

## ➡ Usos e Qualidade das Águas Superficiais

### ✓ *Considerações iniciais*

O controle e o gerenciamento da qualidade das águas são uma tarefa fundamental para a obtenção e manutenção da qualidade de vida e indispensável para o desenvolvimento e evolução das populações humanas, seja através do desenvolvimento social ou econômico.

A degradação dos recursos hídricos devido ao aumento dos despejos de efluentes domésticos e industriais nos rios e córregos inseridos em regiões metropolitanas constitui um grave problema ambiental, não sendo diferente deste cenário a situação dos corpos d'águas inseridos na região da Linha 18 - Bronze.

No âmbito da AII, sabe-se que o município de São Paulo e toda a Região Metropolitana geraram uma mancha urbana contínua e crescente ao longo do tempo que contribuiu diretamente com a degradação dos recursos hídricos superficiais, principalmente, devido à falta de um planejamento urbano pretérito.

Neste contexto, portanto, é que estão inseridos os cursos d'água presentes nas áreas de influência da Linha 18 - Bronze, em especial os da AID e da ADA. Dessa maneira, as condições ambientais dos mesmos são consideradas precárias do ponto de vista de qualidade físico-química das águas, capacidade de transporte hidráulico e presença de matas ciliares, tornando-os, praticamente, esgotos a céu aberto. Isso ocorre, principalmente, devido aos lançamentos de esgotos sanitários acima das respectivas capacidades de suporte dos corpos hídricos, uma vez que todos eles estão sendo utilizados como corpos receptores de efluentes.

A poluição das águas tem como origem diversas fontes, dentre as quais se destacam:

- Cargas pontuais de origem doméstica e industrial;
- Cargas difusas, em especial de origem urbana.

### ✓ *Redes de Monitoramento e Índices de Qualidade das Águas*

Para avaliar a qualidade das águas do Estado de São Paulo, a CETESB criou em 1974 uma Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, em atendimento à Lei Estadual N° 118, promulgada em 29/06/73.

Atualmente, o programa de monitoramento da CETESB é formado por 04 redes de monitoramento, que permitem um melhor diagnóstico da qualidade das águas, visando seus múltiplos usos, conforme detalhado no Quadro 8.2.4.1-4.

**Quadro 8.2.4.1-4**  
**Redes de monitoramento da qualidade de água na UGRHI 06**

Monitoramento CETESB	Objetivos	Início da operação	Pontos	Pontos UGRHI 06	Frequência	Variáveis
Rede Básica	Fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.	1974	338	48	Semestral / Bimestral	Físicas Químicas Biológicas
Rede de Sedimento	Complementar o diagnóstico da coluna d'água.	2002	25	8	Anual	Físicas Químicas Biológicas
Balneabilidade de rios e reservatórios	Informar as condições da água para recreação de contato primário/banho à população.	1994	30	14	Semanal / Mensal	Biológicas
Monitoramento Automático	Controle de fontes poluidoras domésticas e industriais, bem como controle da qualidade da água destinada ao abastecimento público.	1998	13	10	Horária	Físicas Químicas

Fonte: CETESB, 2009

De acordo com o quadro apresentado, a UGRHI 06 (Unidade de gerenciamento hídrico em que se insere a área do empreendimento) possui 80 pontos de monitoramento de água, sendo 48 da rede básica, 08 de sedimentos, 14 de balneabilidade e 10 de monitoramento automático.

A partir das estações de monitoramento é possível aferir e consolidar as variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA (Índice de qualidade da água), as quais refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

O Quadro 8.2.4.1-5 apresenta a distribuição percentual do IQA verificado na UGRHI-06, por meio dos monitoramentos realizados pela CETESB no ano de 2009.

**Quadro 8.2.4.1-5**  
**Índice de Qualidade da Água verificado na UGRHI 06**

Nº da UGRHI	Descrição da UGRHI	Nº de Pontos de amostragem	% de pontos em cada faixa de qualidade				
			ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
06	Alto Tietê	48	06	38	13	31	13

Fonte: Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo – CETESB (2009)

Analisando o quadro acima é possível aferir que a UGRHI 06 em sua totalidade, apresentou alta porcentagem de pontos avaliados com IQA ruim (31%) e péssimo (13%) o que se deve à vocação desta UGRHI, caracterizada pela presença de áreas industriais e de alta densidade populacional, como por exemplo os Rios Pinheiros e Tietê na Região Metropolitana de São Paulo.

Segundo relatório da CETESB (2009) a região ora analisada manteve, na maioria dos pontos monitorados, classificação similar ao de 2008, todos bastante eutrofizados. O Reservatório Billings acusou uma melhora do IQA, devido à reversão de parte dos esgotos domésticos de sua bacia de drenagem, bem como aos testes do sistema de lotação do Rio Pinheiros que operou entre 2007 e 2009.

Observa-se apenas um rio, compreendido na ADA da Linha 18, alvo das análises realizadas pela CETESB. Trata-se do ponto de monitoramento NINO 04900, localizados no Ribeirão dos Meninos, rio que acompanha o traçado da linha metroviária ora licenciada.

Optou-se por acompanhar mais dois pontos de monitoramento (TAMT 04500 E TAMT 04900) alocado no Rio Tamanduateí, de certo que o Ribeirão dos Meninos é tributário do Rio Tamanduateí, corpo d'água de maior ordem na área de interesse.

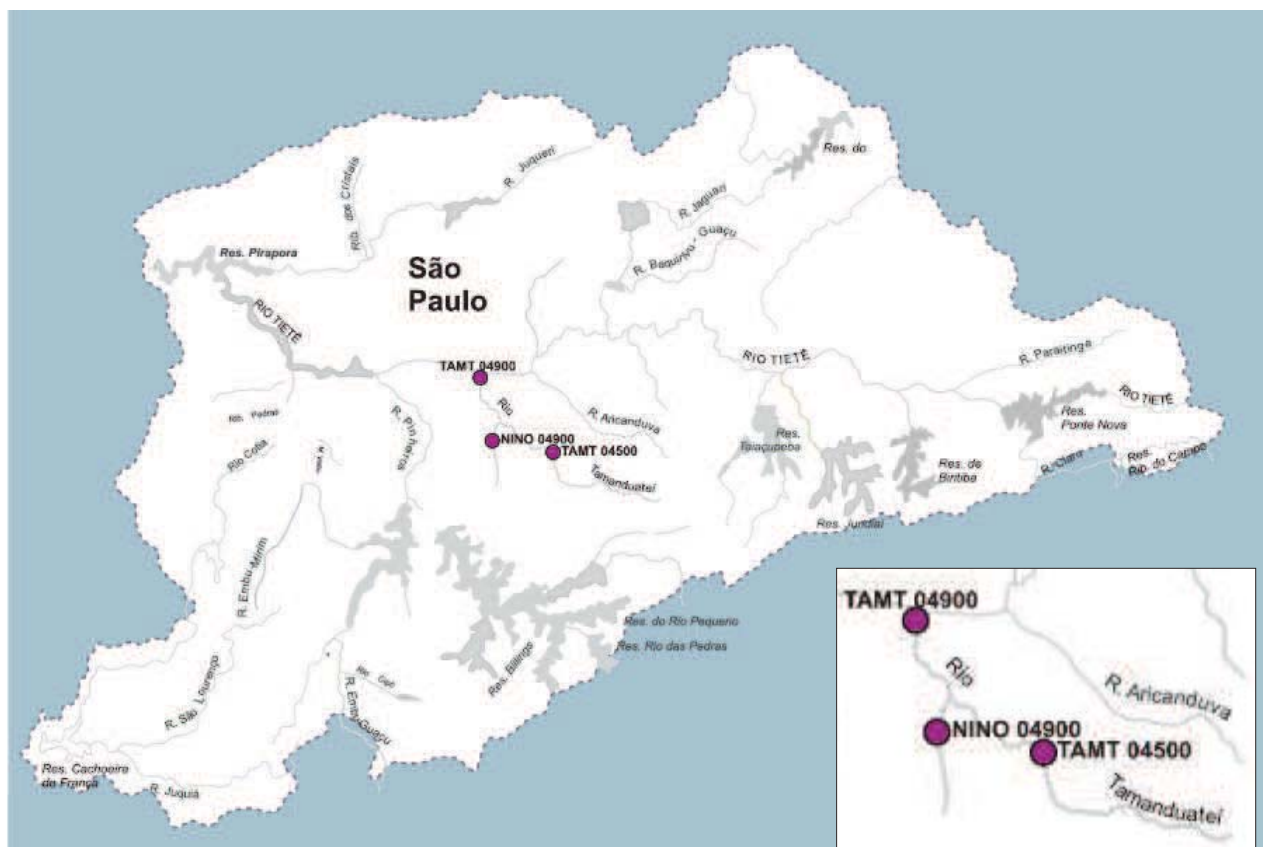
O Quadro 8.2.4.1-6 apresenta maiores detalhes das localizações dos pontos considerados no escopo da presente análise.

**Quadro 8.2.4.1-6**  
**Estações de monitoramento da qualidade da água próximas ao**  
**eixo principal projetado da Linha 18 -Bronze**

Ponto	Rio	Descrição	Município
NINO 04900	Ribeirão dos Meninos	Ponte da Avenida do Estado, na divisa dos municípios de São Paulo e São Caetano do Sul.	São Paulo
TAMT 04500	Rio Tamanduateí	Na ponte transversal à Avenida do Estado, na altura do número 4876, divisa dos municípios São Caetano e Santo André, próximo ao posto AGIP.	São Caetano Do Sul
TAMT 04900	Rio Tamanduateí	Ponte na Av. Santos Dumont, em frente à Secretaria dos Transportes, em São Paulo.	São Paulo

Fonte: Relatório da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo, 2009.

Através da Figura 8.2.4.1-8, é possível observar o posicionamento geográfico dos pontos de monitoramento na Região Metropolitana de São Paulo.



Fonte: Relatório da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo, 2009.

**Figura 8.2.4.1-8: Localização das estações de monitoramento da qualidade da água próximas ao empreendimento**

### ✓ **Resultados Obtidos**

A qualidade das águas pode ser afetada tanto por lançamentos de efluentes de origem doméstica quanto industrial. Dessa forma, os impactos causados pelos esgotos domésticos e industriais podem ser avaliados através de variáveis de qualidade específicas. Posto isto, são apresentadas, no.

Quadro 8.2.4.1-7, as médias de 2009 e as históricas (2004 a 2008), das variáveis de qualidade que indicam, principalmente, o lançamento de esgotos domésticos e de efluentes industriais, como: Condutividade, Turbidez, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Oxigênio Dissolvido, DBO, Fósforo Total, Coliformes Termotolerantes e Clorofila a.

**Quadro 8.2.4.1-7**

**Variáveis de qualidade que indicam lançamento de esgotos domésticos e de efluentes industriais nas estações de monitoramento analisadas**

Nome do ponto		NINO 04900	TAMT 04500	TAMT 04900
Condutividade	Média 2009	574	570	550
	Média 04 - 08	566	617	520
Turbidez	Média 2009	46	64	66
	Média 04 - 08	31	29	47
Nitrato	Média 2009	0,27	0,39	0,39
	Média 04 - 08	1,33	0,97	0,68
Nitrogênio amoniacal	Média 2009	14,53	15,98	17,32
	Média 04 - 08	17,51	15,39	15,66
O.D.	Média 2009	1	0,4	0,4
	Média 04 - 08	1,2	0,5	0,4
D.B.O (5,20)	Média 2009	59,8	81,3	83,5
	Média 04 - 08	62,2	62,8	80,2
Fósforo Total	Média 2009	1,522	1,325	1,955
	Média 04 - 08	1,888	1,648	2,334
Coliforme Termotolerantes	Média 2009	4,60E+06	3,80E+06	4,2E+06
	Média 04 - 08	1,50E+06	1,50E+06	2,00E+06
Clorofila	Média 2009			
	Média 04 - 08			

Fonte: Relatório da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo, 2009.

Diante dos dados apresentados, salientam-se os índices para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), Fósforo e Oxigênio dissolvido (OD). Esses três parâmetros foram selecionados dentre todos os apresentados no relatório da CETESB, pois estão diretamente relacionados à presença de matéria orgânica em corpos hídricos. Com isso, quanto maior a presença de Fósforo Total e DBO, menores os níveis de OD na água, consequentemente maiores os indícios de que ocorrem grandes descargas de esgoto sanitário no local.

A DBO<sub>5,20</sub> representa a quantidade de oxigênio necessária para degradar a matéria orgânica num período de cinco dias à temperatura de 20°C, e seus valores para um rio considerado de classe 1 devem estar abaixo de 3mg/L. Quanto aos valores de Oxigênio Dissolvido, para corpos d'água de classe 1 devem estar acima de 6 mg/L. Já as concentrações de Fósforo Total devem ser inferiores a 0,1mg/L para que o rio seja dessa mesma classe.

Através das informações apresentados acima é possível perceber que as condições dos rios analisados, nos pontos amostrados, estão muito aquém do exigido para corpos d'água Classe 01, sendo os três rios qualificados como Classe 4 pelo órgão ambiental.

Cabe parênteses, compreende-se, conforme legislação ambiental, como Rios de Classe 01: rios com águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção e Rios de Classe 04: rios com águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

Com relação ao lançamento de efluentes industriais, a CETESB realiza monitoramento das seguintes variáveis de qualidade: Cádmio Total, Chumbo Total, Cobre Dissolvido, Mercúrio Total, Níquel Total, Zinco Total e Toxicidade. Ressalta-se que a Toxicidade é utilizada para avaliar, de forma indireta, a presença de substâncias tóxicas.

As variáveis de Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido e Manganês Total podem indicar a intensificação de processos erosivos. Monitora-se, também, o número de células de Cianobactérias, pois a constatação desses organismos pode indicar a presença de toxinas liberadas para o meio aquático.

No entanto para todos os parâmetros supracitados não foram analisados para os pontos considerados, da mesma forma que os três pontos não dispõem de média histórica.

Como já abordado, as variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA (Índice de qualidade da água), refletem principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionados pelo lançamento de esgotos domésticos.

O Quadro 8.2.4.1-8 disponibiliza informações sobre o Índice de Qualidade da Água (IQA) para os Pontos de monitoramento pertencentes à área de interesse.

**Quadro 8.2.4.1-8**  
**Índice de Qualidade da Água (IQA) para os Pontos de monitoramento**  
**pertencentes à área de interesse.**

Ponto	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
NINO04900	Ribeirão dos Meninos	28		17		14		18		17		16		18
TAMT04500	Rio Tamanduateí	16		15		15		16		16		16		16
TAMT04900	Rio Tamanduateí	16		25		14		14		14		13		16

<b>Legenda</b>	ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
----------------	-------	-----	---------	------	---------

Fonte: Relatório da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo, 2009.

Assim como os dados observados para Unidade de Gerenciamento Alto Tietê, o índice de qualidade das águas no Ribeirão dos Meninos e no Rio Tamanduateí é majoritariamente péssimo. Cenário este, mais uma vez, atrelado ao nível de urbanização na região e os descartes industriais.

Outro parâmetro a ser considerado na qualidade das águas locais é o estado trófico. A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades. São vários os efeitos indesejáveis da eutrofização, entre eles: maus odores e mortandade de peixes, mudanças na biodiversidade aquática, redução na navegação e capacidade de transporte, modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial, contaminação da água destinada ao abastecimento público, dentre outros.

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas



aquáticas. Os resultados do índice são calculados a partir dos valores de fósforo, já que este nutriente atua como o agente causador do processo.

O Quadro 8.2.4.1-9 apresenta os valores do IET para os pontos de monitoramento considerados neste estudo.

**Quadro 8.2.4.1-9**

**Valores do IET para os pontos de monitoramento considerados para área de interesse.**

Ponto	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
NINO 04900	Rib. dos Meninos	65,55		72,69		74,05		73,01		72,42		70,72		71,41
TAMT 04500	Rio Tamanduateí	71,26		71,68		72,6		70,54		71,34		69,82		71,21
TAMT 04900	Rio Tamanduateí	72,69		65,06		75,28		75,73		73,26		72,48		72,42

Fonte: Relatório da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo, 2009.

O Quadro 8.2.4.1-10, a seguir, consolida a legenda dos índices tróficos apresentados para o Ribeirão dos Meninos e Rio Tamanduateí, assim como suas respectivas características.

