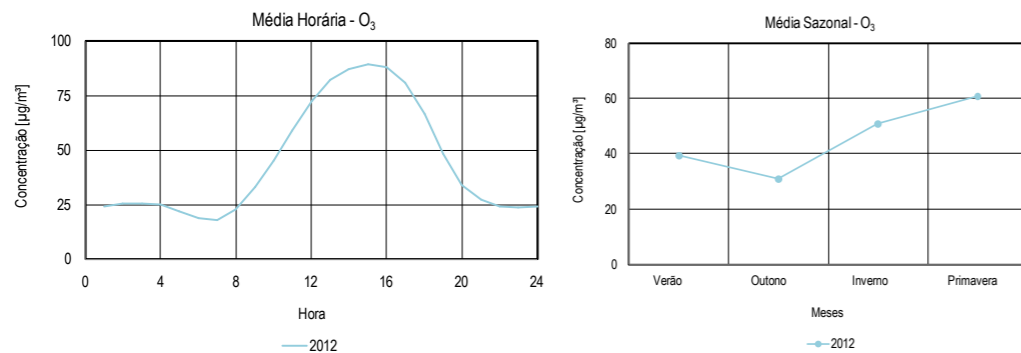
Para o poluente ozônio, a Estação Bangu apresentou violações do padrão de qualidade do ar, de  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Essas concentrações elevadas foram registradas nos meses de janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2012 (Gráfico 40).

O  $\text{O}_3$  apresenta um perfil característico no decorrer das horas do dia, com elevação das concentrações pela manhã e decréscimo à noite, atingindo o pico por volta de 15 horas na Estação Bangu. Ao longo do ano, o inverno e a primavera registraram as maiores concentrações médias em 2012 (Gráfico 41).

**Gráfico 40** Concentração média horária de ozônio na Estação BANGU



**Gráfico 41** Padrões de concentração média de ozônio na Estação BANGU

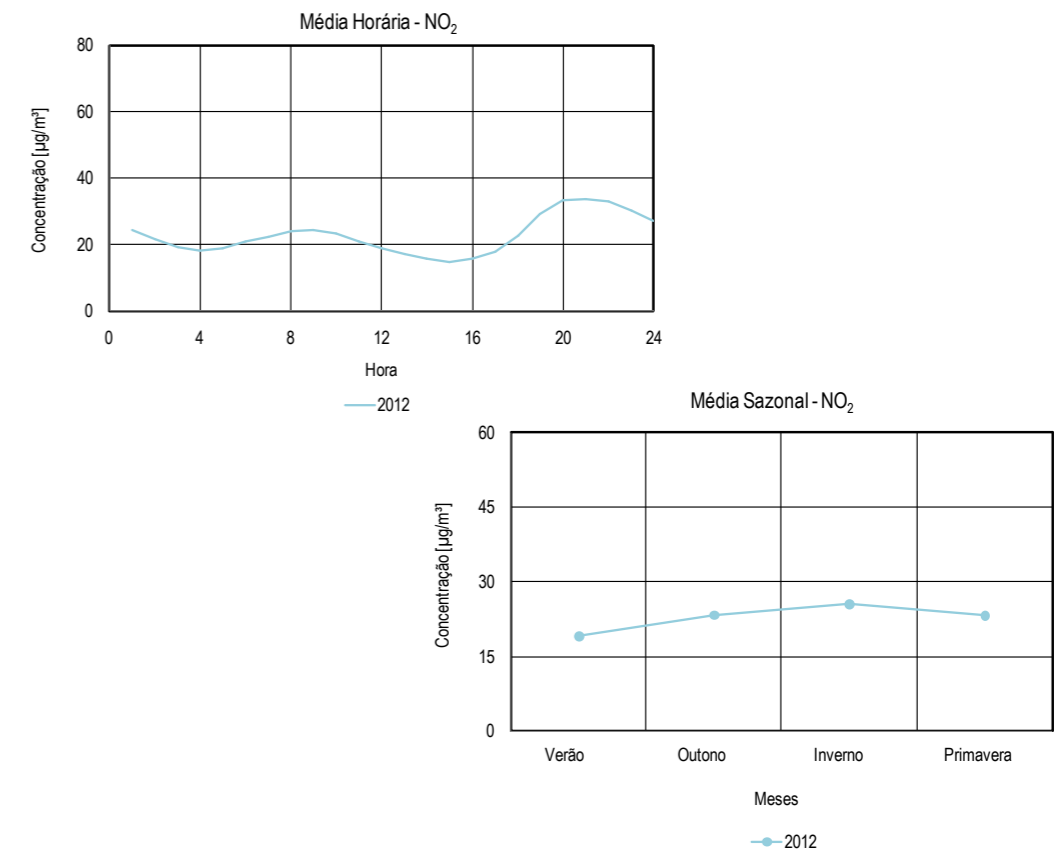


## ÓXIDOS DE NITROGÊNIO

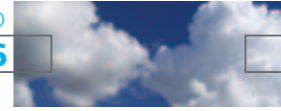
A Estação Bangu também não apresentou violações ao padrão de dióxido de nitrogênio, cujo valor determinado pelo CONAMA é de  $320\mu\text{g}/\text{m}^3$  para médias de uma hora. A maior média registrada em todo o ano de 2012 não ultrapassou  $173\mu\text{g}/\text{m}^3$ , o que equivale a 54% do padrão de qualidade do ar.

O perfil horário do  $\text{NO}_2$  apresenta uma elevação das concentrações no início da manhã e uma segunda elevação no fim da tarde. Ao longo do ano, nota-se uma elevação gradativa do outono para o inverno nos valores médios em 2012 (Gráfico 42).

**Gráfico 42** Padrões de concentração média de ozônio na Estação BANGU







### ESTUDO DE CASO

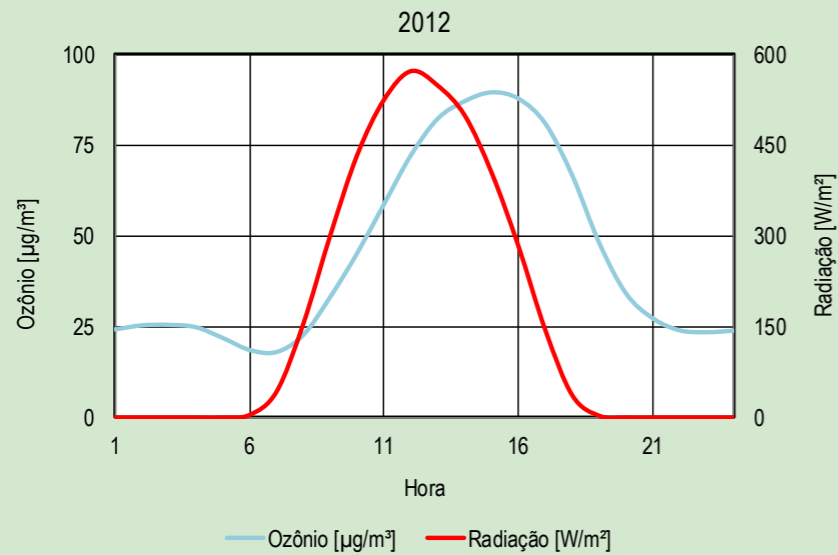
A Estação Bangu apresentou o maior número de violações ao padrão de qualidade do ar estabelecido pelo CONAMA para o poluente ozônio, quando comparada às demais estações da rede, totalizando 44 ultrapassagens ao valor de  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ , para médias de uma hora, no ano de 2012.

Em uma situação com alta concentração de óxidos de nitrogênio na atmosfera, em comparação às concentrações de compostos orgânicos voláteis – COVs, ou seja, diante de uma baixa razão COV/NOx, a diminuição de ozônio ocorrerá quando forem reduzidos os COVs. Sendo assim, pode-se dizer que, para o caso da Estação Bangu, os COVs limitam a formação de ozônio.

Apesar de os precursores do ozônio serem monitorados na Estação Bangu, a química de formação desse poluente é de difícil entendimento. No entanto, seu comportamento é bem definido e pode ser facilmente visualizado em função das horas do dia e da quantidade de radiação solar, variável meteorológica essencial para a formação do ozônio.

O perfil padrão de ozônio na Estação Bangu exemplifica o comportamento do poluente observado em todas as estações da rede, onde o máximo de concentração ocorre aproximadamente duas horas após o máximo da radiação solar (Gráfico 43).

**Gráfico 43** Comparação entre a concentração média horária de ozônio e a radiação solar na Estação BANGU



### 6.7. Estação CAMPO GRANDE

Situado na Zona Oeste do município, o bairro de Campo Grande possui polo comercial importante para a região. O acesso à região pode ser feito pela Avenida Brasil ou por trem. A movimentação de veículos no bairro é intensa, com destaque para a Estrada do Mendanha, próxima do ponto de monitoramento e considerada arterial principal.

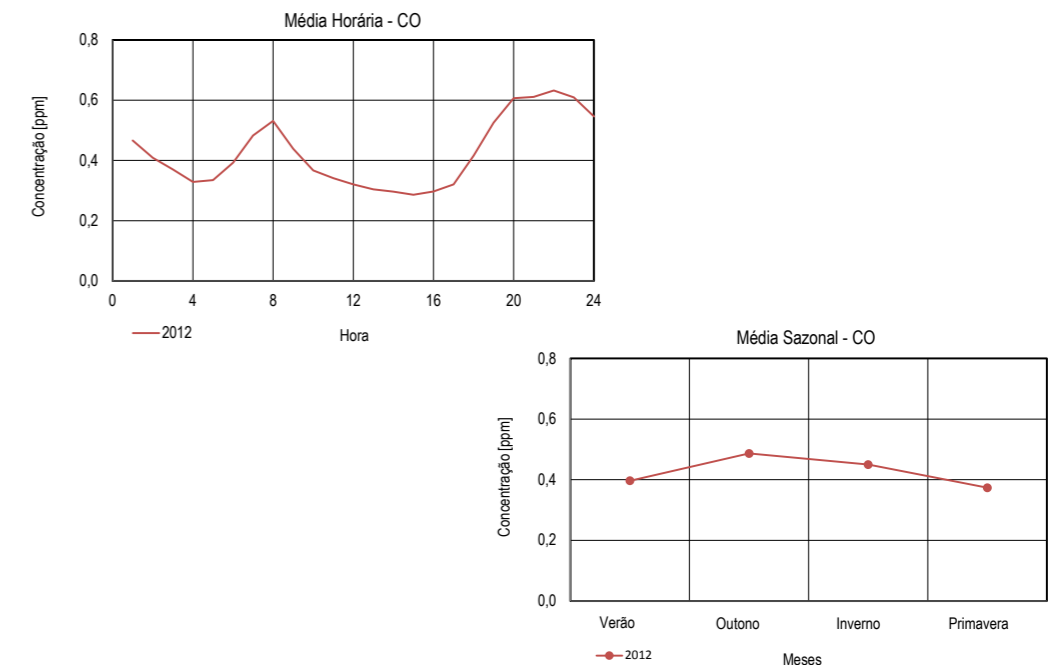
A poluição do ar local sofre influência tanto do fluxo veicular intenso da região como das emissões oriundas do estacionamento do West Shopping, situado a cerca de 40 metros do ponto de monitoramento. Embora não tenha sido registrada nenhuma violação ao padrão CONAMA, as concentrações de monóxido de carbono registradas na estação são elevadas. O ozônio registrou altas concentrações ao longo de 2012 e indicou a qualidade do ar local na maior parte do tempo.

### MONÓXIDO DE CARBONO

De acordo com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90, 35ppm para concentração média de uma hora e 9ppm para concentração média de oito horas, não houve violações no período estudado.

As concentrações do poluente se elevam por um curto período da manhã e apresentam elevadas concentrações no início da noite. Houve uma elevação na concentração do poluente ao longo do ano nos meses de outono (Gráfico 44).

**Gráfico 44** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação CAMPO GRANDE



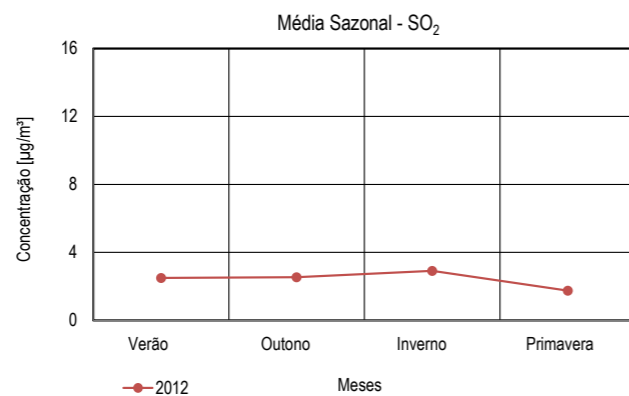
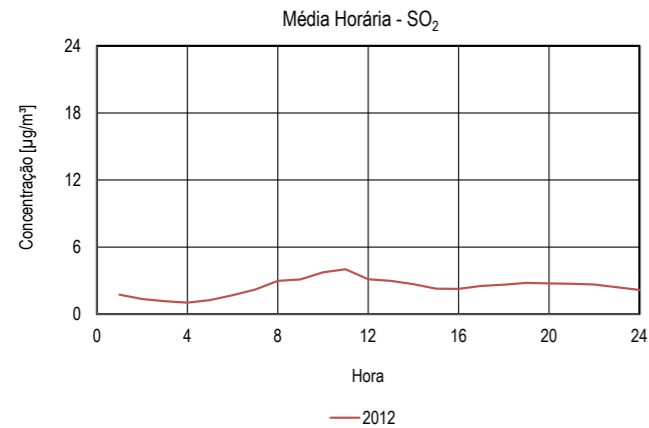


### DIÓXIDO DE ENXOFRE

As concentrações observadas durante todo o ano de 2012 ficaram 93% abaixo do padrão fixado pela Resolução CONAMA 03/90, de 365µg/m³. Não foram observadas violações do padrão anual.

As condições de vento exercem influência na dispersão das concentrações de dióxido de enxofre, uma vez que as direções predominantes não apontam para o sentido das vias de maior circulação. Tal característica favorece a área no entorno, resultando em baixas concentrações do poluente ao longo do ano (Gráfico 45).

**Gráfico 45** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação CAMPO GRANDE



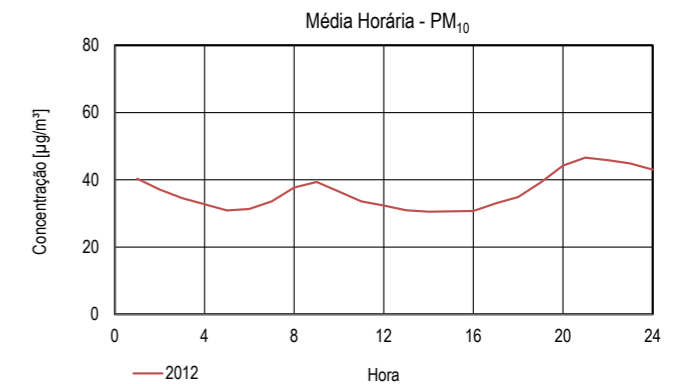
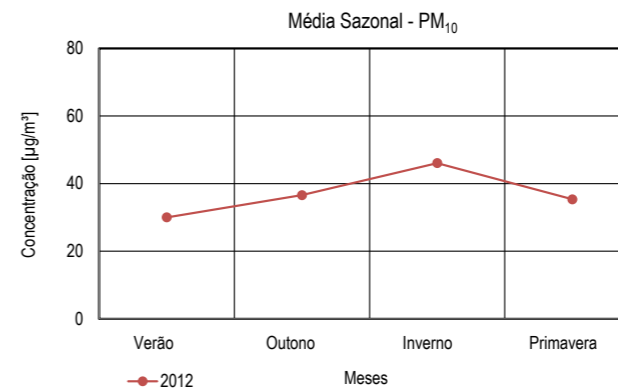
### PARTÍCULAS INALÁVEIS

As concentrações médias de partículas inaláveis não ultrapassaram o valor de 150µg/m³, portanto, não houve violações do padrão nacional estabelecido pelo CONAMA.

Ihante ao observado para o dióxido de enxofre. Tal fator sugere que a fonte de emissão seja a mesma para ambos os poluentes. Os meses de inverno apresentaram maiores concentrações de material particulado, possivelmente causadas pela ressuspensão das partículas depositadas nas vias próximas, potencializada pelo baixo índice pluviométrico da época (Gráfico 46).

As concentrações médias deste poluente apresentam um comportamento qualitativo seme-

**Gráfico 46** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação CAMPO GRANDE





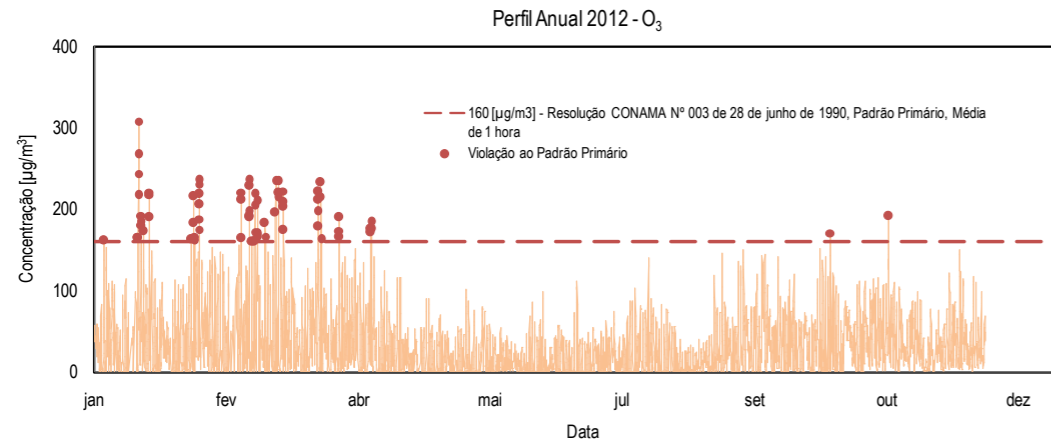
### OZÔNIO

A Estação Campo Grande apresentou violações do padrão de ozônio de  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e outubro de 2012. (Gráfico 47).