ESTADO TRÓFICO				
	Critério	S P-Total	P Clorofila a	Caracterização do Curso d'Água
Ultraoligotrófico	IET = 47	P = 13	CL = 0,74	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	47 < IET = 52	13 < P = 35	0,74 < CL = 1,31	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	52 < IET = 59	35 < P = 137	1,31 < CL = 2,96	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	59 < IET = 63	137 < P = 296	2,96 < CL = 4,70	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.

ESTADO TRÓFICO				
	Critério	S P-Total	P Clorofila a	Caracterização do Curso d'Água
Super eutróico	$63 < IET = 67$	$296 < P = 640$	$4,70 < CL = 7,46$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas e interferências nos seus múltiplos usos.
Hiper eutróico	$IET > 67$	$P > 640$	$CL > 7,46$	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB (2007); LAMPARELLI (2004), Adaptado.

#### 8.2.4.2) Recursos Hídricos Subterrâneos / Aspectos Hidrogeológicos

##### ➡ Aspectos Metodológicos

A análise do presente item será realizada, inicialmente, através do diagnóstico dos sistemas aquíferos regionais, incidentes na área de influência indireta do empreendimento projetado, tendo como base principal as informações disponíveis na bibliografia pertinente ao tema, com destaque para os trabalhos do DAEE - *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1:1.000.000*: nota explicativa – São Paulo: DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica : Instituto Geológico: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: CPRM Serviço Geológico do Brasil, 2005 e o Caderno de Educação Ambiental – As águas subterrâneas do Estado de São Paulo publicado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo em parceria com o Instituto Geológico, 2009.

Para o estudo de maior detalhe, referente às Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada, foi utilizado o *Mapa Hidrogeológico da Bacia do Alto Tietê: escala 1:50.000*, Instituto de Geociências da USP, Laboratório de Informática Geológica 1999.

Com esta base de informação foi possível realizar duas abordagens distintas: a primeira se refere ao estudo hidrogeológico regional, relacionado à Área de Influência Indireta – AII do empreendimento; e, a segunda, que aborda, com maior detalhe, as unidades hidrogeológicas inseridas nas Áreas de Influência Direta – AID e Diretamente Afetada – ADA da Linha 18.

A ilustração cartográfica do tema em pauta se dá através do “*Mapa Hidrogeológico da AII e AID*” (MF-ABC-07), correspondente à compilação (com adequações) dos estudos e produtos cartográficos mencionados anteriormente

##### ➡ Área de Influência Indireta – AII

Os tipos de aquíferos estão intimamente associados às unidades geológicas que ocorrem no Estado de São Paulo. As rochas que os compõe foram formadas por diferentes períodos geológicos, sob variados ambientes climáticos, sendo que esses fatores imprimiram propriedades hidrogeológicas diferenciadas a cada um dos aquífero, as quais se refletem na sua produtividade e, também, na sua vulnerabilidade à poluição.

Nos limites da AII e também da AID ocorrem, basicamente, dois Sistemas Aquíferos: o *Cristalino* e o *Sedimentar*, de idade terciária. Entretanto, devem ser citadas também as coberturas aluviais



mais recentes, de idade quaternária, que se desenvolveram ao longo dos principais rios que drenam a região (em especial, o rio Tamandateí, o Rib. dos Meninos, o Rib. dos Couros e o Cor. Curral Grande).

De forma geral o Sistema Aquífero Cristalino ocorre nos domínios das rochas cristalinas do embasamento. Seus limites coincidem aproximadamente com os divisores de drenagem superficial, nas cotas de 800 a 1.000 m e, no âmbito da AII, predominam nas porções oeste, sudeste e, em menor área, na porção norte.

Segundo o comportamento hidráulico das rochas é possível distinguir duas unidades neste sistema. O primeiro, relacionado às rochas intemperizadas, configura um aquífero de porosidade granular bastante heterogêneo, de natureza livre, com espessuras médias de 50 m.

Sob o manto de intemperismo e, muitas vezes conectado hidráulicamente, ocorre o aquífero cristalino propriamente dito, onde as águas circulam por descontinuidade da rocha (fraturas e aberturas). Esta unidade é de caráter livre a semilivre, heterogêneo e anisotrópico.

Por sua vez, o Sistema Aquífero Sedimentar abrange, grosso modo, aquela porção da AII que está assentada sobre os depósitos terciários da Bacia Sedimentar de São Paulo que compreendem os aquíferos Quaternário, São Paulo e Resende, predominando nas porções central e norte da AII. Este sistema aquífero é livre a semiconfinado, de porosidade primária e bastante heterogêneo.

O “*Mapa Hidrogeológico da AII e AID*” (MF-ABC-07), apresentado a diante, espacializa as informações ora analisadas.

**INSERIR**

“Mapa Hidrogeológico da AII e AID” – (MF-ABC-07)

### ✓ **Características Hidrodinâmicas dos Sistemas Aquíferos**

Segundo o Relatório *Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final* (1994), os principais parâmetros hidrogeológicos que definem as características geométricas dos aquíferos ora em análise podem ser sumarizados segundo os dados que consolidam o Quadro 8.2.4.2-1, a seguir.

**Quadro 8.2.4.2-1**  
**Principais Parâmetros Hidrogeológicos da Geometria dos Aquíferos**

Domínios Hidrogeológicos (Aquíferos)	Extensão (km <sup>2</sup> )	Espessura Média (m)	Porosidade Efetiva Média (%)	Taxa de Recarga Média (mm/ano)
Aquífero Cristalino	6.599	50	3,0	355
Aquífero São Paulo	1.452	100	6,0	355 a 661

Fonte: Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final 1994 SABESP/CEPAS/IG-USP

Ainda de acordo com a mesma bibliografia o aquífero cristalino é predominantemente livre e possui hidráulica fissural / mista, enquanto que o domínio de rochas sedimentares está acumulado em condições de aquífero livre e semi-confinado.

Em relação à profundidade destes dois tipos de aquíferos, para a Bacia Sedimentar de São Paulo a profundidade dos poços tubulares profundos varia entre 50 e 250m, enquanto que para o Sistema Aquífero Cristalino as profundidades dos poços variam entre 100 e 150m. Portanto as entradas de água neste caso variam entre 15 e 100m de profundidade e em 84% dos casos correspondem ao contato manto de intemperismo rocha sã.

O estudo utilizado considerou 230 poços locados nas zonas aquíferas das rochas cristalinas (zonas de fraturas e manto de alteração) e neste caso foi verificado que para estes 230 poços, as vazões variam entre 5,0 e 50 m<sup>3</sup>/h. Já para o Sistema Aquífero São Paulo, foram considerados 172 poços juntos ao cadastro do DAEE, o valor médio encontrado para a vazão neste tipo de aquífero foi de 9,5 m<sup>3</sup>/h.

As características hidráulicas do Sistema Aquífero Cristalino variam bastante, em função da pluviometria local, da litologia, topografia e tectonismo. No geral, os coeficientes de condutividade hidráulica variam entre 10<sup>-4</sup> a 10<sup>-5</sup> cm/s. Em relação ao Sistema Aquífero São Paulo, os valores de condutividade hidráulica são variáveis entre 3 x 10<sup>-3</sup> e 7 x 10<sup>-4</sup> cm/s e os coeficientes de armazenamento variam entre 6 x 10<sup>-3</sup> e 7 x 10<sup>-4</sup>.

### ✓ **Potencial de Exploração dos Sistemas Aquíferos**

Segundo estudo da SABESP (1994), as potencialidades de água subterrânea na Região Metropolitana de São Paulo apresentam as seguintes características, conforme Tabela 8.2.4.2-1.

**Tabela 8.2.4.2-1**  
**Características da Potencialidade de Água Subterrânea**  
**na Região Metropolitana de São Paulo, incluindo a AI**

Domínios Hidrogeológicos (Aqüíferos)	Extensão (km <sup>2</sup> )	Reservas Permanentes (milhões de m <sup>3</sup> )	Reservas Reguladoras (milhões de m <sup>3</sup> /ano)	Disponibilidades (milhões de m <sup>3</sup> /ano)	Disponibilidades específicas (L/s.km <sup>2</sup> )
Sistema Aqüífero Cristalino	6.599	9.898	2.343	586	2,7
Sistema Aqüífero São Paulo	1.452	8.857	898	224	4,8
Totais	8.051	18.755	3.241	810	7,5

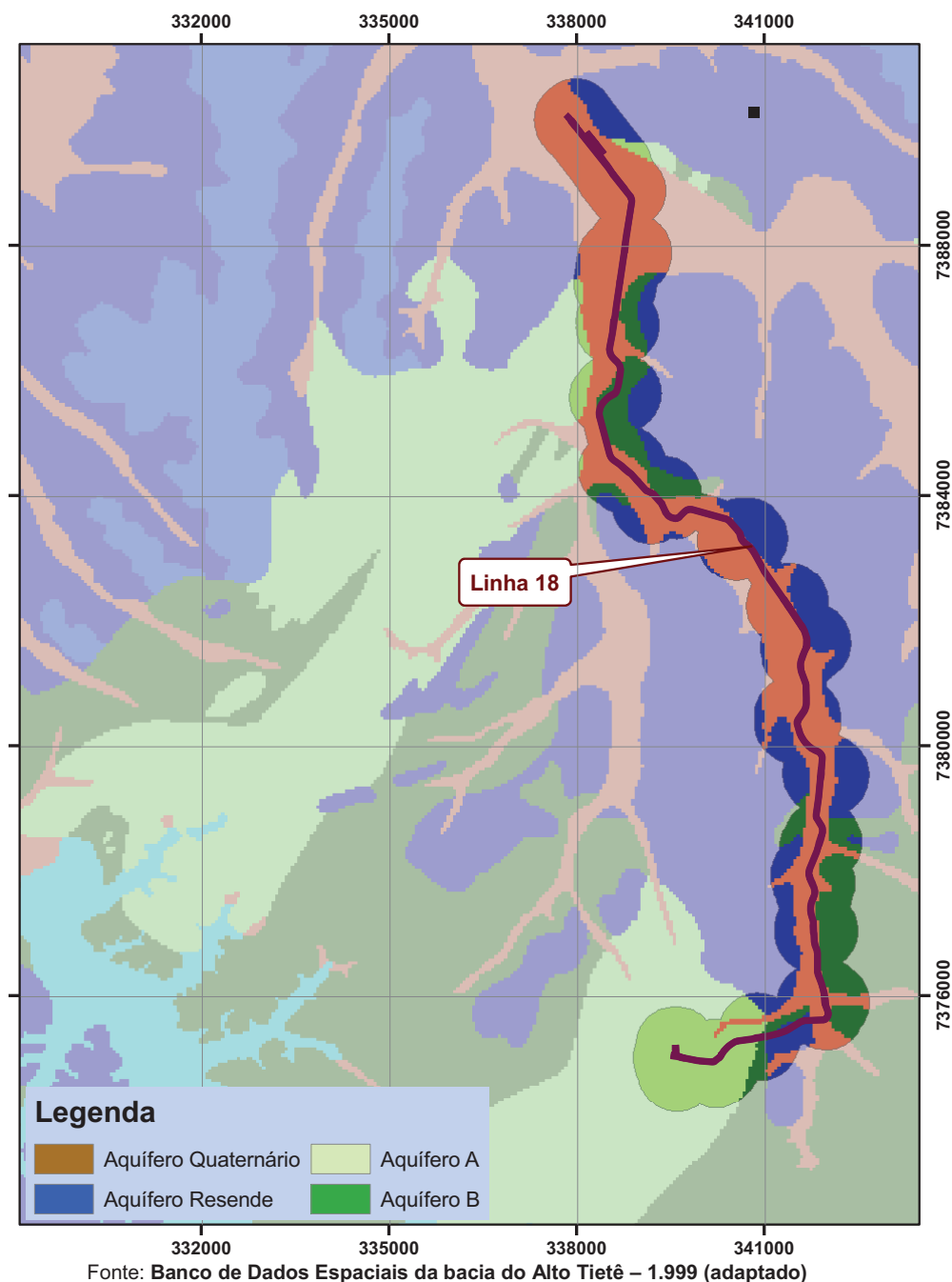
Fonte: Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final 1994 SABESP/CEPAS/IG-USP

- Reservas permanentes correspondem ao volume de água subterrânea contido no interior do aqüífero, abaixo dos níveis potenciométricos mínimos e é estimado como o produto da extensão de sua área de ocorrência na região considerada, pela espessura saturada do aqüífero a partir da superfície potenciométrica e pelo índice de porosidade efetiva para a condição de aqüífero livre.
- A reserva reguladora corresponde ao volume de água que transita anualmente pelo aqüífero e é responsável pela sustentação de todo escoamento básico que alimentam os corpos de água superficial de uma bacia hidrológica. Essa reserva é avaliada a partir do cálculo estimado do balanço hidrológico da bacia, com valores estabelecidos pelo DAEE em seus estudos de regionalização dos índices de vazão mínima por sub-bacias para o Estado de São Paulo em 1979.
- O tempo de residência da água subterrânea, no aqüífero de volume considerado constante, resulta do quociente entre o volume da sua reserva permanente e a taxa anual de descarga, equivalente ao volume da reserva reguladora do aqüífero.

### ➡ Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada - ADA

Utilizando-se como referência a Figura 8.2.4.2-1, apresentada a seguir (“recorte” do *Mapa Hidrogeológico da Bacia do Alto Tietê*, 1999), é possível se estabelecer que nas Áreas de Influência Direta – AID e Diretamente Afetada – ADA da Linha 18 - Bronze ocorrem, basicamente, quatro unidades hidrogeológicas, a saber:

- ✓ Aqüífero Quaternário e Aqüífero Resende (*Sistema Aqüífero Sedimentar*); e
- ✓ Aqüíferos “A” e “B” (*Sistema Aqüífero Cristalino*).



**Figura 8.2.4.2-1: Domínios Hidrogeológicos Regionais Incidentes na AID da Linha 18 - Bronze**

Por sua vez, o Quadro 8.2.4.2-2 consolida as informações hidrogeológicas básicas destes quatro aquíferos incidentes nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada do empreendimento.