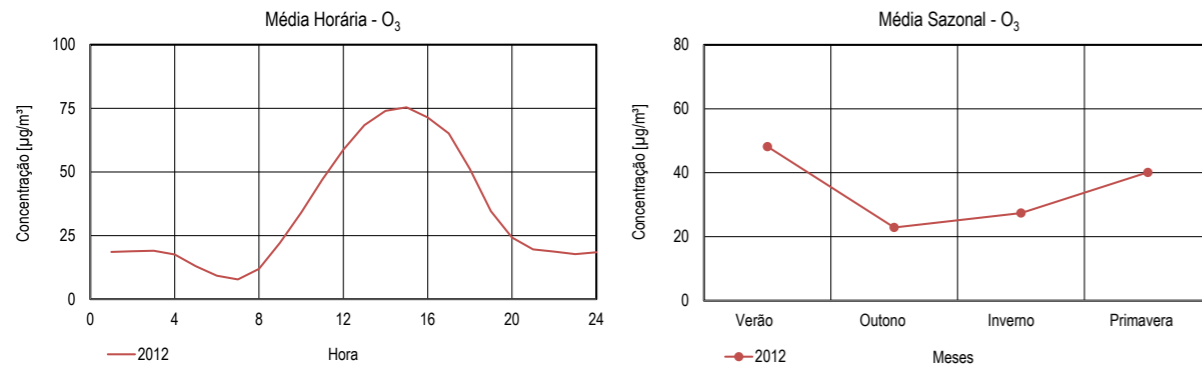
As maiores concentrações ocorreram nos meses do verão e da primavera. Os dados de vento indicam possível influência dos poluentes emiti-

dos por fontes móveis na Avenida Brasil, que são carregados na atmosfera em direção ao ponto de monitoramento e reagem formando ozônio. O pico de concentração média aponta para maiores concentrações do poluente por volta das 15h. Os períodos de verão e primavera registraram as maiores concentrações médias ao longo do ano (Gráfico 48).

**Gráfico 47** Concentração média horária de ozônio na Estação CAMPO GRANDE



**Gráfico 48** Padrões de concentração média de ozônio na Estação CAMPO GRANDE

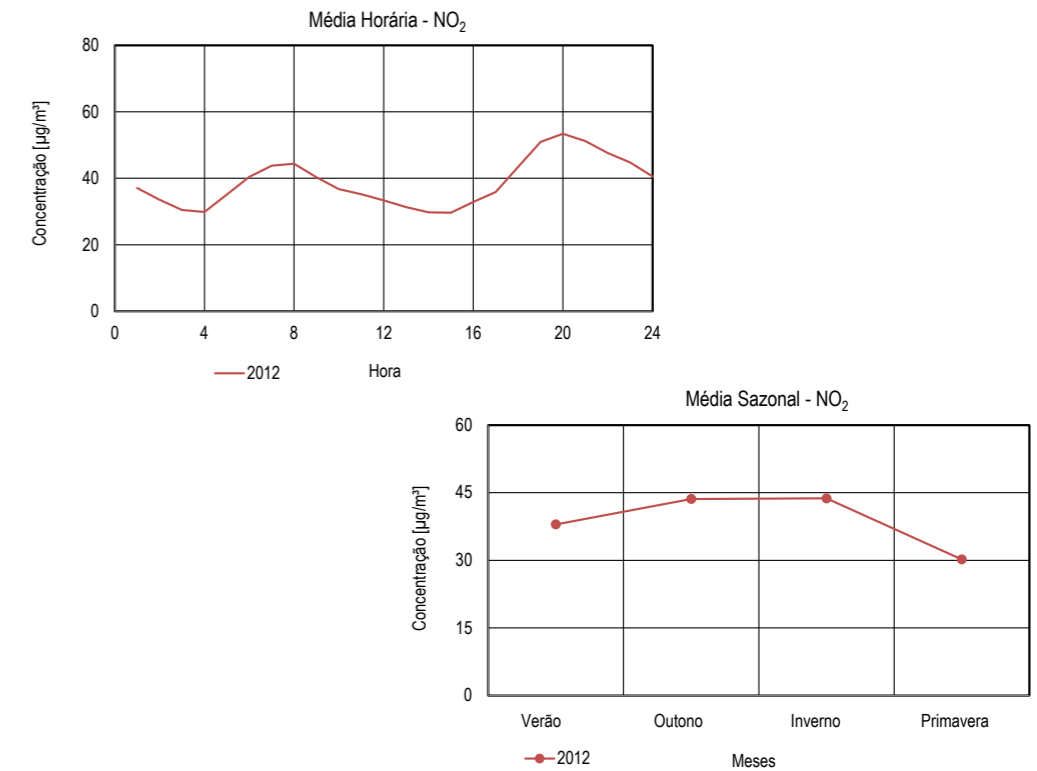


### DIÓXIDO DE NITROGÊNIO

A Estação Campo Grande não apresentou violações do padrão estabelecido pelo CONAMA, de  $320\mu\text{g}/\text{m}^3$  para dióxido de nitrogênio. Cabe ressaltar que essa estação é a que apresenta, de maneira geral, uma distribuição mais homogênea de concentração média de  $\text{NO}_2$  durante os meses do ano.

O dióxido de nitrogênio apresenta o mesmo perfil das outras duas estações, com uma elevação por volta de 4h e a outra com início às 16h. Os meses que registraram as maiores concentrações em 2012 situam-se nas temporadas de outono e inverno (Gráfico 49).

**Gráfico 49** Padrões de concentração média de dióxido de nitrogênio na Estação CAMPO GRANDE





## 6.8. Estação PEDRA DE GUARATIBA

Como característica relevante da Estação Pedra de Guaratiba, localizada na Zona Oeste do município, destaca-se a proximidade da Baía de Sepetiba. Esse importante corpo d'água influencia o comportamento das condições atmosféricas registradas na estação, principalmente os ventos, devido ao fenômeno de brisa. Consequentemente, as concentrações dos poluentes também serão influenciadas, devido à sua interação com a meteorologia observada no local.

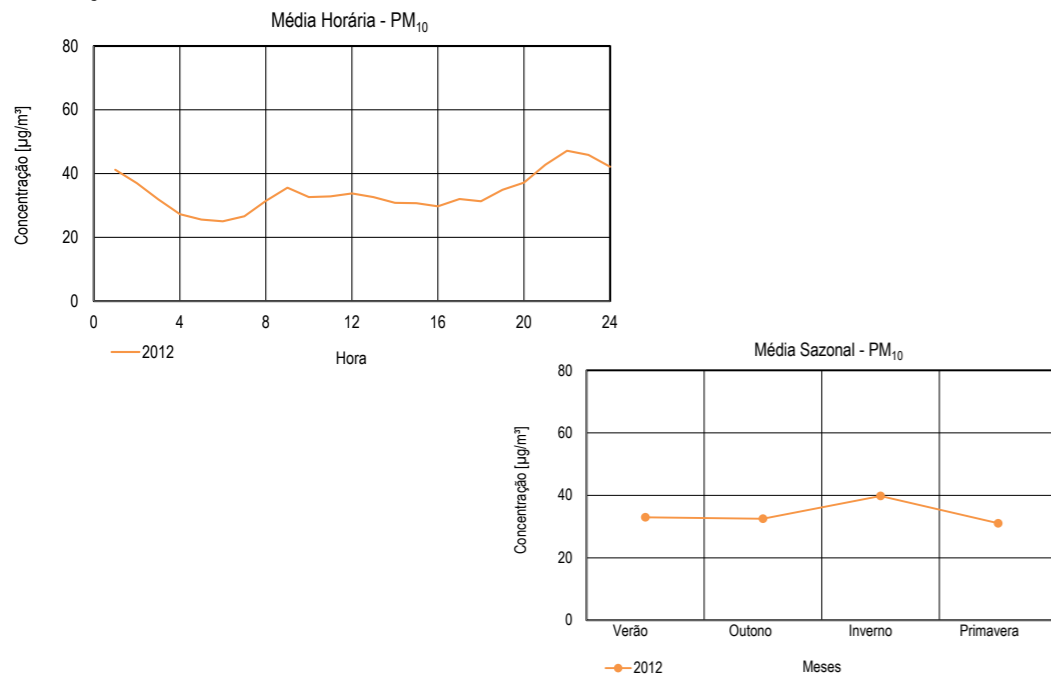
A geração de informações em Pedra de Guaratiba foi considerada de certa importância para o Programa MonitorAr-Rio, dada a carência de conhecimento sobre poluição do ar e meteorologia dessa região, que se encontra em avanço no seu processo de urbanização.

### PARTÍCULAS INALÁVEIS

Na Estação Pedra de Guaratiba, não se observaram violações ao padrão nacional estabelecido pelo CONAMA para partículas inaláveis, ao longo do ano de 2012.

As concentrações médias deste poluente apresentam uma elevação gradativa no decorrer do dia e uma redução relevante durante a madrugada. A pavimentação precária das vias e o comportamento do fluxo veicular no entorno possivelmente caracterizam o efeito de ressuspensão, influenciando o comportamento do poluente. Ao longo do ano, os meses de inverno apresentam as concentrações mais elevadas (Gráfico 50).