**Quadro 8.2.4.2-2**

**Quadro-Resumo das Informações Hidrogeológicas dos Aquíferos Incidentes na AID/ADA**

	Unidade Hidrogeológica	Unidade Litoestratigráfica	Caracterização Geral Do Aquífero
<b>Sistema Aquífero Sedimentar</b>  (Porosidade Primária)	Aquífero Quaternário	Depósitos sedimentares aluviais, predominantemente areno-argilosos (Qa)	Aquíferos de extensão e espessura (<10m) muito limitadas, explorável através de poços cacimba.
	Aquífero Resende	Depósitos de sistema fluvial meandrante, compostos por cascalho, areia e silte argiloso	Aquíferos livre a semi confinado, de extensão local e baixa produtividade. Vazão média individual por poço de 9,5m³/h e capacidade específica de 0,5m³/h/m
<b>Sistema Aquífero Cristalino</b>  (Porosidade Secundária)	Aquífero “A”	Associação de Unidades que incluem rochas granitóides (PCg e PCgo), rochas gnáissicas (PCgn), filitos e xistos subordinados (PCf)	Aquífero livre onde as melhores vazões estão associadas às falhas e fraturas nas rochas, com baixa produtividade. Vazão média individual por poço de 9,1m³/h e capacidade específica de 0,2 m³/h/m
	Aquífero “B”	Associação de rochas predominantemente metassedimentares que incluem quartzitos (PCq), micaistos (PCx), anfíbolitos (PCa) e rochas carbonáticas (PCC)	Aquífero livre onde as melhores vazões estão associadas às falhas e fraturas nas rochas, com média a baixa produtividade. Vazão média individual por poço de 17,5 m³/h e capacidade específica de 14 m³/h/m

Fonte: Banco de Dados Espaciais da bacia do Alto Tietê – 1.999 (adaptado)

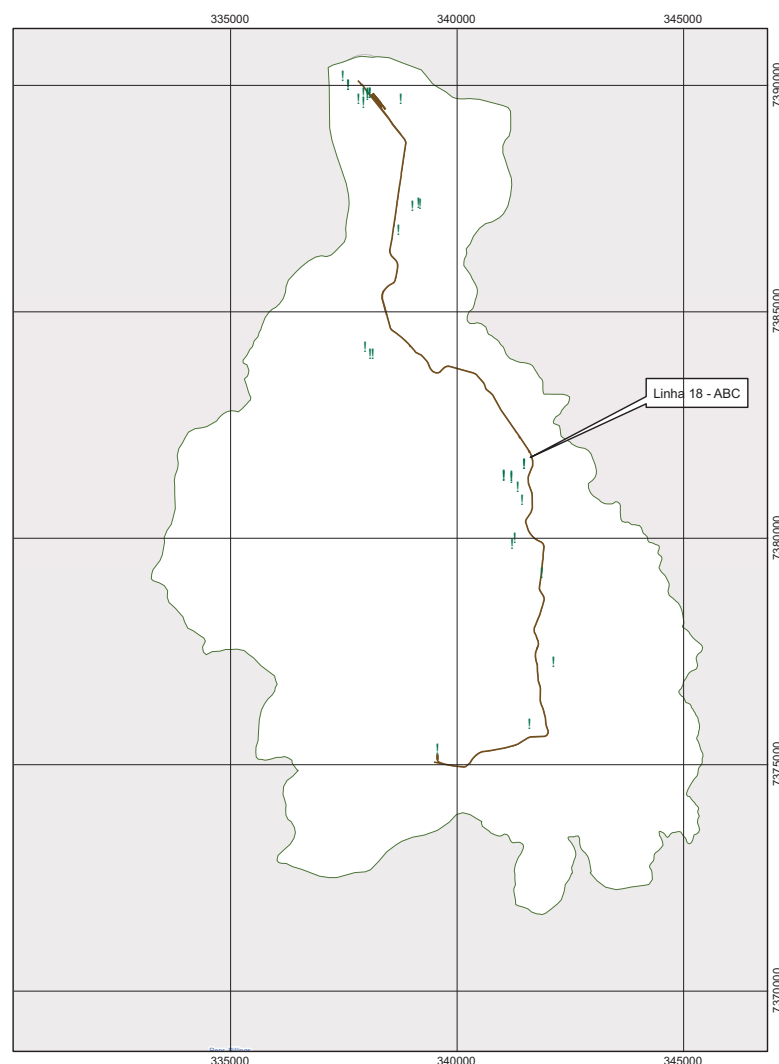
✓ **Cadastro dos Poços Tubulares Profundos**

Tomando por base o cenário geral mostrado acima, as características hidrogeológicas do entorno imediato da área de implantação da Linha 18 - Bronze - Trecho Tamanduateí/Alvarengas foram determinadas através de 32 poços cadastrados no SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (CPRM).

A Figura 8.2.4.2-2, a seguir, exibe a posição dos poços em relação ao eixo projetado da Linha 18 – Bronze; enquanto que o Quadro 8.2.4.2-3, adiante, consolida as características gerais desses poços utilizados para o estudo.

Dessa forma, foi possível estabelecer um estudo comparativo entre a hidrogeologia regional, representada pela AII, e as características hidrogeológicas locais, representadas pelas informações contidas nos 32 poços da ADA/AID, cadastrados pelo SIAGAS.





Fonte: SIAGAS – CPRM, 2012

**Figura 8.2.4.2-2: Localização “referencial” dos poços tubulares cadastrados na ADA**

**Quadro 8.2.4.2-3**  
**Poços Cadastrados pelo SIAGAS / (Área Diretamente Afetada - ADA)**

Número do Ponto	Localidade	Natureza	Nível (m)		Vazão Estabilização (m³/h)
			Estático	Dinâmico	
3500005084	---	Poço tubular	62	135	140
3500005089	---	Poço tubular	7	65	4.17
3500005104	---	Poço tubular	---	---	4.8
3500005124	---	Poço tubular	53.5	154	60
3500005168	---	Poço tubular	92	105	14.4
3500005189	---	Poço tubular	20	30	10
3500005564	---	Poço tubular	---	80	3.6
3500005565	---	Poço tubular	7	66.5	7.2
3500005566	---	Poço tubular	4	85	2.1
3500005573	Assunção	Poço tubular	---	---	---

Número do Ponto	Localidade	Natureza	Nível (m)		Vazão Estabilização (m³/h)
			Estático	Dinâmico	
3500005589	Estrada do Taboão S/N	Poço tubular	---	---	---
3500005590	Estrada do Taboão S/N	Poço tubular	2.86	96.31	3.96
3500008544	---	Poço tubular	---	---	---
3500008654	---	Poço tubular	96	103	14.4
3500008655	---	Poço tubular	8	50	9.3
3500008665	---	Poço tubular	3	14	12.1
3500008675	Mooca	Poço tubular	35	78.5	0.2
3500008717	Ipiranga	Poço tubular	27	145	0.6
3500008718	Ipiranga	Poço tubular	10	115	5
3500008720	Ipiranga	Poço tubular	8	85	1.2
3500008728	---	Poço tubular	50.5	112	6
3500008729	---	Poço tubular	26	70	9
3500008737	---	Poço tubular	---	---	---
3500008868	---	Poço tubular	1.5	7.5	53
3500008902	---	Poço tubular	---	---	---
3500008904	---	Poço tubular	13	72	4.5
3500008964	Sureg - SP	Poço tubular	20	60	6
3500008967	---	Poço tubular	26.5	61	24
3500008968	---	Poço tubular	3	47	12
3500008970	---	Poço tubular	67	74	22
3500008683	Vila Prudente	Poço tubular	2	144.6	5.2
3500008686	---	Poço tubular	5	155.1	5.4

Fonte: SIAGAS – CPRM, 2012

Com base nos dados consolidados no Quadro 8.2.4.2-3 verifica-se que o nível Estático “médio” dos aquíferos captados pelos poços implantados na ADA e seu entorno imediato situa-se a 26,00m de profundidade (em relação à cota de topo dos poços), com valores mínimo e máximo de 1,50m e 53,50m, respectivamente. Já o Nível Dinâmico “médio” situa-se a 91,42 m de profundidade (em relação à cota de topo dos poços), com valores mínimo e máximo de 7,50m e 155,10m respectivamente. Por sua vez, o valor de Vazão Estabilizada “médio” obtido foi de 5,82 m³/h

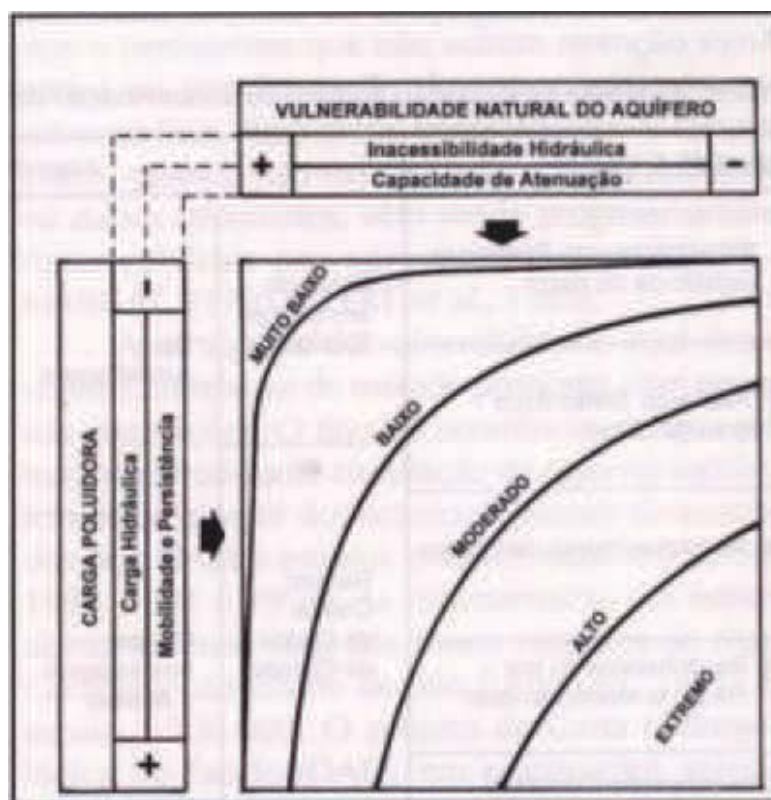
### ➡ Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos à Contaminação/Poluição

O diagnóstico mais apropriado da ideia de risco de poluição das águas subterrâneas é baseado na associação e interação da vulnerabilidade natural do aquífero com a carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície.

Desse modo podem ocorrer situações de alta vulnerabilidade; porém, sem risco de contaminação caso não exista carga poluidora significativa, ou vice-versa. No entanto, a carga poluidora é sujeita a controle e modificações, por outro lado, a vulnerabilidade natural, por ser uma propriedade intrínseca de cada aquífero é considerada inalterada.

De acordo com o Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo / Instituto Geológico, CETESB, DAEE – Volume I, 1997, “a vulnerabilidade de um aquífero significa sua maior ou menor suscetibilidade de ser afetado por uma carga poluidora. É um conceito inverso ao de capacidade de assimilação de um corpo de

água receptor, com a diferença de o aquífero possuir uma cobertura não saturada que proporciona uma proteção adicional". A Figura 8.2.4.2-3 abaixo ilustra este conceito supracitado.



Fonte: FOSTER & HIRATA, 1988

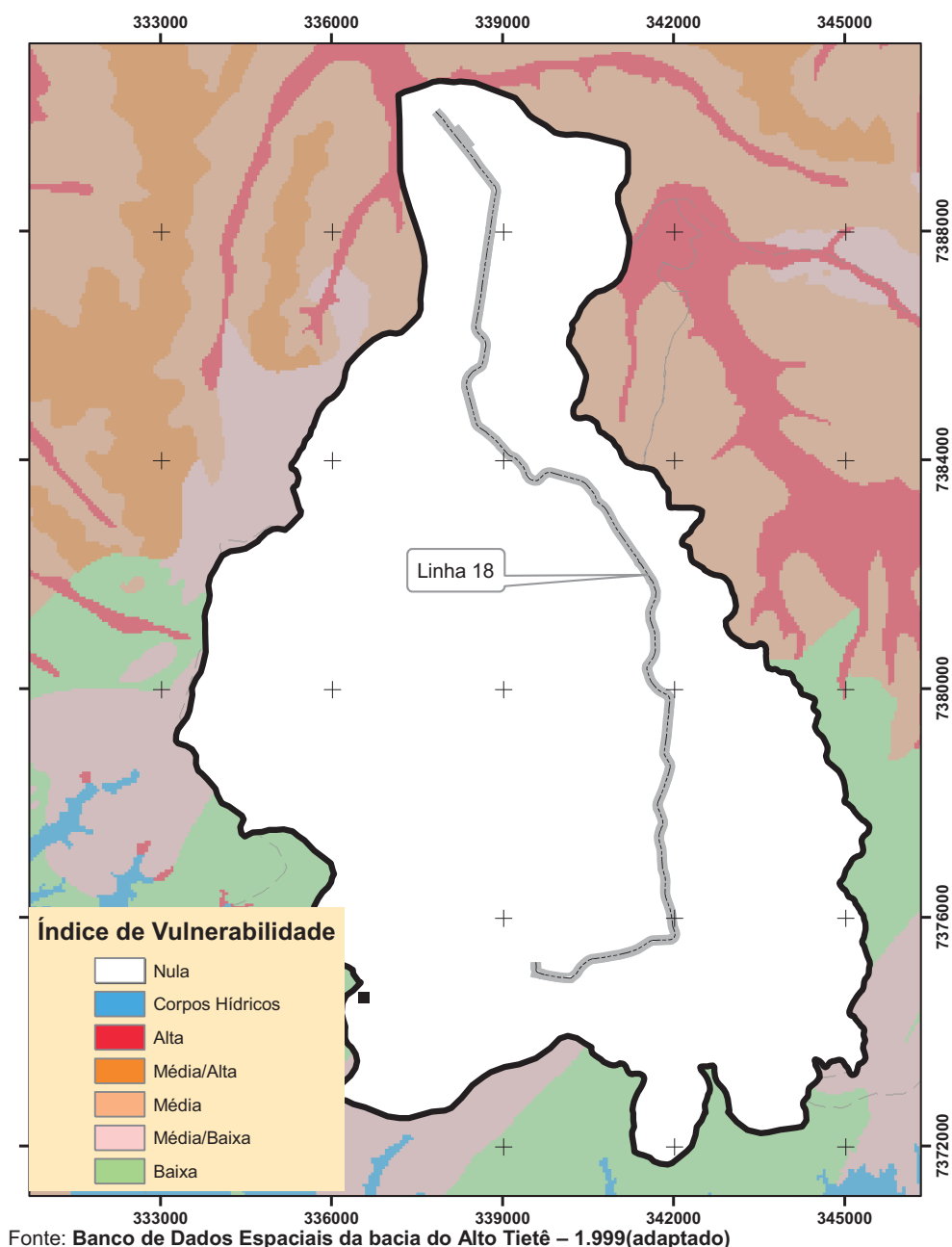
**Figura 8.2.4.2-3: Esquema conceitual do risco de contaminação da água subterrânea**

Assim, levando-se em consideração: (i) os conceitos já mencionados e ilustrados na Figura 8.2.4.2-2, acima; (ii) as características hidrogeológicas abordadas na Figura 8.2.4.2-1 e no Quadro 8.2.4.1-1; e, ainda, (iii) os principais métodos construtivos que irão consolidar a Linha 18 – Bronze (que demandarão escavações pontuais e estaqueamentos, entre outras ações), pode-se concluir que a “potencial vulnerabilidade natural” à contaminação / poluição dos recursos hídricos subterrâneos da ADA é tida como média/alta devido aos seguintes fatores:

- Profundidade média da ordem de 10 m do Aquífero Quaternário, presente em especial nos trechos onde a Linha 18 se consolidará paralelamente ao Ribeirão dos Meninos; ou seja, nesses trechos, não existe uma proteção natural considerável de uma cobertura não saturada a qual confere proteção ao aquífero, diminuindo a inacessibilidade hidráulica;
- Presença de estratos arenosos (alta permeabilidade) pertencentes ao Aquífero Quaternário e ao Resende, nos mesmos trechos da Linha 18 - Bronze citados anteriormente, que facilitam o processo de circulação de água no aquífero (carga hidráulica), uma vez que funcionam como verdadeiros caminhos preferenciais permeáveis, fazendo com que o movimento descendente das águas seja estimulado e consequentemente aumento da capacidade de mobilidade e persistência do contaminante.

Corroborando com as conclusões apresentadas anteriormente, acerca da potencial vulnerabilidade natural dos aquíferos incidentes na ADA, apresenta-se a seguir a Figura 8.2.4.2-4 que mostra nas áreas de influência do empreendimento o correspondente “*índice de vulnerabilidade dos aquíferos*”. Nela é possível se observar que predominam no entorno imediato do eixo projetado da Linha 18 – Bronze, “índices de vulnerabilidade” variando de médio a alto.

Cabe destacar que este índice foi desenvolvido pelo Instituto Geológico da Universidade de São Paulo, em parceria com Fundo Estadual de Recursos Hídricos, e posteriormente disponibilizado no Banco de Dados Espaciais da Bacia do Alto Tietê, no ano de 1999.



**Figura 8.2.4.2-4: Índice de vulnerabilidade dos aquíferos na AID do empreendimento.**

## 8.2.5) Caracterização e Análise do Clima e das Condições Meteorológicas

### 8.2.5.1) Aspectos Metodológicos

Como forma de se consolidar o presente tema foram pesquisados e analisados os dados secundários disponíveis, no âmbito da RMSP - Região Metropolitana de São Paulo, a fim de se conhecer as principais características climatológicas vigentes. Esses dados foram colhidos de diferentes fontes oficiais, conforme especificadas a seguir.

Os parâmetros levantados para a *‘umidade relativa do ar’* apresentam dados advindos das normais climatológicas referente a 30 anos de medições (1961-1990); dessa forma, foi possível se obter uma relativa fidedignidade quanto às caracterizações desta variável, assim como a garantia de interpolações mais ajustadas à realidade. Os gráficos das normais climatológicas que serão apresentados adiante se referem ao município de São Paulo.

Os dados de *“velocidade e direção dos ventos”* assim como os da *“temperatura do ar”* foram adquiridos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (<http://www.inmet.gov.br>), referindo-se aos dados diários referentes ao período observacional de 05 anos consecutivos (2005 a 2009) coletados na estação meteorológica Mirante do Santana, localizada na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

As informações relativas aos *“índices pluviométricos”* foram obtidas junto aos dois Postos Hidrometeorológicos pertencente ao DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Os Postos São Caetano do Sul e São Paulo colaboraram com 20 anos de informações predominantemente consistidas a respeito das precipitações na região.