**Gráfico 50** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação PEDRA DE GUARATIBA

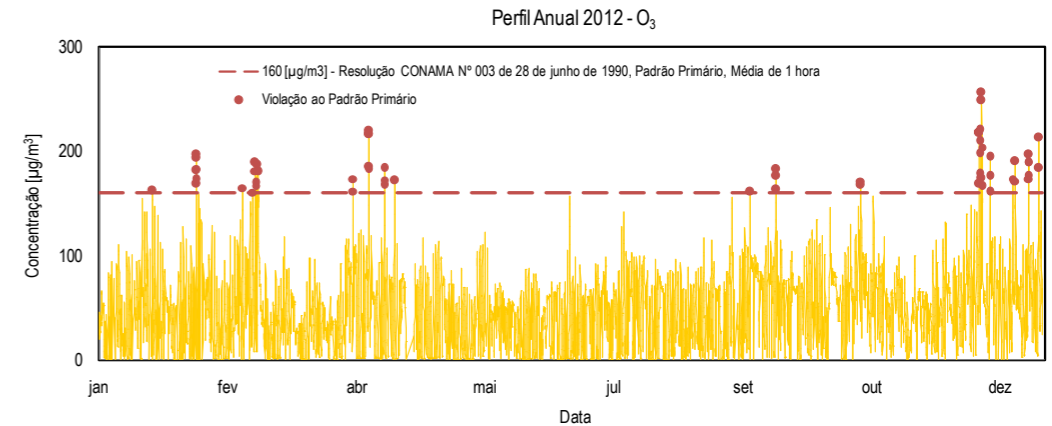


### OZÔNIO

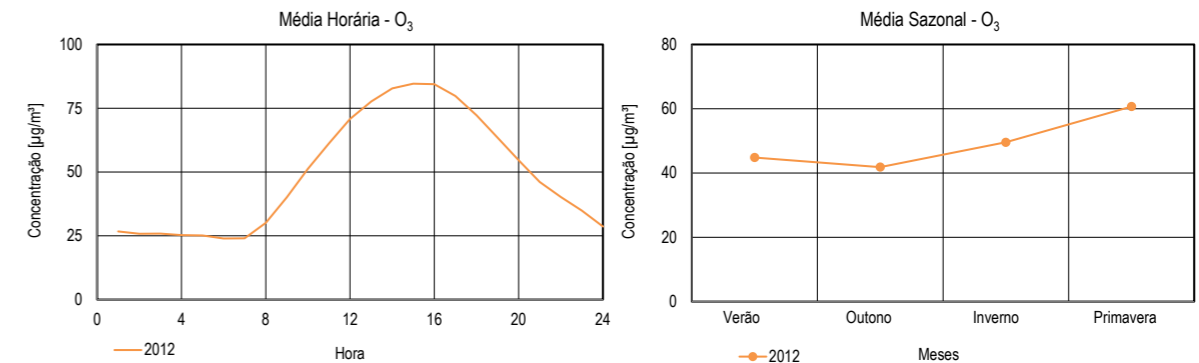
Para o ozônio, foram observadas diversas violações ao padrão de qualidade do ar de 160µg/m<sup>3</sup>, registradas nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, outubro e dezembro de 2012 (Gráfico 51).

A concentração média de ozônio apresentou, nessa estação de monitoramento, um ciclo diurno com elevação no início da manhã, que se estendeu ao longo do dia e atingiu o máximo próximo às 16 horas. Os valores voltam a cair durante a noite. Ao longo do ano de 2012, os meses de inverno e primavera registraram as maiores concentrações médias (Gráfico 52).

**Gráfico 51** Concentração média horária de ozônio na Estação PEDRA DE GUARATIBA



**Gráfico 52** Padrões de concentração média de ozônio na Estação PEDRA DE GUARATIBA







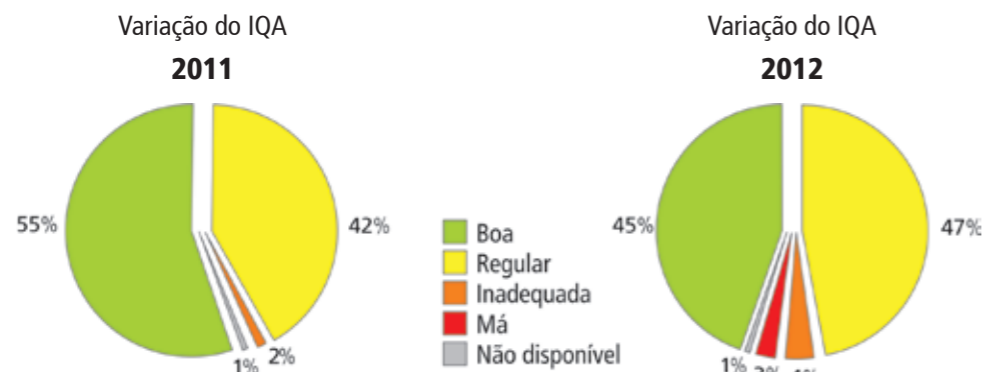
## 6.9. Considerações finais

Embora a rede de monitoramento do ar do Programa MonitorAr-Rio possua oito estações fixas, determinar uma classificação geral para a qualidade do ar no Município do Rio de Janeiro apresenta sérias dificuldades. Cada região sofre influência de variáveis distintas, que afetam tanto a emissão quanto a dispersão dos poluentes atmosféricos.

Na tentativa de comparar os resultados observados em 2011 e 2012, foram inseridos os Gráficos 53 e 54. Nota-se uma diminuição da porcentagem de dias com classificação da qualidade do ar BOA, de 55% em 2011 para 45%, em 2012. Houve aumento no número de dias com classificação REGULAR e INADEQUADA, ao mesmo tempo em que a classificação MÁ sobe, de menos

de 1%, em 2011, para 3%, em 2012. Mesmo com esses resultados, não é possível definir uma piora nas concentrações de poluentes atmosféricos no município no ano de 2012, uma vez que houve a ampliação da rede de monitoramento (Gráfico 53). Logo, a conclusão referente à mudança na distribuição dos Índices de Qualidade do Ar entre 2011 e 2012 é que as quatro estações inauguradas em dezembro de 2011, Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba, estão situadas em regiões que sofrem maior impacto da poluição atmosférica em comparação com as estações já existentes. Tal fator reforça a importância da instalação das quatro estações, nos locais selecionados, para avaliação das condições atmosféricas no município.

**Gráfico 53** Comparação da classificação da qualidade do ar em porcentagem de dias



Mesmo não havendo forte influência de fontes fixas nas Estações de Monitoramento do Ar, os resultados observados contribuíram para identificar perfis divergentes na concentração dos poluentes atmosféricos nos diferentes bairros da cidade.

A Estação Copacabana foi a que identificou as maiores concentrações de partículas inaláveis. O fluxo veicular da Rua Barata Ribeiro, o ponto de ônibus próximo ao ponto de coleta de amostra e a presença marcante da brisa marítima podem ter sido as razões para as elevadas concentrações.

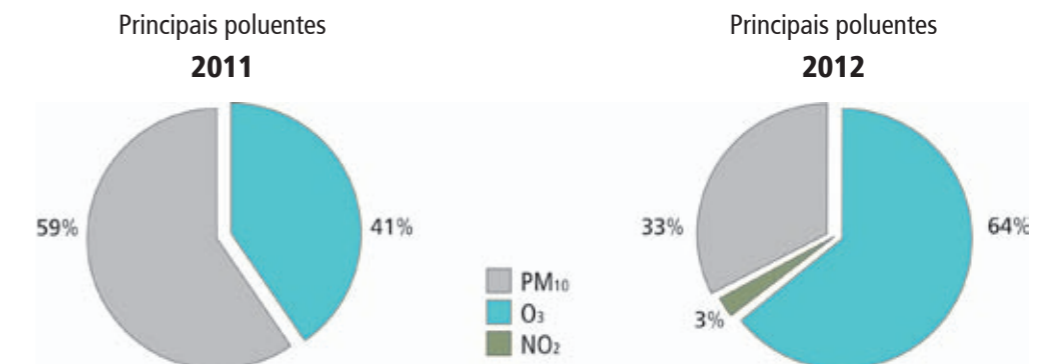
Em São Cristóvão o dióxido de enxofre foi o poluente que se destacou por apresentar concentrações maiores quando comparado ao monitoramento das outras estações da rede. Fatores como a proximidade da Linha Vermelha e Avenida Francisco Bicalho, além das atividades de carga e descarga do Campo de São Cristóvão, podem ter definido tal comportamento.

As estações de Irajá e Bangu, juntas, apresentaram os mais altos níveis de ozônio em toda a rede. A característica de ser um poluente secundário

confere dificuldade extra em identificar os fatores de emissão que levaram à formação do poluente na atmosfera. O fluxo na Avenida Brasil e na Via Dutra pode ser apontado como fontes móveis de compostos precursores e as direções predominantes de vento da região podem ter contribuído para o comportamento observado nas estações.

O balanço dos poluentes que definiram o Índice de Qualidade do Ar nos boletins divulgados para os anos de 2011 e 2012 se encontra na forma do Gráfico 54. Em síntese, as partículas inaláveis foram o poluente responsável por classificar a qualidade do ar em maior número de dias ao longo de 2011. Com a inauguração das quatro novas estações, considerando os resultados observados em Irajá e Bangu, em 2012 o ozônio passa a ser o maior responsável por classificar a qualidade do ar. Outra diferença entre os dois anos de monitoramento foi a presença dos analisadores de óxidos de nitrogênio, responsáveis por indicar a classificação em 3% do total de dias monitorados em 2012 para as estações de Irajá, Bangu e Campo Grande.

**Gráfico 54** Distribuição dos poluentes responsáveis por indicar a classificação da qualidade do ar



**AFLORAMENTO ROCHOSO** Nesta classe foram delimitados os fragmentos rochosos visíveis nas imagens utilizadas neste trabalho e que se encontravam posicionados acima ou no mesmo nível do solo e em qualquer posicionamento topográfico (cota). (SMAC, 2011)

**AMOSTRAGEM ATIVA** Na amostragem ativa, o ar é succionado para dentro do dispositivo de amostragem com o auxílio de uma bomba a vácuo, sendo necessária a utilização de medidores de fluxo de ar para a determinação do volume de ar ou da taxa de amostragem.

**AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA** A técnica de amostragem contínua baseia-se na combinação adequada e automatizada dos sistemas de amostragem e análise, na forma de um instrumento designado por monitor, analisador ou amostrador contínuo, colocado no local de amostragem por um período adequado para as medidas desejadas.

**AMOSTRAGEM PASSIVA** Princípio de amostragem baseado em dispositivos capazes de fixar gases ou vapores da atmosfera, a uma taxa controlada por processos físicos, tais como difusão ou permeação, não envolvendo o movimento ativo do ar através do amostrador. As concentrações dos poluentes absorvidos são determinadas a partir do emprego de técnicas de laboratório padronizadas.

**ÁREA ANTRÓPICA** Agrega as classes de Área urbanizada, Solo exposto, Área de extração mineral, Agricultura, Vegetação arbóreo-arbustiva, Reflorestamento e Vegetação gramíneo-lenhosa. (SMAC, 2011)

**ÁREA DE PLANEJAMENTO** Na cidade do Rio de Janeiro, as Áreas de Planejamento são as divisões administrativas definidas a partir das grandes áreas que apresentam características homogêneas, sejam essas naturais ou antrópicas.

Os aspectos predominantes em cada uma delas orientam o processo de definição das políticas públicas e especialmente, as diretrizes de uso e ocupação do solo. (ALEM, 2010)

**ÁREA NATURAL** Área Urbanizada (Au): Nesta classe foram consideradas as áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas. Estão incluídas nesta categoria a área edificada, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições, que, em alguns casos, se encontram isolados das áreas urbanas. As áreas urbanizadas podem ser contínuas, em que as áreas não-lineares de vegetação são excepcionais, ou descontínuas, em que as áreas vegetadas ocupam superfícies mais significativas. (SMAC, 2011)

**BIOMA** Unidade biótica de maior extensão geográfica, compreendendo várias comunidades em diferentes estágios de evolução, porém denominada de acordo com o tipo de vegetação dominante (mata tropical, campo, etc.). Pode ser entendido como o conjunto de ecossistemas terrestres, caracterizados pelos tipos fisionômicos semelhantes de vegetação, e está vinculado às faixas de latitude. (FEEMA, 1990)

**CANYON URBANO** Forma de disposição espacial de edificações, com pouco ou nenhum afastamento lateral. Este tipo de configuração dificulta a dispersão dos poluentes atmosféricos.

**CHUVA ÁCIDA** Chuva composta por substâncias ácidas, tais como ácido sulfúrico e ácido nítrico, sendo tais substâncias produzidas pela combinação da água atmosférica com óxidos liberados após a queima de hidrocarbonetos. (Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente. IBGE, 2002)

**CHUVAS CONVECTIVAS** Também chamadas de chuvas de verão, na região Sudeste do Brasil, são provocadas pela intensa evapotranspiração de superfícies úmidas e aquecidas (como florestas, cidades e oceanos tropicais). As chuvas convectivas estão presentes em nuvens também ditas convectivas, chamadas Cumulonimbus (Cb's). Em regiões tropicais, por exemplo, devido ao grande conteúdo de umidade, as parcelas de ar encontram um ambiente instável e favorável à formação de nuvens convectivas. Estas chuvas também são caracterizadas por serem de curta duração, porém de alta intensidade e atingirem pequenas áreas.

**CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO** Classes de veículos— O artigo 96 do Código de Trânsito Brasileiro classifica os veículos segundo três aspectos: 1) quanto à tração —automotor, elétrico, de propulsão humana, de tração animal e reboque ou semirreboque; 2) quanto à espécie — de passageiros, de carga, misto, de competição, de tração especial e de coleção; e, 3) quanto à categoria — oficial, de representação diplomática, de repartições consulares de carreira ou organismos internacionais acreditados junto ao governo brasileiro, particular, de aluguel e de aprendizagem. A classificação por espécie pode ainda ser subdividida em tipos de veículos. Assim, são considerados automóveis da classe “de passageiro” os seguintes tipos de veículos: bicicleta, ciclomotor, motoneta, motocicleta, triciclo, quadriciclo, automóvel, microônibus, ônibus, bonde, reboque ou semirreboque e charrete. A classe “de carga” inclui os tipos caminhonete, caminhão, reboque ou semirreboque, carroça e carro de mão. Os “mistos” incluem camioneta, utilitário e outros. E, por último, os “de tração” caminhão-trator, trator de rodas, trator de esteiras, trator misto. (BRASIL, 1997)

**COMPOSTO ORGÂNICO VOLÁTIL (COV)** Um composto orgânico de origem antropogênica e biogênica, com exclusão do metano, que possa produzir oxidantes fotoquímicos por reação com óxidos de nitrogênio na presença da luz solar. (UNIÃO EUROPÉIA, 2008)

**DENSIDADE DEMOGRÁFICA** Expressa o número total de pessoas que residem num determinado território dividido por sua área total. Por meio desse indicador, é possível avaliar a tendência de distribuição da terra urbana, infraestrutura e serviços públicos. E, conseqüentemente, os impactos no meio natural e na qualidade de vida. (IPP/SMAC, 2005)

**DIVISÃO ADMINISTRATIVA** A divisão do território em divisões administrativas tem o objetivo de identificar, na cidade, locais de características homogêneas que irão orientar as políticas de gestão urbana. Na cidade do Rio de Janeiro, a instituição da divisão territorial, com a estrutura organizacional de Áreas de Planejamento, conhecidas por AP, foi estabelecida por estudos desenvolvidos pela então Comissão do Plano da Cidade – COPLAN e oficializada pelo Decreto n.3157. (ALEM, 2010)

**DOMICÍLIO PARTICULAR PERMANENTE OCUPADO** Domicílio particular é o domicílio em que o relacionamento entre seus ocupantes é ditado por laços de parentesco, de dependência doméstica ou por normas de convivência. O domicílio particular é permanente, quando construído para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas. Domicílio ocupado é o domicílio onde foi realizada a entrevista com os seus moradores. (IBGE-2, 2011)

**ESPERANÇA DE VIDA** A esperança de vida em uma determinada idade pode ser interpretada como o número médio de anos que um indivíduo viverá a partir daquela idade, considerando o nível e a estrutura de mortalidade por idade observados naquela população. (CARVALHO, 1998, 2013)

**ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER** Número médio de anos que um recém-nascido esperaria viver se estivesse sujeito a uma lei de mortalidade. (IBGE-4, 2013)

**FONTES FIXAS E MÓVEIS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA** Consideram-se fontes fixas as atividades estacionárias, como as indústrias, e fontes móveis as emitidas pelos diversos meios de transportes. (CETESB, 2013)

**INDICADOR SINTÉTICO** Tipo de indicador proposto com o objetivo de apreender a realidade por meio de uma única medida, resultante da combinação de múltiplas medições das suas dimensões analíticas quantificáveis. Também chamado de indicador composto. (SCANDAR, 2008)

**NORMAIS CLIMATOLÓGICAS** As Normais Climatológicas são obtidas pelo cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Essas médias referem-se a períodos padronizados de trinta anos, sucessivamente, de 1901 a 1930, 1931 a 1960 e 1961 a 1990. Como, no Brasil, somente a partir de 1910 a atividade de observação meteorológica passou a ser feita de forma sistemática, o primeiro período padrão possível de ser calculado foi o de 1931 a 1960. (INMET, 2012)

**NOVA ECONOMIA** Termo adotado para definir a fase mais avançada do capitalismo, em que as atividades econômicas são: 1) tecnologias

de informação e comunicação (inclusive internet); 2) propriedade intelectual, com uma ampla abrangência de atividades (patentes, *copyrights*, marcas, propaganda, serviços de consultoria e financeiros, serviços de saúde (*medical knowledge*) e educação); 3) bibliotecas e bancos de dados digitais; e 4) biotecnologia (uma combinação um tanto inusitada, que abrange desde bibliotecas e bancos de dados não-digitais até medicamentos). (QUAH, 1999)