Também foram consultados e serviram como fonte de dados à consolidação do presente tema o Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Estado de São Paulo (CIIAGRO) e o Atlas Ambiental do Município de São Paulo.

### 8.2.5.2) Área de Influência Indireta – AI, Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada (ADA)

#### ➡ Tipos de Clima e Temperaturas

A grande extensão da AI definida para o projeto permite que nela se reflita a presença de uma zona de “intersecção” climática, onde são observadas duas unidades climáticas, segundo a classificação de Köppen.

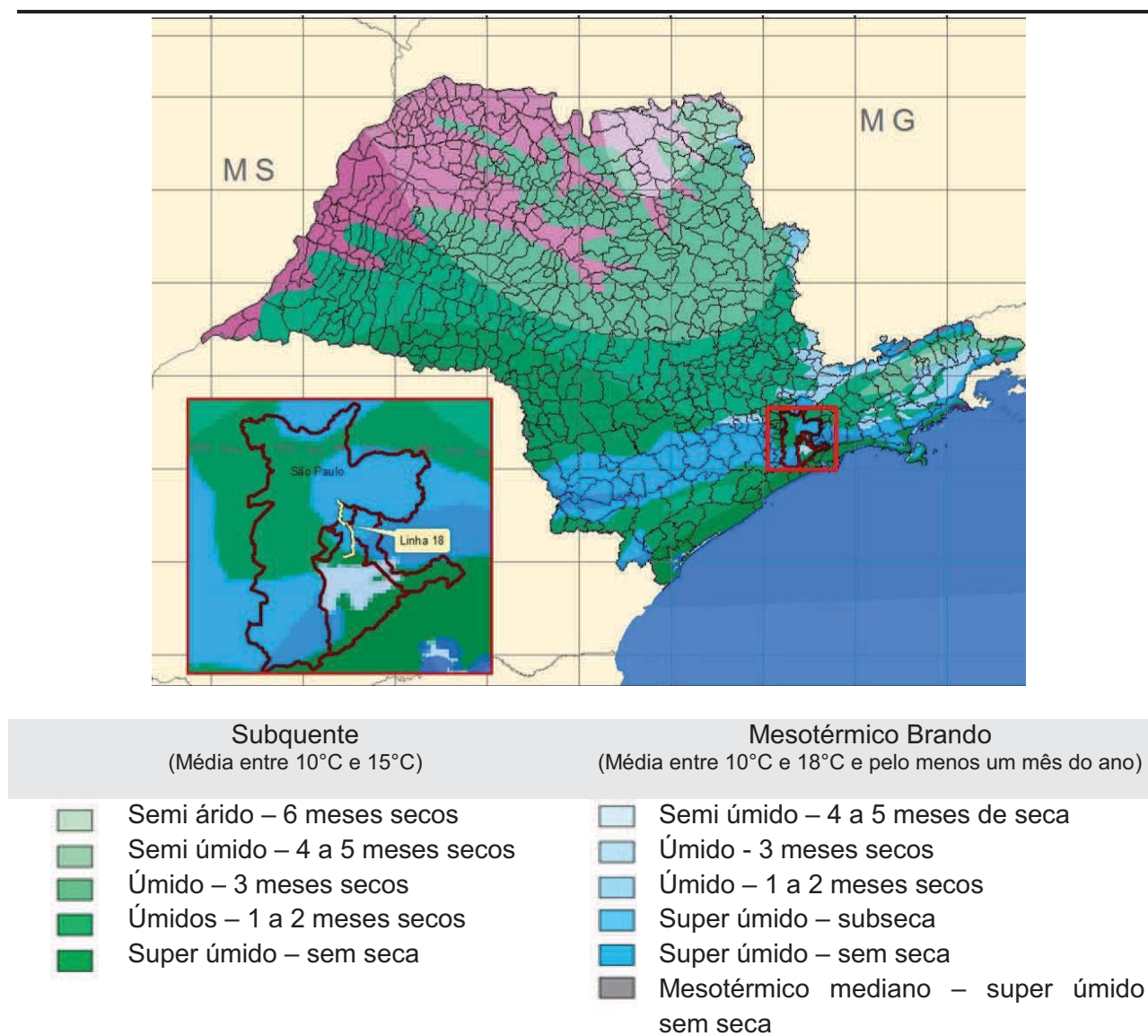
- **Cwa**, no município de São Paulo, São Bernardo, São Caetano do Sul e Diadema, caracterizando-se como clima subtropical úmido com verões quentes e chuvosos e invernos temperados e secos; e
- **Cfa**, no município de Santo André, caracterizando-se como clima subtropical com verões quentes (ou tépidos), cuja temperatura do mês mais quente é superior aos 22 °C.

Considerando-se os estudos climatológicos compilados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), observa-se que dos cinco climas zonais ou genéticos do território brasileiro apenas o do tipo Tropical Brasil Central é evidenciado na AI do empreendimento, sendo que dessa classificação primária resultam outros três subclimas:



- Quente – Temperaturas médias maiores que 18°C em todos os meses;
- Subquente – Média entre 15° e 18°C, em pelo menos um mês;
- Mesotérmico Brando – média entre 10° e 15°C.

Cada subclima apresenta ainda uma classificação, conforme a umidade registrada, que pode variar entre semi-árido, semi-úmido, úmido e super-úmido. A Figura 8.2.5.2-1 ilustra e consolida uma representação dessa caracterização climática.



FONTE: IBGE, 2010 (Adaptado)

**Figura 8.2.5.2- 1: Caracterização climática (IBGE) para região de inserção da Linha 18**

O subclima dominante na região em estudo é o subtropical úmido que caracteriza-se por verões quentes e super úmidos e invernos frios e secos. Há intensa precipitação nos meses de novembro a março e o índice pluviométrico anual é de, aproximadamente, 2000 mm.

As temperaturas médias ficam em torno de 20° C. No inverno, as massas de ar frias de origem polar (MPA - Massa Polar Atlântica), vindas da Antártida exercem grande influência na região. No verão a temperatura média do ar é de 23,1 °C e a temperatura máxima de 28°C, por sua vez



no inverno a temperatura média do ar fica em torno de 18 °C e a temperatura mínima atinge 13,3°C.

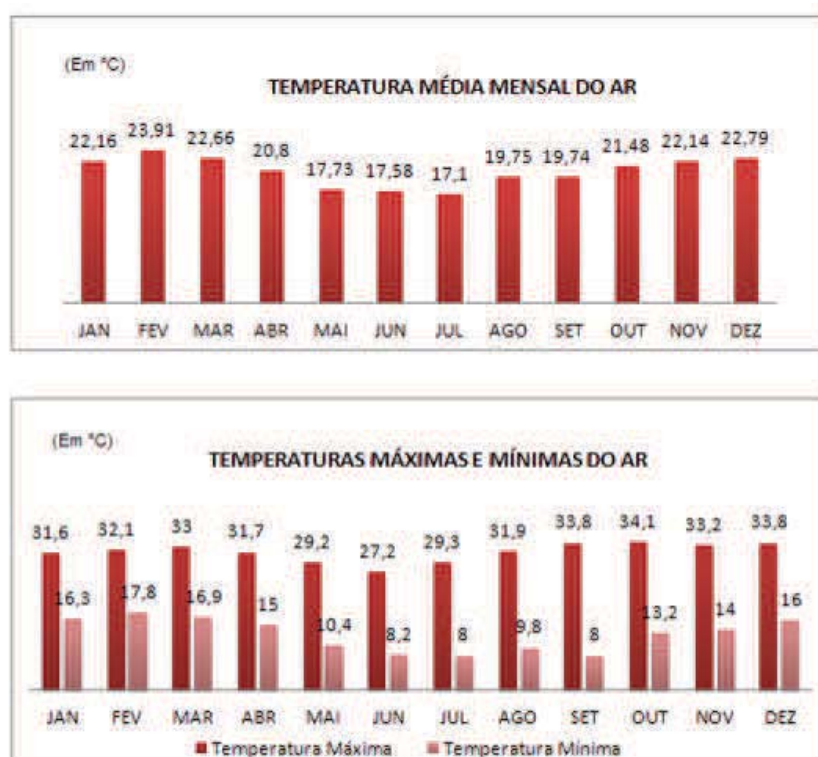
O clima subtropical apresenta precipitação acumulada mensal de 113,2 mm, sendo que as maiores precipitações pluviométricas ocorrem entre os meses de dezembro e fevereiro, correspondendo a 45% do total anual da precipitação.

Em contraponto a estação seca ocorre entre os meses de junho a agosto, com precipitação acumulada mensal de 132,5 mm em todo o período, correspondendo a 9,7% do total anual. O mês mais seco corresponde a junho, com precipitação acumulada de 37,7 mm/ mês.

A umidade relativa anual fica entre 70% e 75%. Porém não é incomum que o índice diminua entre 20 e 30% no inverno, podendo alcançar excepcionalmente valores menores que 15%.

Para a Região Metropolitana de São Paulo, particularmente, a temperatura média anual observada está entre 17°C e 25°C, sendo que nas áreas mais elevadas pode-se chegar a temperaturas inferiores em função do efeito conjugado da latitude com a frequência das correntes polares. Para o verão, principalmente no mês de janeiro, são comuns médias das máximas de 30°C a 33°C. No inverno a média das temperaturas mínimas varia de 8°C a 10°C, com mínimas absolutas variando de 4°C a 8°C, sendo que as temperaturas mais baixas são registradas em áreas mais elevadas.

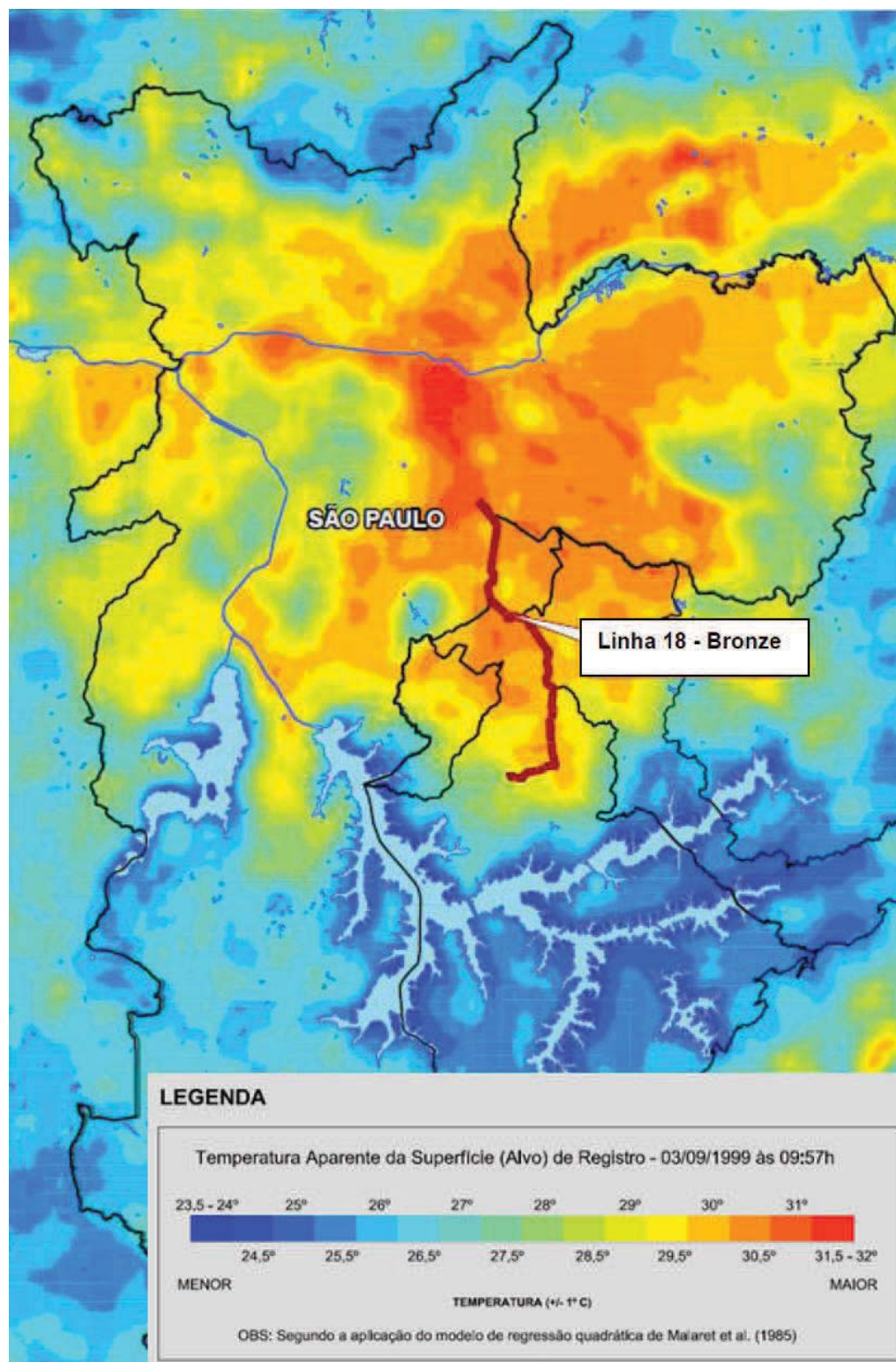
A Figura 8.2.5.2-2 exibe, na forma de gráficos, o comportamento das temperaturas mínimas, médias e máximas mensais, observadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia durante o período de 5 anos consecutivos a partir de dados horários (2005-2009), na estação referente à Região Metropolitana de São Paulo, localizada no Mirante de Santana.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2010

**Figura 8.2.5.2-2: Temperaturas Mínimas, Médias e Máximas Mensais (2005-2009)**

Já a Figura 8.2.5.2-3, mostrada a seguir, apresenta o Mapa de Temperatura da Superfície, elaborado pela Prefeitura Municipal de São Paulo para RMSP e adaptado para a área de interesse do empreendimento.



Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo 2000 (Adaptado)

**Figura 8.2.5.2-3: Mapa da Temperatura da Superfície na região de interesse**

De acordo com a Figura 8.2.5.1-3 apresentada anteriormente, as áreas de várzeas e baixos terraços do Vale do Tietê, incluindo a área do traçado básico da Linha 18 - Bronze, possuem temperaturas relativamente elevadas, justamente por se tratarem de áreas densamente urbanizadas as quais recebem e absorvem maior quantidade de radiação solar ao longo do dia, sofrendo também um aquecimento por compressão adiabática. O aquecimento diurno destas várzeas e baixos terraços, durante os dias de céu claro, é bastante intenso.

### ➡ Regime Pluviométrico

A caracterização do regime pluviométrico das áreas de influência da Linha 18 - Bronze foi realizada com base nos registros das chuvas médias mensais acumuladas, oriundos do Posto Hidrometeorológico de São Caetano do Sul (E3-0022) e São Paulo (E3-003), pertencente ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE). Foram considerados 24 anos de dados observados, dos quais 63% são consolidados para a área.

Dessa forma, os Quadros e 8.2.5.1-1 e 8.2.5.1-2, bem como a Figura 8.2.5.2-4, apresentados a seguir, resumem as características pluviométricas consideradas para as áreas de interesse da linha metroviária estudada.