**PADRÕES DE QUALIDADE DO AR** De acordo com a portaria GM 0231, de 27.04.76, que estabelece novos padrões de qualidade do ar, consideramos estes como sendo concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. (BRASIL, 1990)

**PADRÕES PRIMÁRIOS DE QUALIDADE DO AR** São as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. (BRASIL, 1990)

**PADRÕES SECUNDÁRIOS DE QUALIDADE DO AR** São as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. (BRASIL, 1990)

**POLUENTE ATMOSFÉRICO** "Qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: I) impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; II) inconveniente ao bem-estar público; III) danoso aos materiais, à fauna e flora; IV) prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade." ((BRASIL, 1990)

**POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA, POLUIÇÃO DO AR** "A presença de contaminantes no ar, em concentrações que impeçam a sua dispersão normal e que interfiram direta ou indiretamente na saúde, segurança ou conforto do homem ou no pleno uso e gozo de suas propriedades." (VOCABULÁRIO BÁSICO DE MEIO AMBIENTE, 1990 Apud The World Bank, 1978)

**PRODUTO INTERNO BRUTO** Bens e serviços produzidos no país, descontadas as despesas com os insumos utilizados no processo de produção durante o ano. É a medida do total do valor adicionado bruto produzido por todas as atividades econômicas. (IBGE-3, 2011)

**SETOR CENSITÁRIO** É a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta. (IBGE-2, 2011).

**TAXA MÉDIA GEOMÉTRICA ANUAL DE CRESCIMENTO POPULACIONAL** Expressa o ritmo de crescimento populacional anual para cada década. O conhecimento da intensidade de crescimento da população é fundamental no processo de planejamento e formulação de políticas públicas e estimativas de investimentos. (IBGE-2, 2011).

**TELEMETRIA (TM)** Medição realizada à distância ou em local remoto. Surgiu mediante a necessidade de realizar medições em locais inacessíveis e evoluiu posteriormente como processo complexo capaz de realizar medições em qualquer local remoto. Em geral, a telemetria é requerida sempre que uma medida tem que ser realizada em um local ou ambiente que é inacessível ou inóspito para o homem. O conceito de



remoto, portanto, não se aplica necessariamente à distância, mas às características do ambiente em que ocorre o evento que se quer conhecer. Em geral, nos sistemas de monitoramento, medição e controle, ocorre pela transferência, via rede, de dados obtidos por equipamento em localização remota e distribuído em uma área geográfica de forma predeterminada. (MATTOS, 2004)

#### **TUBO PASSIVO, AMOSTRADOR PASSIVO**

Também conhecido como tubo de difusão, é um aparato capaz de tomar amostras de gases da atmosfera a uma taxa controlada pela difusão molecular e que não requer o movimento ativo do ar dentro do amostrador. O tubo de difusão consiste de um tubo que contém, numa das extremidades, uma película impregnada com uma solução absorvente que fixa o poluente desejado. Após a exposição dos amostradores, durante períodos que variam de alguns dias a poucas semanas, os tubos são fechados e enviados ao laboratório para análise. De acordo com o tipo de mecanismo e o poluente medido, a análise pode ser realizada usando diferentes técnicas, tais como colorimetria, cromatografia de íons e outras. Os amostradores passivos, hoje em dia, são utilizados para um grande número de poluentes gasosos, como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), monóxido de carbono (CO), amônia, benzeno, entre outros. (MAIA e OLIVEIRA, 2000)

**UNIDADE DE CONSERVAÇÃO** Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2000)

**VALOR ADICIONADO** Valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. É a contribuição ao produto interno bruto pelas diversas atividades econômicas, obtida pela diferença entre o valor de produção e o consumo intermediário absorvido por essas atividades. (PRODUTO INTERNO BRUTO DOS MUNICÍPIOS – 2010)

**VIA** Superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central. (CBT, 1997)

**VIA ARTERIAL** Aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade. (CBT, 1997)

**VIA COLETORA** Aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade. (CBT, 1997)

**VIA DE TRÂNSITO RÁPIDO** Aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível. (CBT, 1997)

**VIA LOCAL** Aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas. (CBT, 1997)

**VIA RURAL** Estradas e rodovias. (CBT, 1997)

**VIA URBANA** Ruas, avenidas, vielas ou caminhos e similares, abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão. (CBT, 1997).

**VIAS ARTERIAIS PRIMÁRIAS** Fazem a ligação entre os centros de alcance metropolitano e as ligações entre estes e as vias de hierarquia superior (vias estruturais). Devem possuir controle de acesso médio, de modo a minimizar os efeitos da fricção marginal e os pontos de conflitos. Devem formar uma malha contínua. (RIO DE JANEIRO, 2013)

**VIAS ARTERIAIS SECUNDÁRIAS** Fazem a ligação entre os centros de alcance municipal e destes com os centros de alcance metropolitano e também com as vias de hierarquia superior (vias estruturais e arteriais primárias). Devem possuir controle de acesso médio, de modo a minimizar os efeitos da fricção marginal e os pontos de conflitos. Devem formar uma malha contínua. (RIO DE JANEIRO, 2013)

**VIAS COLETORAS** Fazem a coleta e a distribuição de tráfego interno aos bairros, alimentando o sistema arterial. O controle de acesso deve ser baixo. (RIO DE JANEIRO, 2013)

**VIAS ESTRUTURAIS** São as vias que estabelecem ligações rápidas para o tráfego de passagem exclusivo. Compõem a espinha dorsal do sistema viário urbano. Devem ter alta capacidade para atender aos deslocamentos de longa distância e com alto volume de veículos. O controle de acesso a essas vias deve ser alto. (RIO DE JANEIRO, 2013)

**VIAS LOCAIS** Todas as ruas utilizadas para o acesso direto às residências, comércio ou indústrias, com tráfego exclusivamente local. (Rio de Janeiro, 2013)

## ÍNDICE DE TABELAS

**Tabela 1** População 2010 e taxa média geométrica de crescimento anual das cinco principais regiões metropolitanas do Brasil – 2000 – 2010

**Tabela 2** População residente total e percentual – Brasil, Estado do Rio de Janeiro e Município do Rio de Janeiro – 2010

**Tabela 3** Estrutura etária da população – Município do Rio de Janeiro – 2000 – 2010

**Tabela 4** População, área territorial e densidade demográfica segundo esfera governamental – 2010

**Tabela 5** População, área territorial e densidade demográfica segundo as áreas de planejamento – Município do Rio de Janeiro – 2010

**Tabela 6** Produto Interno Bruto total e participação percentual – Brasil e cinco principais regiões metropolitanas – 2009

**Tabela 7** Produto Interno Bruto total e participação percentual – Brasil e cinco principais capitais – 2009

**Tabela 8** Participação das atividades econômicas no valor adicionado bruto ao PIB do Município do Rio de Janeiro e da Região Metropolitana – 2009

**Tabela 9** Classes de cobertura vegetal e uso das terras – Município do Rio de Janeiro – 2011

**Tabela 10** Extensão das vias do sistema viário principal por categoria de via – Município do Rio de Janeiro – 2004

**Tabela 11** Distribuição percentual da frota ativa por tipo de combustível – Município do Rio de Janeiro – 2011

**Tabela 12** Distribuição percentual do consumo de GNV por classe de consumo – Município do Rio de Janeiro – 2010

**Tabela 13** Total dos postos de serviço e distribuição percentual, segundo divisão administrativa – Município do Rio de Janeiro – 2012

**Tabela 14** Evolução do movimento de embarcações por tipo de navegação no porto do Rio de Janeiro – Município do Rio de Janeiro – 2000-2009

**Tabela 15** Movimentação de embarcações e passageiros no terminal de passageiros do porto do Rio de Janeiro segundo o sentido de navegação – Município do Rio de Janeiro – 2000-2009

**Tabela 16** Fluxo médio diário de aeronaves nos aeroportos – Município do Rio de Janeiro – 2000-2011

**Tabela 17** Total de passageiros embarcados nos dez maiores aeroportos brasileiros – 2009

**Tabela 18** População residente na área de estudo do entorno – Estação Copacabana – 2010

**Tabela 19** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Copacabana – 2010

**Tabela 20** População residente e domicílios dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Centro – 2010

**Tabela 21** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Centro – 2010

**Tabela 22** População residente e domicílios dos bairros na área de estudo do entorno – Estação São Cristóvão – 2010

**Tabela 23** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação São Cristóvão – 2010

**Tabela 24** População residente e domicílios dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Tijuca – 2010

**Tabela 25** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Tijuca – 2010

**Tabela 26** População residente e domicílios dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Irajá – 2010

**Tabela 27** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Irajá – 2010

**Tabela 28** População residente e domicílios dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Bangu – 2010

**Tabela 29** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Bangu – 2010

**Tabela 30** População residente e domicílios dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Campo Grande – 2010

**Tabela 31** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Campo Grande – 2010

**Tabela 32** População residente e domicílios dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Pedra de Guaratiba – 2010

**Tabela 33** População residente e distribuição por grupos de idade dos bairros na área de estudo do entorno – Estação Pedra de Guaratiba – 2010

## ÍNDICE DE QUADROS

**Quadro 1** Padrões nacionais de qualidade do ar para alguns poluentes

**Quadro 2** Faixas de classificação das medições de concentração dos poluentes para cálculo do índice de qualidade do ar – IQA

**Quadro 3** Faixas de classificação do índice de qualidade do ar – IQA e efeitos sobre a saúde

**Quadro 4** Características e desempenho anual do sistema de ônibus – Município do Rio de Janeiro – 2010

**Quadro 5** Taxa de motorização por tipo de veículo em 100 habitantes – Município do Rio de Janeiro – 2011

**Quadro 6** Distribuição percentual das contribuições por fontes móveis nas principais vias da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – 2004

**Quadro 7** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a temperatura média mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2011

**Quadro 8** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a temperatura média mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2012

**Quadro 9** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a média de umidade relativa observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2011

**Quadro 10** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a média de umidade relativa observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2012

**Quadro 11** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a precipitação total mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2011

**Quadro 12** Comparação entre a normal climatológica do Município do Rio de Janeiro e a precipitação total mensal observada na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2012

**Quadro 13** Índice de calmaria para os anos de 2011 e 2012

**Quadro 14** Direção predominante do vento em 2011 e 2012

**Quadro 15** Valor máximo mensal de radiação solar observado na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2011

**Quadro 16** Valor máximo mensal de radiação solar observado na rede meteorológica e de qualidade do ar – MonitorAr-Rio – 2012

**Quadro 17** Disposição de analisadores de gases poluentes da rede de monitoramento da qualidade do ar – Programa MonitorAr-Rio

**Quadro 18** Dados gerais – Estação Copacabana – 2012

**Quadro 19** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Copacabana – 2012

**Quadro 20** Dados gerais – Estação Centro – 2012

**Quadro 21** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Centro – 2012

**Quadro 22** Dados gerais – Estação São Cristóvão – 2012

**Quadro 23** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação São Cristóvão – 2012

**Quadro 24** Dados gerais – Estação Tijuca – 2012

**Quadro 25** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Tijuca – 2012

**Quadro 26** Dados gerais – Estação Irajá – 2012

**Quadro 27** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Irajá – 2012

**Quadro 28** Dados gerais – Estação Bangu – 2012

**Quadro 29** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Bangu – 2012

**Quadro 30** Dados gerais – Estação Campo Grande – 2012

**Quadro 31** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Campo Grande – 2012

**Quadro 32** Dados gerais – Estação Pedra de Guaratiba – 2012

**Quadro 33** Fontes fixas e móveis localizadas na área de estudo do entorno – Estação Pedra de Guaratiba – 2012



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Municípios da Região Metropolitana e localização no Estado do Rio de Janeiro –2011

**Figura 2** Domínios geomorfológicos – Região Metropolitana do Rio de Janeiro – 2010

**Figura 3** Maciços montanhosos e referências espaciais – Município do Rio de Janeiro

**Figura 4** Densidade demográfica segundo área de planejamento – Município do Rio de Janeiro– 2010

**Figura 5** Cobertura vegetal e uso das terras – Município do Rio de Janeiro – 2011

**Figura 6** Mapa esquemático dos corredores do sistema viário –Município do Rio de Janeiro – 2012

**Figura 7** Mapa esquemático dos novos corredores do sistema viário em construção – Município do Rio de Janeiro –2012

**Figura 8** Funcionamento interno de uma estação da rede de monitoramento da qualidade do ar do Programa MonitorAr-Rio

**Figura 9** Localização das estações fixas da rede de monitoramento da qualidade do ar do PROGRAMA MonitorAr-Rio.

**Figura 10** Rosa dos ventos – Estação Copacabana – 2011

**Figura 11** Rosa dos ventos – Estação Copacabana – 2012

**Figura 12** Quadrantes da área de estudo do entorno – Estação Copacabana – 2012

**Figura 13** Rosa dos ventos – Estação Centro – 2011

**Figura 14** Rosa dos ventos – Estação Centro – 2012

**Figura 15** Quadrantes da área de estudo do entorno – Estação Centro – 2012

**Figura 16** Rosa dos ventos da Estação São Cristóvão –2011

**Figura 17** Rosa dos ventos da Estação São Cristóvão –2012

**Figura 18** Quadrantes da área de influência – Estação São Cristóvão – 2012

**Figura 19** Rosa dos ventos – Estação Tijuca – 2011

**Figura 20** Rosa dos ventos – Estação Tijuca – 2012

**Figura 21** Quadrantes da área de estudo do entorno – Estação Tijuca – 2012

**Figura 22** Rosa dos ventos – Estação Irajá – 2012

**Figura 23** Quadrantes da área de estudo do entorno –Estação Irajá– 2012

**Figura 24** Rosa dos ventos – Estação Bangu – 2012

**Figura 25** Quadrantes da área de estudo do entorno – Estação Bangu – 2012

**Figura 26** Rosa dos ventos – Estação Campo Grande – 2012

**Figura 27** Quadrantes da área de estudo do entorno – Estação Campo Grande – 2012

**Figura 28** Rosa dos ventos – Estação Pedra de Guaratiba– 2012

**Figura 29** Quadrantes da área de estudo do entorno – Estação Pedra de Guaratiba – 2012

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** Relação entre concentração de poluente e índice de qualidade do ar – IQA

**Gráfico 2** Distribuição diária dos usuários do sistema de transportes coletivos segundo modal – Município do Rio de Janeiro – 2010

**Gráfico 3** Total anual de novos licenciamentos de veículos – Município do Rio de Janeiro – 2001-2011

**Gráfico 4** Distribuição percentual da frota ativa segundo o ano de fabricação – Município do Rio de Janeiro – 2011

**Gráfico 5** Taxa de motorização – Município do Rio de Janeiro – 1994-2011

**Gráfico 6** Comparação da evolução da população e total de veículos particulares – número índice – Município do Rio de Janeiro – 2011

**Gráfico 7** Evolução da distribuição percentual da frota ativa por tipo de combustível – Município do Rio de Janeiro – 2000-2011

**Gráfico 8** Evolução da distribuição percentual do consumo de GNV por classe de consumo – Município do Rio de Janeiro – 2000-2010

**Gráfico 9** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação Centro

**Gráfico 10** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação Centro

**Gráfico 11** Concentração média de 24 horas do material particulado na Estação Centro em 2012 e média horária para o período da queda dos edifícios entre 24 e 29 de janeiro

**Gráfico 12** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação Centro

**Gráfico 13** Concentração média horária de ozônio na Estação Centro

**Gráfico 14** Padrões de concentrações médias de ozônio na Estação Centro

**Gráfico 15** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação Copacabana

**Gráfico 16** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação Copacabana

**Gráfico 17** Padrões de concentração média de partículas inaláveis na Estação Copacabana

**Gráfico 18** Concentração média horária de ozônio na Estação Copacabana

**Gráfico 19** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Copacabana

**Gráfico 20** Comparação entre a concentração média mensal de material particulado (MP<sub>10</sub>) e o acumulado mensal de precipitação pluviométrica na Estação Copacabana nos anos de 2011 e 2012

**Gráfico 21** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação São Cristóvão

**Gráfico 22** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação São Cristóvão

**Gráfico 23** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação São Cristóvão

**Gráfico 24** Concentração média horária de ozônio na Estação São Cristóvão

**Gráfico 25** Padrões de concentração média de ozônio na Estação São Cristóvão

**Gráfico 26** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação Tijuca

**Gráfico 27** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação Tijuca

**Gráfico 28** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação Tijuca

**Gráfico 29** Concentração média horária de ozônio na Estação Tijuca

**Gráfico 30** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Tijuca

**Gráfico 31** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação Irajá

**Gráfico 32** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação Irajá

**Gráfico 33** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação Irajá

**Gráfico 34** Concentração média horária de ozônio na Estação Irajá

**Gráfico 35** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Irajá

**Gráfico 36** Padrões de concentração média de dióxido de nitrogênio na Estação Irajá

**Gráfico 37** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação Bangu

**Gráfico 38** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação Bangu

**Gráfico 39** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação Bangu

**Gráfico 40** Concentração média horária de ozônio na Estação Bangu

**Gráfico 41** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Bangu

**Gráfico 42** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Bangu

**Gráfico 43** Comparação entre a concentração média horária de ozônio e a radiação solar na Estação Bangu

**Gráfico 44** Concentrações médias de monóxido de carbono na Estação Campo Grande

**Gráfico 45** Padrões de concentrações médias de dióxido de enxofre na Estação Campo Grande

**Gráfico 46** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação Campo Grande

**Gráfico 47** Concentração média horária de ozônio na Estação Campo Grande

**Gráfico 48** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Campo Grande

**Gráfico 49** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Campo Grande

**Gráfico 50** Padrões de concentrações médias de partículas inaláveis na Estação Pedra de Guaratiba

**Gráfico 51** Concentração média horária de ozônio na Estação Pedra de Guaratiba

**Gráfico 52** Padrões de concentração média de ozônio na Estação Pedra de Guaratiba

**Gráfico 53** Comparação da classificação da qualidade do ar em porcentagem de dias

**Gráfico 54** Distribuição dos poluentes responsáveis por indicar a classificação da qualidade do ar



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEM, Adriano. Breve relato sobre a formação das divisões administrativas na cidade do Rio de Janeiro – Período de 1961 a 2010. *Estudos Cariocas*. Rio de Janeiro, nº 20100501, maio – 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas>

ALVARES, O.M.JR.; LAVACA, C.I.V.; FERNANDES, P.S. *Emissões atmosféricas*. SENAI, 2002.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO– 2011. Regiões de governo e microrregiões geográficas. Rio de Janeiro: Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro – CEPERJ.2011. Disponível em: [http://www.fesp.rj.gov.br/ceep/ent/anu\\_online.html](http://www.fesp.rj.gov.br/ceep/ent/anu_online.html). Acesso: 03.05.2012.