**Quadros e 8.2.5.2-1**  
**Pluviometria Média Mensal Acumulada (mm)**  
**Posto DAEE E3-003/São Paulo**  
Período 1980/2004

Posto Hidrometeorológico de São Paulo												
ANO	JANEIRO	FEVREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1980	183.1	393.1	119.3	94.8	12.6	---	19.9	13.2	67.8	63.8	108.5	323.9
1981	327.6	81.3	---	114.2	---	---	---	---	---	---	---	---
1982	---	---	---	---	---	---	---	---	---	221.2	---	259.0
1983	290.0	211.9	---	---	---	---	12.4	29.4	---	125.4	162.3	---
1984	---	---	90.3	123.1	---	1.7	---	111.6	161.5	11.7	---	150.8
1985	152.2	---	211.6	40.0	---	11.3	2.3	12.7	113.6	15.5	64.3	---
1986	---	---	---	81.8	---	0.5	---	---	---	37.5	131.7	---
1987	---	---	164.3	149.6	---	---	16.6	12.1	62.4	88.4	98.4	104.5
1988	238.3	321.4	177.5	120.6	180.2	66.1	1.5	2.2	28.6	160.4	76.4	203.8
1989	326.1	258.1	173.4	148.8	36.2	32.0	105.6	1.1	64.1	---	61.6	152.4
1990	222.1	212.0	185.6	71.7	34.0	29.6	117.0	45.7	77.6	76.2	102.0	111.9
1991	210.9	248.6	452.1	162.7	27.0	63.9	25.1	50.1	58.2	150.4	41.3	187.2
1992	135.7	181.6	186.4	---	---	14.6	19.4	21.6	110.6	182.8	159.9	186.9
1993	259.4	243.0	95.5	136.6	51.0	---	---	---	---	166.1	65.2	---
1994	---	---	---	---	---	---	27.8	0.0	0.5	92.5	123.6	284.4
1995	376.1	394.7	251.4	48.8	59.1	40.9	---	21.7	54.5	203.5	---	163.9
1996	262.4	178.9	348.2	30.4	24.6	39.8	5.0	27.1	154.1	133.5	66.7	242.7
1997	---	---	---	---	---	60.5	---	---	---	---	---	---
1998	---	---	---	---	---	---	---	---	130.2	165.5	38.2	165.4

Posto Hidrometeorológico de São Paulo												
ANO	JANEIRO	FEVREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1999	250.3	341.2	130.9	36.5	34.0	56.6	22.8	0.7	68.1	81.8	60.8	
2000	269.0	262.5	92.3	2.1	16.3	13.2	60.1	37.5	36.0	24.6	70.5	68.5
2001	123.9	373.6	191.8	34.8	112.1	16.1	52.5	39.8	66.6	211.7	172.0	236.9
2002	269.6	149.5	320.8	39.8	78.5	0.1	28.2	35.1	46.6	129.4	161.8	41.1
2003	247.1	134.6	120.4	64.4	14.5	42.0	10.0	18.3	31.3	99.9	76.4	124.2
2004	181.2	241.8	153.0	126.9	22.1	27.6	99.5	0.0	9.5			

Fonte: Normais Climatológicas – Instituto Nacional de Meteorologia, 1992

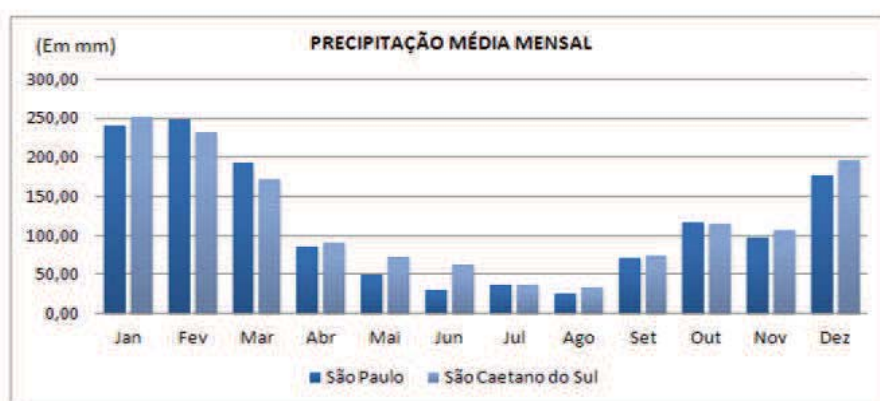
**Quadros e 8.2.5.2-2**  
**Pluviometria Média Mensal Acumulada (mm)**  
**Posto DAEE E3-022/São Caetano do Sul**  
Período 1980/2004

Posto Hidrometeorológico de São Caetano												
ANO	JANEIRO	FEVREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1980	224.2	302.0	132.4	105.5	1.3	49.6	21.9	14.5	53.5	68.1	135.1	---
1981	206.9	120.1	---	77.5	14.3	56.9	45.8	42.4	23.0	248.5	205.4	---
1982	205.4	291.6	95.3	74.6	56.5	191.9	45.5	68.5	11.8	199.5	---	304.4
1983	155.8	295.5	228.7	230.9	175.6	229.5	39.0	14.7	227.6	150.6	146.1	280.7
1984	311.1	36.7	101.9	175.1	76.4	0.3	23.5	114.1	135.1	17.0	55.3	87.4
1985	149.0	384.1	120.2	103.0	90.2	13.5	1.7	7.4	100.8	51.9	74.3	140.4
1986	152.6	388.3	266.4	51.2	116.5	1.1	25.3	116.2	33.1	30.6	149.8	312.7
1987	316.5	148.6	136.3	128.0	231.2	231.8	7.4	12.2	49.0	110.9	70.2	132.4
1988	256.3	308.4	189.8	159.6	187.0	53.0	4.2	2.9	30.2	159.9	69.3	307.9
1989	323.9	199.5	181.1	129.0	43.3	41.1	187.9	28.3	57.7	57.4	71.2	113.4
1990	337.0	147.6	192.1	105.4	89.9	31.2	105.3	46.1	82.7	83.2	145.5	154.0
1991	339.8	274.8	---	---	44.6	70.0	22.2	45.9	75.4	153.4	42.0	219.9
1992	122.2	158.3	218.9	43.0	42.6	13.6	31.4	34.6	107.1	188.3	196.6	216.3
1993	184.8	174.2	220.4	43.0	89.8	56.4	16.1	54.6	209.9	104.5	43.3	100.5
1994	242.9	294.4	121.9	59.9	37.4	34.9	20.0	4.0	4.3	56.1	114.8	337.6
1995	333.7	455.5	248.2	93.7	45.2	38.2	63.7	22.5	58.6	184.4	71.2	191.3
1996	398.0	280.2	334.3	56.0	37.2	45.4	3.6	23.7	143.1	165.8	108.8	268.5
1997	334.6	104.5	66.2	56.3	71.7	102.5	11.8	33.6	93.3	110.4	153.6	141.1
1998	128.9	232.7	241.7	50.0	95.2	17.2	15.7	26.8	76.5	180.9	65.5	196.0
1999	161.8	262.7	261.6	45.2	42.7	87.7	35.8	6.0	65.2	62.1	42.9	54.2
2000	403.5	180.7	3.5	9.3	14.6	57.4	32.5	33.4	42.7	60.4	50.2	



Posto Hidrometeorológico de São Caetano												
ANO	JANEIRO	FEVREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
2001	166.6	196.2	251.6	86.9	76.6	31.7	42.2	26.0	45.0	80.6	151.1	198.4
2002	326.9	124.1	160.5	92.0	69.1	3.1	26.0	32.5	54.2	121.3	231.2	223.7
2003	262.0	160.3	79.2	44.5	4.6	28.6	6.6	16.8	33.1	120.3	77.6	149.8
2004	244.1	297.4	123.1	173.5	58.7	84.0	95.0	3.7	33.8			

Fonte: Normais Climatológicas – Instituto Nacional de Meteorologia, 1992



Fonte: Normais Climatológicas – Instituto Nacional de Meteorologia, 1992

**Figura 8.2.5.2-4: Média mensal pluviométrica – Posto DAEE E3-003/São Paulo e Posto DAEE E3-022/São Caetano do Sul**

Com base na interpretação dos dados consolidados nos Quadros e no Pluviograma apresentados previamente, evidencia-se de uma forma geral que, para as áreas de influência analisadas, o menor índice pluviométrico mensal acumulado é marcado pela estação de inverno, principalmente nos meses de junho, julho e agosto, com média próxima a 40 mm.

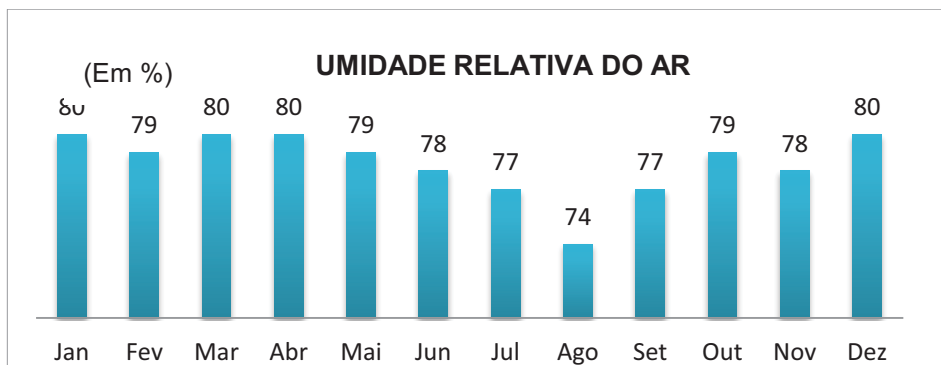
Por outro lado, no período chuvoso (verão), os maiores índices pluviométricos médios mensais observados concentram-se nos meses de dezembro a março, com média de 214 mm.

### ➡ Umidade Relativa do Ar

Os valores de umidade relativa do ar são inversamente proporcionais à temperatura do ar e dependem regionalmente dos processos de aquecimento ou resfriamento do ar, transporte horizontal de vapor d'água e precipitações. Em situações de intensas frentes frias acompanhadas de chuvas, os valores de umidade relativa do ar podem sofrer acentuadas elevações até a saturação, que resulta nas precipitações.

Na All os menores registros acompanham os meses referentes ao inverno, com médias que podem chegar a 74% para o mês de agosto.

A Figura 8.2.5.2-5 apresenta a umidade relativa média do ar para Região Metropolitana de São Paulo, em período de 30 anos de medições.



Fonte: Normais Climatológicas – Instituto Nacional de Meteorologia, 1992.

**Figura 8.2.5.2-5: Umidade Relativa do Ar para RMSP**

### ➡ Nebulosidade

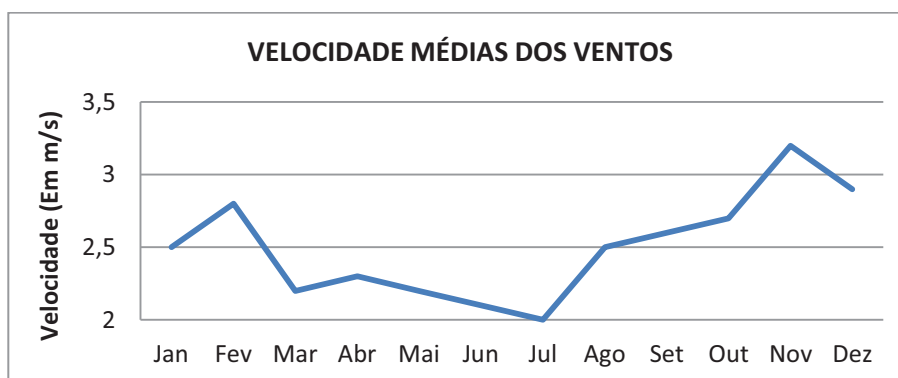
Os valores de nebulosidade em décimos variam de um mínimo de 6,1/10, no mês de julho, a um máximo de 8,2/10 para o mês de dezembro, de acordo com o Atlas Ambiental do Município de São Paulo.

Para os meses de julho, agosto e setembro de 2009 os valores médios foram, respectivamente de 5,4/10, 5,9/10 e 7,9/10.

### ➡ Direção e Velocidade dos Ventos

Segundo dados consolidados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, a direção Norte corresponde àquela na qual predominam dos ventos, na região de interesse ao projeto, em todos os meses registrados do intervalo de 2005 a 2009.

A Figura 8.2.5.2-6, a seguir, consolida os dados relativos às velocidades médias mensais registradas pela estação metrológica de Mirante de Santana, na RMSP



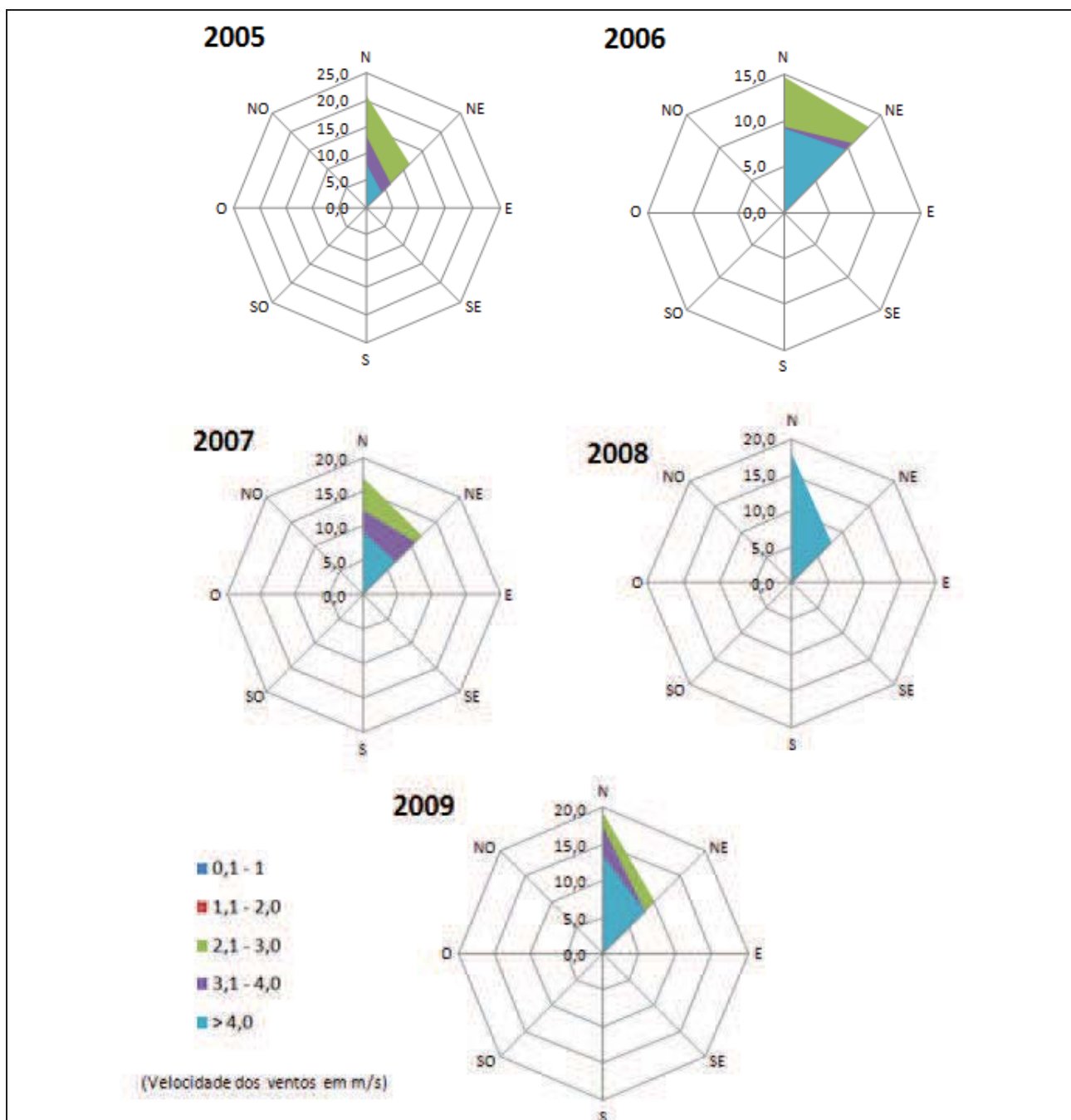
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2010.

**Figura 8.2.5.2-6: Velocidades médias mensais de ventos registradas na estação Mirante de Santana, 2005-2009.**



A velocidade do vento média na região é maior nos meses mais quentes do ano, na primavera e verão. Neste período há maior influência da brisa marítima que ultrapassa a Serra do Mar atingindo a cidade de São Paulo, já no inverno essa circulação do tipo brisa é menos intensa.

A Figura 8.2.5.2-7, a seguir, apresenta os gráficos com a direção e velocidade dos ventos para cada ano na estação meteorológica ora analisada. Os ventos predominantes em todos os 5 anos aqui analisados têm direções norte/nordeste e magnitudes que variam entre 0 e 4 m/s.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2010.

**Figura 8.2.5.2-7: Direção e velocidade dos ventos registrada na estação Mirante de Santana, 2005-2009.**

## 8.2.6) Qualidade do Ar

### 8.2.6.1) Aspectos Conceituais Básicos

Segundo CETESB (2010), o nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação das substâncias poluentes presentes no ar. Conforme a Resolução CONAMA Nº 3 de 28/06/1990, considera-se 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 impróprio, nocivo ou ofensivo a saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, a fauna e a flora ou prejudicial a segurança, ao uso e gozo da propriedade e as atividades normais da comunidade”.

Assim, a determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por questões de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis.

De forma geral, o grupo de poluentes consagrados universalmente como indicadores mais abrangentes da qualidade do ar é composto pelos poluentes monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado e ozônio, mais o dióxido de nitrogênio. A razão da escolha desses parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada a sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente. O Quadro 8.2.6.2-1, a seguir, consolida as principais características daqueles poluentes, bem como suas origens principais e seus efeitos ao meio ambiente.

**Quadro 8.2.6.2-1**  
**Características, origens e principais efeitos dos poluentes**

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> ) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
Ozônio (O <sub>3</sub> )	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

Através da Portaria Normativa nº 348 de 14/03/90 o IBAMA estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados pela Portaria GM 0231 de 27/04/76. Os padrões estabelecidos por essa portaria foram, então, submetidos ao CONAMA em 28.06.90 e transformados na Resolução CONAMA nº 03/90.

Nesse contexto, então, foram estabelecidos dois tipos de “padrões de qualidade do ar”: os primários e os secundários. São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

O Quadro 8.2.6.1-2, apresentado abaixo, mostra os padrões de qualidade do ar estabelecidos através da Resolução CONAMA 03/90.

**Quadro 8.2.6.1-2**  
**Padrões Nacionais de Qualidade do Ar**  
(Resolução CONAMA 03/90)

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PADRÃO SECUNDÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas totais em suspensão	24 horas <sup>1</sup> MGA <sup>2</sup>	240 80	150 60
Partículas inaláveis	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	150 50	150 50
Fumaça	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	150 60	100 40
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	365 80	100 40
Dióxido de nitrogênio	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	320 100	190 100
Monóxido de carbono	1 hora <sup>1</sup> 8 horas <sup>1</sup>	35 ppm 9 ppm	35 ppm 9 ppm
Ozônio	1 hora <sup>1</sup>	160	160

1- Não deve ser excedido mais que uma vez por ano

2- Média geométrica anual

3- Média aritmética anual

A legislação estadual (D.E. Nº 8.468 de 08/09/76) também estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar, mas abrange um numero menor de parâmetros. Os parâmetros fumaça, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio não tem padrões e critérios estabelecidos na legislação estadual.

Os parâmetros comuns às legislações federal e estadual têm os mesmos padrões e critérios, com exceção dos critérios de episódio para ozônio (Quadro 8.2.6.1-3). Neste caso a legislação estadual e mais rigorosa para o nível de atenção (200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Quadro 8.2.6.1-3**  
**Critérios para episódios agudos de poluição do ar**  
**(Resolução CONAMA nº 03, de 28/06/90)**

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
partículas totais em suspensão (µg/m³) - 24 h	375	625	875
partículas inaláveis (µg/m³) - 24 h	250	420	500
fumaça (µg/m³) - 24 h	250	420	500
dióxido de enxofre (µg/m³) - 24 h	800	1.600	2.100
SO <sub>2</sub> X PTS (µg/m³)(µg/m³) - 24 h	65.000	261.000	393.000
dióxido de nitrogênio (µg/m³) - 1 h	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
ozônio (µg/m³) - 1 h	400*	800	1.000

\*O nível de atenção é declarado pela CETESB com base na legislação estadual que é mais restritiva (200 µg/m³).

Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

Portanto, caso as concentrações de poluentes em um dado local venham ultrapassar os valores mostrados no quadro anterior, o ar é considerado inadequado. Para cada poluente são também fixados níveis para caracterização de estados críticos de qualidade do ar: níveis de alerta, atenção e emergência.

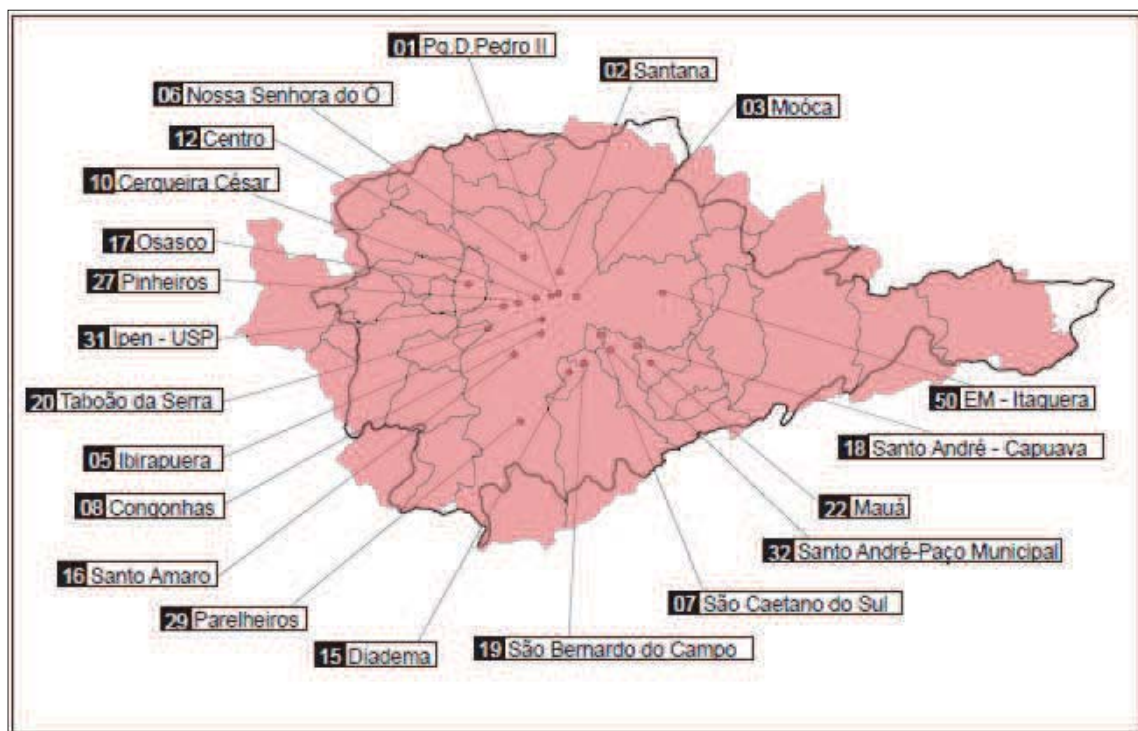
### 8.2.6.2) Aspectos Metodológicos

Considerando-se que a área de inserção da Linha 18 – Bronze contempla faixas territoriais do município de São Paulo e de outros mais da região do ABC, julgou-se pertinente que a avaliação da qualidade do ar na região de implantação do empreendimento projetado tivesse por base os resultados do monitoramento empreendido pela CETESB em toda a RMSP, através da “rede automática” (Figura 8.2.6.2-1), conforme dados consolidados no Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo (2010).

Entretanto, merecerá especial atenção os dados consolidados pelas estações de monitoramento Diadema (15), São Bernardo do Campo (19), São Caetano do Sul (07), Santo André – Paço Municipal (32) e Santo André – Capuava (18), uma vez que elas são as que mais se localizam próximas ao empreendimento projetado.

Sendo assim, para efeito de consolidação do presente tema no contexto deste EIA, o diagnóstico e a caracterização da qualidade do ar na região de implantação da Linha 18 – Bronze se deram de forma conjunta, para todas as três áreas de influência definidas no presente estudo.





Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

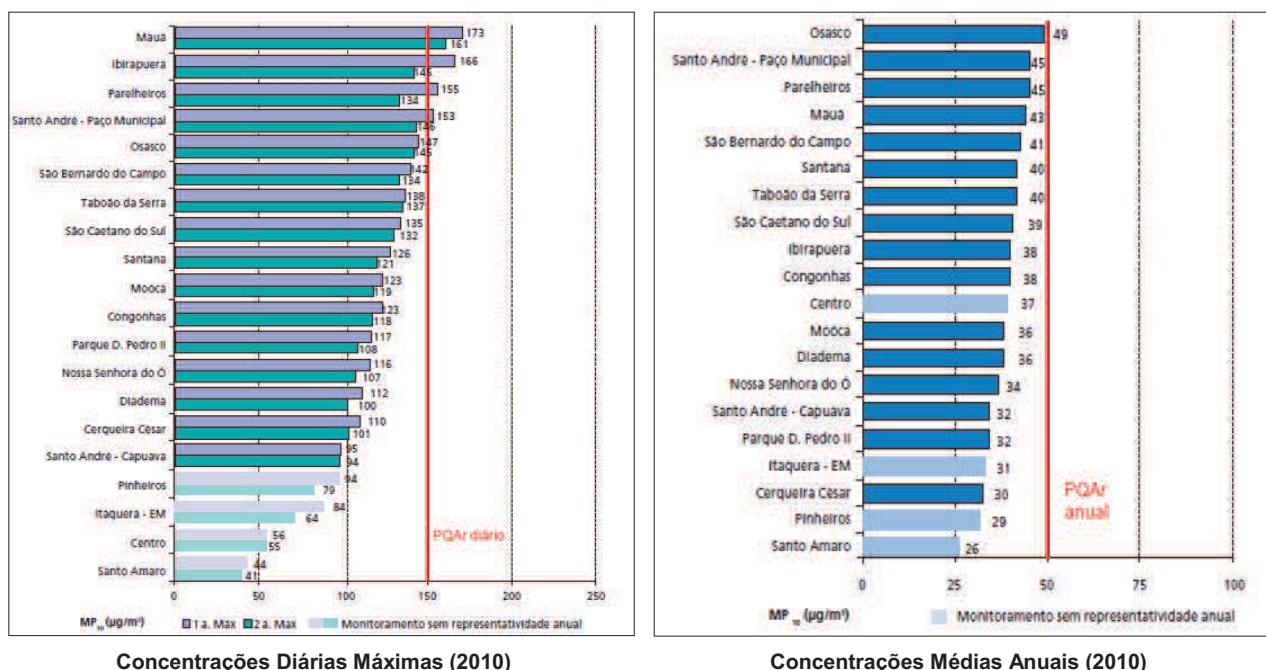
**Figura 8.2.6.2-1:** Localização referencial das estações (rede automática) de monitoramento da qualidade do ar (CETESB), na RMSP

### 8.2.6.3) Área de Influência Indireta – AII, Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada (ADA)

As informações apresentadas a seguir, em especial através das Figuras 8.2.6.3-1 a 8.2.6.2-17 consolidam os dados das séries históricas e, também, os resultados do monitoramento de qualidade do ar na RMSP do ano de 2010, divididas por grupo de poluente.

#### ➡ Partículas Inaláveis ( $MP_{10}$ )

Durante o ano de 2010 foram registradas na RMSP seis ultrapassagens (concentrações diárias máximas) do padrão de qualidade do ar de curto prazo, sem ocorrências do nível de atenção; sendo três na estação Mauá, uma na estação Ibirapuera, uma em Parelheiros e mais uma na estação Santo André - Paço Municipal. Já as concentrações médias anuais registradas mantiveram-se abaixo do padrão estabelecido para a qualidade do ar (PQAR). A figura 8.2.6.3-1 ilustra o anteriormente exposto.

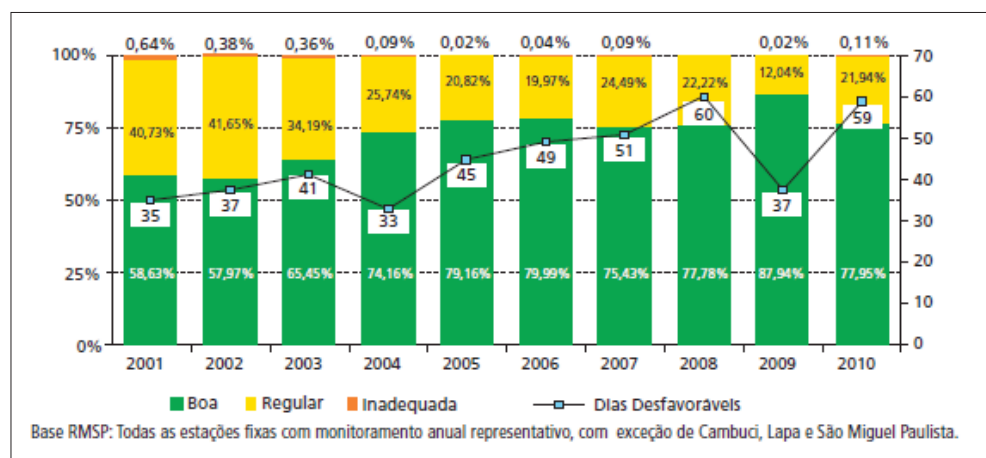


Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-1: (MP<sub>10</sub>) – Concentrações diárias e médias anuais (2010)**

Por sua vez, a Figura 8.2.6.3-2, abaixo, mostra a distribuição percentual da qualidade do ar nos últimos dez anos, para o conjunto de estações da RMSP com monitoramento anual representativo. Também é apresentado, para comparação, o número de dias nos meses de maio a setembro em que as condições meteorológicas foram desfavoráveis a dispersão de poluentes.

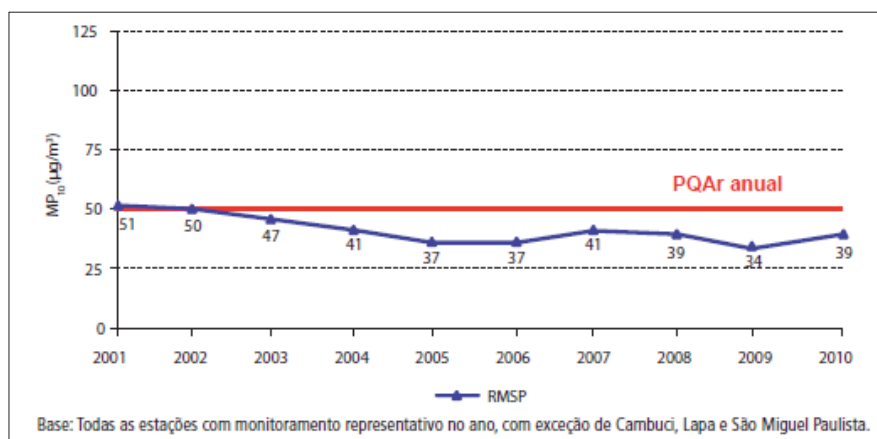
Complementarmente, a Figura 8.2.6.3-3, adiante, mostra a evolução das concentrações médias anuais de MP<sub>10</sub>, na RMSP.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-2: (MP<sub>10</sub>) – Distribuição percentual da qualidade do ar (2001 a 2010)**





Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

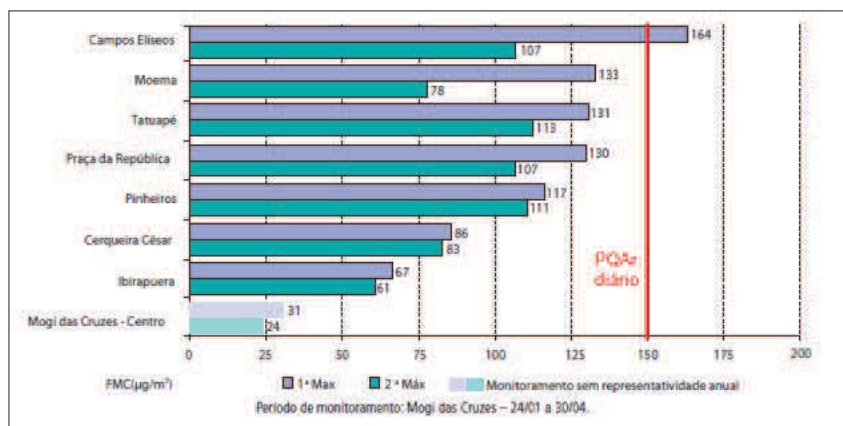
**Figura 8.2.6.3-3: (MP<sub>10</sub>) – Evolução das concentrações médias anuais (2001 a 2010)**

Com base, então, na análise das Figuras 8.2.6.3-2 e 8.2.6.3-3, vale ser destacado que na RMSP, onde grande parte das emissões de material particulado tem origem veicular, verifica-se que desde o ano de 2006 houve uma interrupção na tendência de queda dos níveis de MP<sub>10</sub> que vinham sendo observados, ocorrendo, entretanto, uma redução em 2009, influenciada pelas condições meteorológicas favoráveis daquele ano.