ARMAZÉM DE DADOS. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos / Secretaria Municipal de Urbanismo, 2001-2004. Informações estatísticas da cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/index.htm>. Acesso em 11.01.2013.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90. Estabelece padrões de qualidade do ar. Publicada no D.O.U, de 25/08/89, Seção 1, p. 14.713. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em 22.08.2012.

\_\_\_\_\_(2). Lei n. 9.503, de 23-9-97. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União – Seção 1 – 24/9/1997, p. 21201 (Publicação original).1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm). Acesso em 21.02.2013.

\_\_\_\_\_(3). Lei n. 9985, de 18 de julho de 2000. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelecendo procedimentos, critérios, parâmetros e limites para a criação, implantação, consolidação, uso e gestão das Unidades de Conservação e dá outras providências. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm/). Acesso em 21.02.2013.

BUENO, J. C. C. Polos de Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro In: Anais do XIX FÓRUM NACIONAL Rio de Janeiro. INSTITUTO NACIONAL DE ALTOS ESTUDOS –INAE.2007.02-jul-2013. Disponível em [http://forumnacional.org.br/trf\\_arq.php?cod=EP01800](http://forumnacional.org.br/trf_arq.php?cod=EP01800). Acesso em 14.03.2013.

CARVALHO, J.A.M.; SAWYER, D.O.; RODRIGUES, R.N. *Introdução a alguns conceitos básicos e medidas em demografia*.2. ed. rev. São Paulo: ABEP, 1994, reimpr. 1998.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Banco Multidimensional de Estatísticas –BME.Brasil.IBGE.2012. Disponível em: <http://www.bme.ibge.gov.br/app/adhoc/index.jsp>. Acesso em 17.04.2012.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB– Informações básicas. Descrição dos poluentes. In: Descrição dos poluentes. São Paulo, SP. CETESB. 2013. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes#mp>. Acesso em 14.03.2013.

CRUZ, L.P.S.; CAMPOS, V.P. *Métodos de amostragem e análise para compostos reduzidos de enxofre atmosférico*. Quím. Nova, vol.31, n.5, São Paulo, 2008.

DERECZYNSKI, C.P.; OLIVEIRA, J.S.; MACHADO, C.O. Climatologia da precipitação no Município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.24, n.1, 24-38, 2009.

ECOSOFT –Ecosoft Consultoria e Softwares Ambientais Ltda. Dimensionamento da Rede Otimizada de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

EMPRESA OLÍMPICA MUNICIPAL–EOM. Revolução nos transportes. In: Cidade Olímpica. Rio de Janeiro.PCRJ.2012.Disponível em:<http://www.cidadeolimpica.com.br/revolucao-nos-transportes/>. Acesso em 14.03.2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL– INMETRO, Múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI. In Sistema Internacional de Unidades: SI. Duque de Caxias, RJ. INMETRO/ CICMA/SEPIN.2012.3.p.34.9.ed. Disponível em:<http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em 14.03.2013.

INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO PEREIRA PASSOS, SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. Densidade demográfica. In: Indicadores ambientais. Caracterização sociodemográfica. Rio de Janeiro:PCRJ.2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Valor Adicionado Bruto da Indústria. In: Produto interno bruto dos municípios – 2004-2008 – IBGE. Brasil. IBGE. 2010. p.51. Contas Nacionais n. 33. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004\\_2008/pibmunic2004\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004_2008/pibmunic2004_2008.pdf). Acesso 14.03.2013.

\_\_\_\_\_(2). Conceitos e definições. In: Características da população e dos domicílios – Resultados do universo. Rio de Janeiro, Centro de Documentação e Disseminação de Informações – CDDI. 2011. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf).



\_\_\_\_\_(3).Valor Adicionado Bruto da Indústria. In:Produto interno bruto dos municípios – 2005-2009 – IBGE. Brasil.2011.p.50. Contas Nacionais n. 36. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmuni>. Acesso 14.03.2013.

\_\_\_\_\_(4).Conceitos. In: Indicadores sociais mínimos. Rio de Janeiro. IBGE. 2013.Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/> Acesso em 06.02.2013.

MAIA, Luiz; OLIVEIRA, Vinicius, F.P.G. *Avaliação das concentrações de ozônio na cidade do Rio de Janeiro empregando o método dos tubos passivos*. In Anais XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro.Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET.2000.Disponível em:<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-6444be1e2295a3144647a4e9178e7d42.pdf>. Acesso em 28.02.2013.

MARTINS, E. M.; CORRÊA, S. M.; ARBILLA, G. Impacto dos fatores meteorológicos na qualidade do ar. In: Xi Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro, Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000.

MATTOS, Alessandro N.Introdução à telemetria. In: Telemetria e conceitos relacionados.São José dos Campos, SP.CreativeCommons,2004.Cap. 1.p.6.Disponível em: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/br/>. Acesso em 08.03.2013.

PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DO AR – PRONAR. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Disponível em [http://www.mct.gov.br/clima/comunic\\_old/pronar.htm](http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/pronar.htm)Acesso em 08.03.2013.

PRODUTO INTERNO BRUTO DOS MUNICÍPIOS

– 1999-2010 – IBGE.Brasil.Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA,2013. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=p&o=32&i=P&c=21>. Acesso em 08.03.2013.

PRODUTO INTERNO BRUTO DOS MUNICÍPIOS – 2010 – CEPERJ. Estado do Rio de Janeiro. Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro – CEPERJ.2012.Disponível em:[http://www.fesp.rj.gov.br/ceep/pib/PIB\\_municipios\\_RJ\\_2010.pdf](http://www.fesp.rj.gov.br/ceep/pib/PIB_municipios_RJ_2010.pdf). Acesso em 08.03.2013.

QUAH, Danny T.1.What is the weightless economy? In:TheWightless Economy in Growth – The Business Economist.London.UK. London School of Economics.1999.40-41.Vol.30 n.1 p. 40-53.Disponível em: <http://http://econ.lse.ac.uk/~dquah/p/9903tbe.pdf>. Acesso em 25.05.2012.

REZENDE, Vera. Planejamento urbano e ideologia: quatro planos para a cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira,1982. Coleção Retratos do Brasil: v. 159.

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º 28329, de 17 de agosto de 2007. Regulamenta critérios e procedimentos destinados ao Licenciamento Ambiental, à Avaliação de Impactos Ambientais e ao Cadastro Ambiental de atividades e empreendimentos que menciona e dá outras providências. Diário Oficial do Município de 03. 04.2009.

\_\_\_\_\_(2).Resolução nº 811 do Secretário Municipal de Obras de 18 de março de 2013. Aprova o Caderno de Instruções para elaboração, apresentação e aprovação de Projetos Geométricos Viários Urbanos. Diário Oficial do Município de 20. 03.2013.

SCANDAR NETO, W.; JANUZZI, P.M.; SILVA, P.L.N.Sistemas de Indicadores ou Indicadores Sintéticos: do que precisam os gestores de programas sociais? Anais XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais – 2008.Caxambu,XVI, 2008. Disponível em: <http://www.abep>. Acesso em 21.02.2013.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES – SMTR. Plano Diretor de Transportes da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. SMTR. 2006. Disponível em: <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/compur/transporte.asp>. Acesso em 20.02.2013.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – SMAC. Sobre as classes de mapeamento. In Sig Floresta. Rio de Janeiro. 2011. Disponível em:<http://sigfloresta.rio.rj.gov.br/> Acesso em 26.06.2012.

UNIÃO EUROPEIA. In: EUR-Lex –Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho – ANEXO X /Medição de substâncias precursoras de ozônio. 2008. Disponível em: <[http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=PT&numdoc=308L0050&model=guichett](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=PT&numdoc=308L0050&model=guichett)> Acesso em 11.03.2013.

VOCABULÁRIO BÁSICO DE RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 300 p.

VOCABULÁRIO BÁSICO DE MEIO AMBIENTE. FEEMA, Rio de Janeiro: FEEMA. 1990.2.ed. 246 p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO.Calculation of monthly and annual 30-year standard normals.In:Reports published through the World Climate Data and MonitoringProgramme (WCDMP) series. Geneva, (WMO. Technicaldocument, n. 341; WCDP, n.10).1989. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/html/clima/OMM\\_WCDP\\_N10.pdf](http://www.inmet.gov.br/html/clima/OMM_WCDP_N10.pdf). Acesso 08.03.2013.



"Existem mais coisas entre o céu e a Terra  
do que supõe a nossa vã filosofia."

*William Shakespeare*



**MONITORAR** *Rio*  
ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO  
DA QUALIDADE DO AR