No ano de 2010, observou-se um aumento das concentrações em todas as estações, proporcionado pelas condições bastante desfavoráveis a dispersão dos poluentes ocorridas no inverno, conforme descrito anteriormente. Entretanto, pode-se observar que, nos últimos anos, apesar do número de dias desfavoráveis a dispersão de poluentes ter sido maior do que nos anos do início da década, houve melhoria nos níveis de concentração deste poluente, o que deve ser resultado das ações e de programas de controle de emissões.

### ➡ Fumaça (FMC)

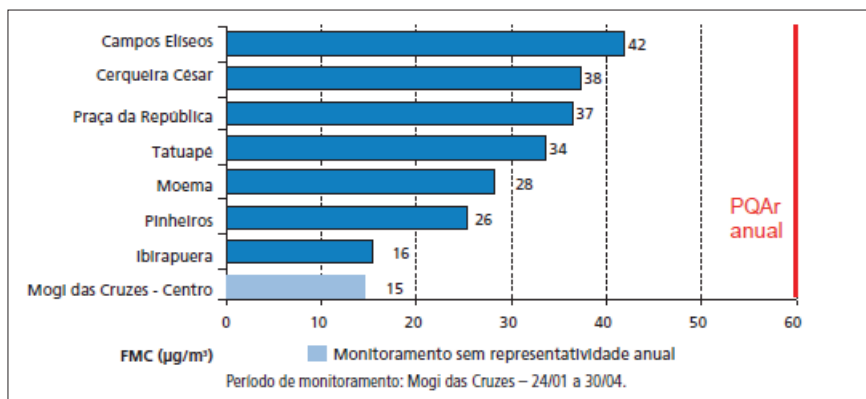
Não há nas proximidades da área de efetiva implantação da Linha 18 – Bronze nenhuma estação da rede automática da CETESB que monitor o parâmetro fumaça; entretanto, no contexto da RMSP, a Figura 8.2.6.3-4 mostra que houve uma única ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo de fumaça, ocorrida na estação Campos Elíseos.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-4: (FMC) – Classificação das concentrações diárias máximas (2010)**

Da mesma forma, as médias anuais de fumaça, em 2010, indicaram que o padrão anual de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  não foi ultrapassado na RMSP, sendo que as maiores médias foram registradas em Campos Elíseos e Cerqueira César, conforme ilustrado na Figura 8.2.6.3-5, a seguir.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

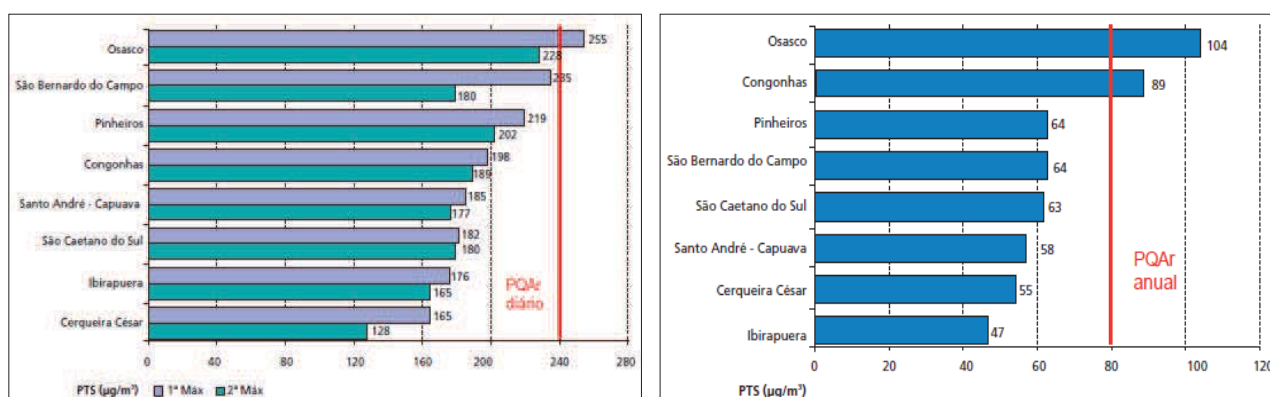
**Figura 8.2.6.3-5: (FMC) – Classificação das concentrações médias anuais (2010)**

### ➡ Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Durante o ano de 2010 foi registrada na RMSP apenas uma ultrapassagem (concentrações diárias máximas) do padrão de qualidade do ar de curto prazo, na estação Osasco, sendo que as estações localizadas mais próximas ao empreendimento projetado registraram níveis máximos de concentração bem abaixo do PQAR diário.

Já as concentrações médias anuais registradas duas ultrapassagens do padrão estabelecido para a qualidade do ar (PQAR), nas estações Osasco e Congonhas. As demais estações, inclusive as localizadas mais próximas ao empreendimento na registraram ultrapassagens do PQAR.

A figura 8.2.6.3-6, abaixo, ilustra o anteriormente exposto.



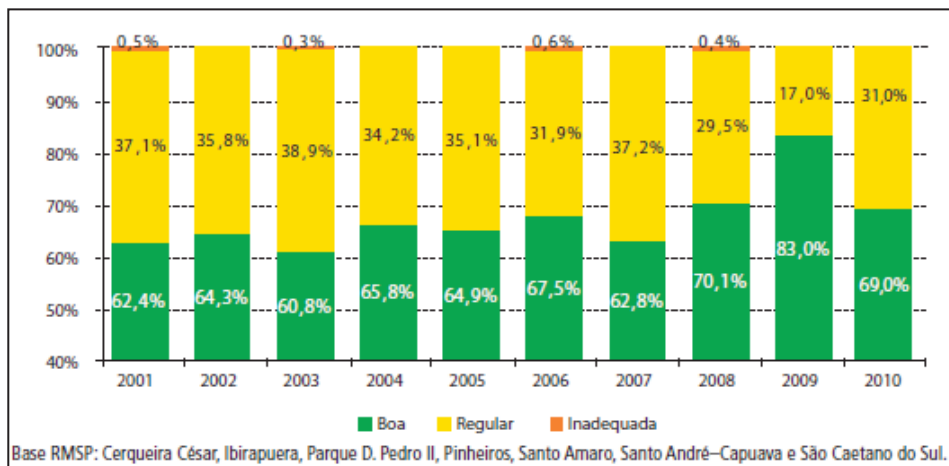
**Concentrações Diárias Máximas (2010)**

**Concentrações Médias Anuais (2010)**

Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-6: (PTS) – Concentrações diárias e médias anuais (2010)**

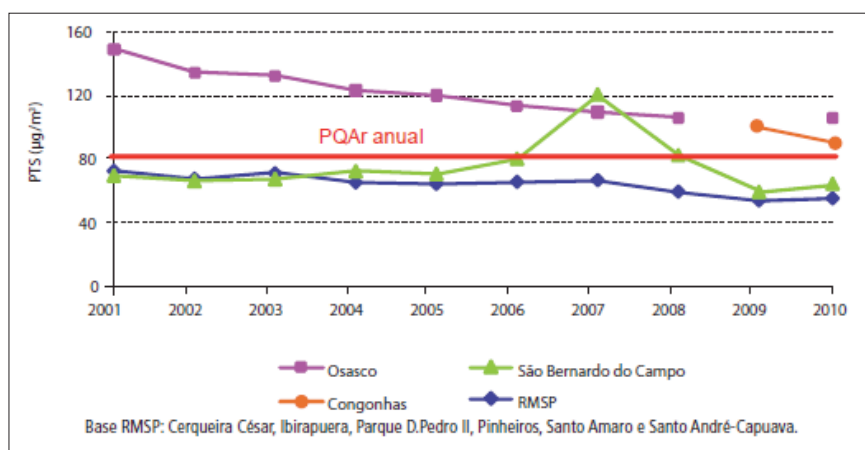
A Figura 8.2.6.3-7, abaixo, mostra a percentagem da qualidade do ar na RMSP, no período 2001-2010, considerando as estações com representatividade anual de dados, com exceção das estações Osasco, São Bernardo do Campo e Congonhas.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-7: (PTS) – Distribuição percentual da qualidade do ar (2001 - 2010)**

Por sua vez, na Figura 8.2.6.3-8, abaixo, são mostradas as concentrações médias anuais de PTS, nas estações com monitoramento anual representativo, de onde se verifica uma leve queda nas concentrações ao longo dos anos na RMSP. As estações que apresentaram concentrações muito diferentes das demais foram apresentadas separadamente, inclusive a estação São Bernardo do Campo que registrou uma ultrapassagem significativa do PQAR no ano de 2007, e mais dois registros “limitrofes” ao PQAR, nos anos de 2006 e 2008.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-8: (PTS) – Evolução das concentrações diárias e médias anuais (2010)**

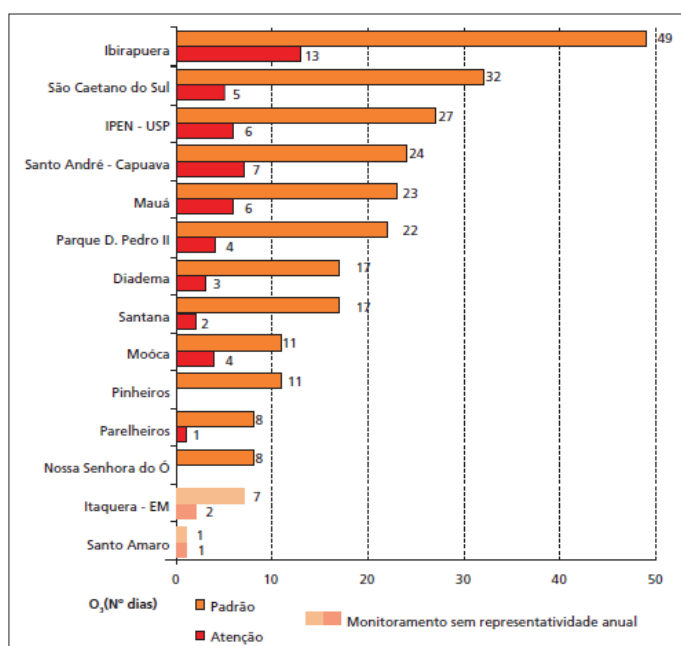
Ainda na Figura 8.2.6.3-8, é possível se observar que no ano 2010 ocorreu um leve aumento nos valores médios para o conjunto das estações da RMSP e, da mesma forma, na estação São Bernardo do Campo. Na estação Osasco a concentração média observada em 2010 se mantém nos valores de 2008. Em Congonhas, houve diminuição em 2010 que, segundo a CETESB, muito provavelmente, está associada a redução de circulação de veículos pesados na Av. dos

Bandeirantes, em função da restrição de circulação de veículos pesados na cidade de São Paulo e da inauguração do Rodoanel – Trecho Sul.

### ➡ Ozônio (O<sub>3</sub>)

A Figura 8.2.6.3-9, abaixo, mostra que, em 2010, a estação Ibirapuera apresentou o maior número de dias, 49, de ultrapassagens do padrão (160 µg/m<sup>3</sup>), sendo que em 13 destes foi também excedido o nível de atenção (200 µg/m<sup>3</sup>).

Durante o ano de 2010 ocorreram ultrapassagens do PQAr de ozônio em todas as estações de monitoramento da RMSP, inclusive nas estações São Caetano do Sul e Santo André-Capuava.

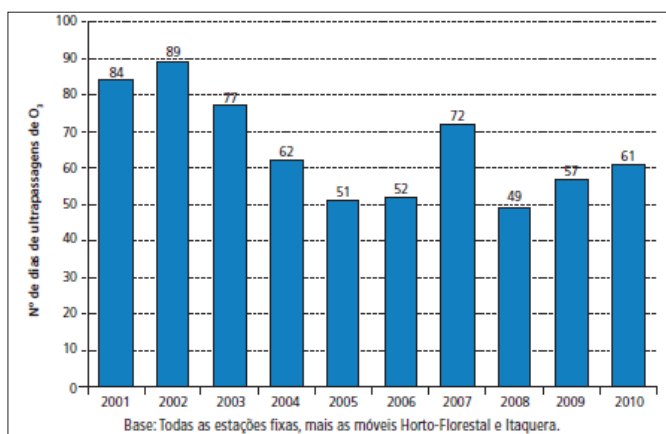


Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-9: (O<sub>3</sub>) – Número de dias de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção (2010)**

Ressalta-se que a ocorrência de maior ou menor número de ultrapassagens do PQAr em determinados períodos reflete principalmente as variações nas condições meteorológicas. Ou seja, períodos em que há mais dias quentes e ensolarados, principalmente nos meses de transição entre o inverno e verão, podem influenciar de forma decisiva na frequência de ocorrência de episódios.

A Figura 8.2.6.3-10 mostra a evolução do número de dias de ultrapassagens do padrão nos últimos dez anos. Embora não haja uma tendência definida, o número de dias de ultrapassagens nos últimos anos é menor do que os observados antes de 2004.

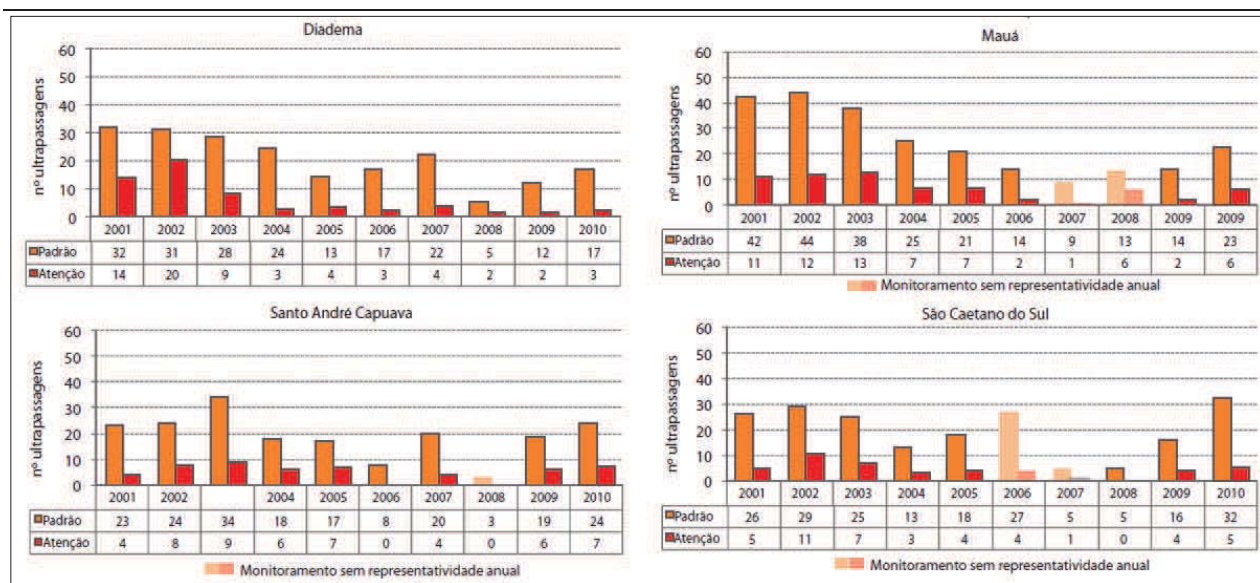


Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-10: (O<sub>3</sub>) – Evolução do número de dias de ultrapassagens do padrão, no período 2001- 2010 - RMSP**

Mais especificamente em relação às estações situadas mais próximas à área do empreendimento projetado (Diadema, Mauá, Santo André-Capuava e São Caetano do Sul, a Figura 8.2.6.3-11, abaixo, consolida os dados da evolução do numero de dias de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção, por ano, para as estações da RMSP que monitoraram na maior parte dos últimos dez anos.

Notar que cada estação apresenta um perfil de evolução do numero de ultrapassagens ao longo dos anos diferente do outro. Estas variações podem se dar em função das condições meteorológicas locais, associadas as diferentes condições de topografia, em conjunto com os sistemas meteorológicos de grande e/ou media escalas, tais como, sistemas frontais, brisas marítimas, etc., que influenciam na circulação e transporte do poluente e seus precursores de uma região para outra.



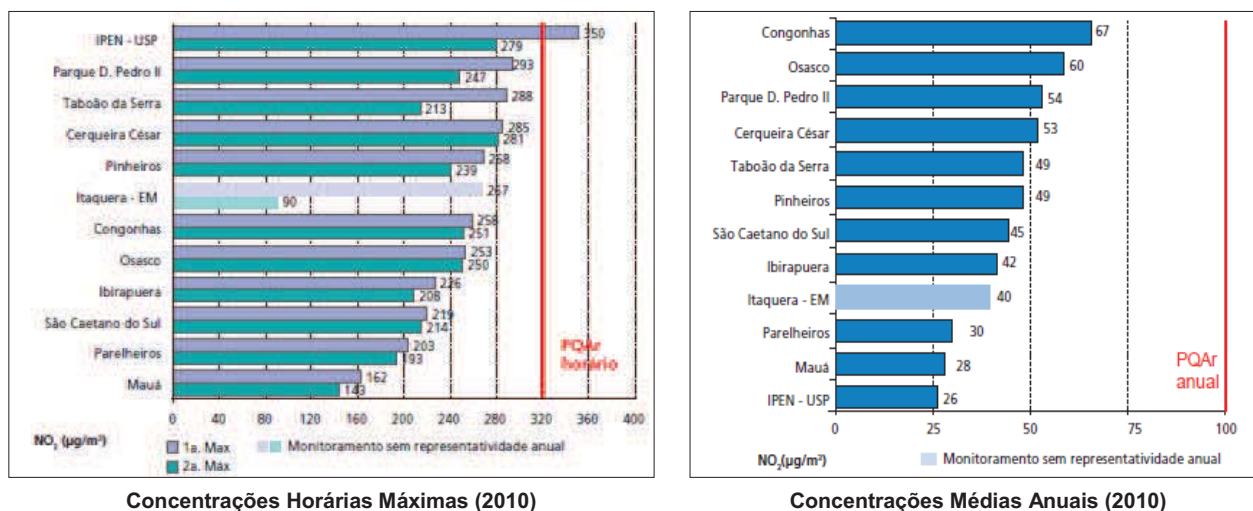
Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-11: (O<sub>3</sub>) – Evolução do número de dias de ultrapassagens de padrão e nível de atenção, no período 2001- 2010**



## ➡ Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

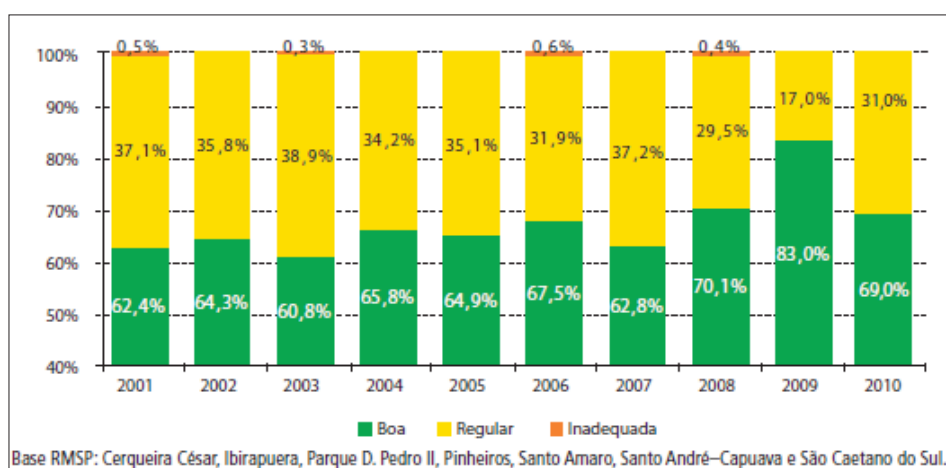
A Figura 8.2.6.3-12, abaixo, mostra que nas estações de monitoramento da RMSP as concentrações horárias máximas ultrapassaram o padrão de curto prazo de NO<sub>2</sub> apenas na estação IPEN-USP; assim como a estação Congonhas apresenta o maior valor de média anual, seguido pela estação de Osasco.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-12: (NO<sub>2</sub>) – Concentrações horárias e médias anuais (2010)**

Por sua vez, a Figura 8.2.6.3-13 apresenta distribuição percentual da qualidade do ar nas estações da RMSP, incluindo as estações Santo André-Capuava e São Caetano do Sul, onde não se observa uma tendência definida. Em 2010, segundo CETESB (2010) a maior parte das primeiras máximas de NO<sub>2</sub> ocorreu nos últimos dez dias de agosto.

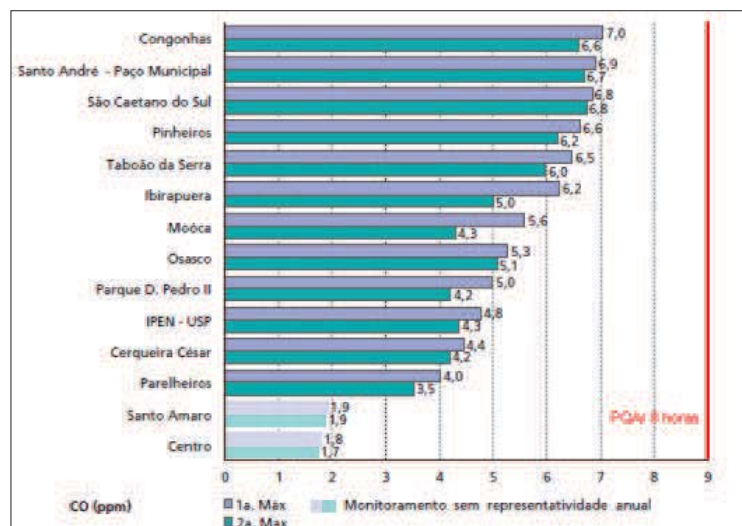


Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-13: (NO<sub>2</sub>) – Distribuição percentual da qualidade do ar (2001 - 2010)**

## ➡ Monóxido de Carbono (CO)

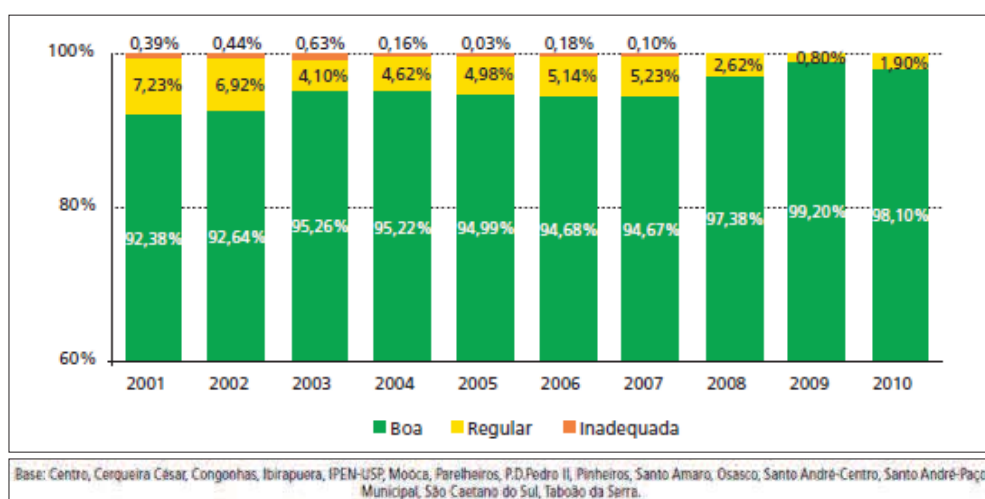
A Figura 8.2.6.3-14, abaixo, mostra que na RMSP, em 2010, não foi registrada ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de 8 horas para este poluente em nenhuma estação e, da mesma forma, também não foi observada ultrapassagem do padrão de 1 hora, de 35 ppm.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-14: (CO) – Classificação das concentrações diárias máximas (média de 8 hs) para a RMSP (2010)**

Por sua vez, a Figura 8.2.6.3-15, a seguir, evidencia que na RMSP os níveis de monóxido de carbono que vinham se aproximando da estabilidade até 2007, sofreram leve queda nos últimos anos. Em 2010, mesmo com condições meteorológicas bastante desfavoráveis, os níveis de CO estão entre os mais baixos da década.



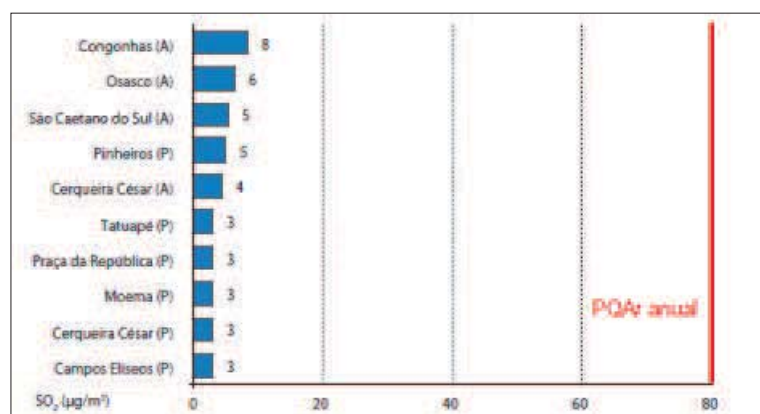
Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-15: (CO) – Distribuição percentual da qualidade do ar para a RMSP (2010)**

## ➡ Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

Não houve ultrapassagem do PQAr diário (365 µg/m<sup>3</sup>) em nenhuma das estações de monitoramento. Na RMSP, a estação de Congonhas apresentou, além da máxima média anual, a maior concentração máxima diária de 22 µg/m<sup>3</sup>.

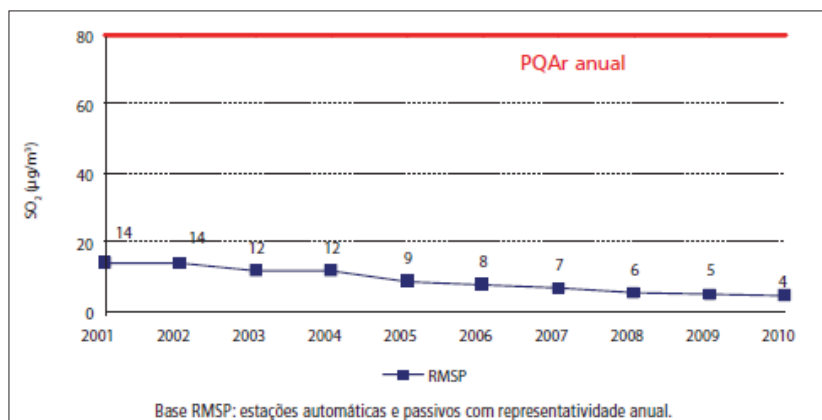
A Figura 8.2.6.3-16, abaixo, mostra que na RMSP a maior média anual de SO<sub>2</sub> foi registrada na estação Congonhas, 8 µg/m<sup>3</sup>, valor este muito abaixo inclusive do padrão anual secundário de qualidade do ar de 40 µg/m<sup>3</sup>. Esta estação, pela proximidade da Avenida dos Bandeirantes, avaliava os níveis de exposição a este poluente em locais de tráfego intenso de veículos a diesel. Entretanto, em 2010, houve alteração e restrição de circulação de veículos pesados durante o dia, nesta via. As demais estações apresentaram concentrações ainda menores, e no caso dos pontos de monitoramento com amostradores passivos, se aproximaram do limite de detecção do método.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

**Figura 8.2.6.3-16: (SO<sub>2</sub>) – Classificação das concentrações médias anuais / RMSP (2010)**

De uma forma geral, portanto, o que se observa na RMSP, conforme indica a Figura 8.2.6.3-17, é que os níveis de dióxido de enxofre vêm sendo reduzidos lentamente, como resultado, principalmente, do controle exercido sobre as fontes fixas e da redução do teor de enxofre dos combustíveis, tanto industrial como automotivo.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010)

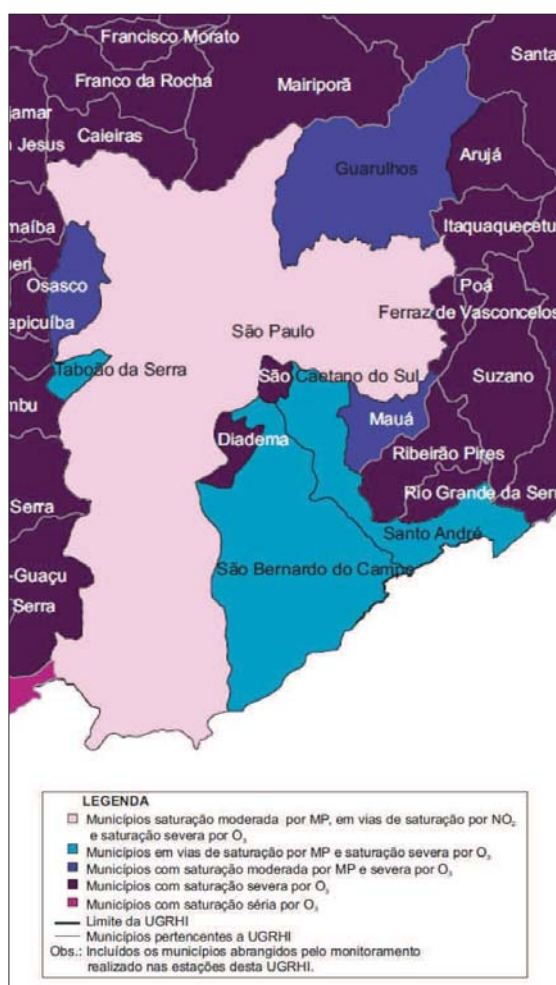
**Figura 8.2.6.3-17: (SO<sub>2</sub>) – Classificação das concentrações médias anuais / RMSP (2010)**

## ➡ Classificação de Saturação da Qualidade do Ar e Conclusões Preliminares

O Decreto Estadual Nº 52469/07, definiu uma política de gerenciamento da qualidade do ar que aplica conceitos de saturação de poluentes atmosféricos numa determinada região e instrui o licenciamento ambiental nessas regiões. Esse instrumento subsidiou, ainda, a determinação do grau de saturação da qualidade do ar de uma sub-região quanto a um poluente específico, cotejando-se as concentrações verificadas nos últimos três anos com os Padrões de Qualidade do Ar (PQAr) estabelecidos no artigo 29 do Decreto Estadual No 8468/76 e na Resolução CONAMA Nº 3/90.

Assim, as sub-regiões foram classificadas em “Não Saturada” (NS), “Em Vias de Saturação” (EVS) e “Saturada” (SAT) e as sub-regiões consideradas saturadas serão classificadas, quanto a intensidade de saturação em: “Moderado”, “Sério” e “Severo” para o poluente ozônio e “Moderado” e “Severo” para os demais poluentes.

Dessa forma, com base nos dados de monitoramento de 2008 a 2010 e no estabelecido no Decreto Estadual Nº 52469/07, a CETESB determinou o grau de saturação atmosférica para os municípios do Estado de São Paulo. A Figura 8.2.6.3-18, a seguir, mostra a classificação obtida pelos diferentes municípios que compõem a RMSP, em especial os municípios de São Paulo, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul, de interesse específico para o presente EIA.



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar / CETESB (2010) - modificado

**Figura 8.2.6.3-18: Classificação de saturação e graduação de severidade - RMSP**

Da análise da Figura 8.2.6.3-18 é possível se consolidar o Quadro 8.2.6.3-1, a seguir.

**Quadro 8.2.6.3-1**  
**Classificação de saturação e graduação de severidade – São Paulo e ABC**

MUNICÍPIOS			
São Paulo	Santo André	São Bernardo do Campo	São Caetano do Sul
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Saturação moderada por MP;</li> <li>✓ Em vias de saturação por NO<sub>2</sub>;</li> <li>✓ Saturação severa por O<sub>3</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vias de saturação por MP;</li> <li>✓ Saturação severa por O<sub>3</sub>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vias de saturação por MP;</li> <li>✓ Saturação severa por O<sub>3</sub>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Saturação severa por O<sub>3</sub>;</li> </ul>

Portanto, da análise geral de todos os parâmetros, conclui-se que na maior parte dos limites das áreas de influência da Linha 18 – Bronze a qualidade do ar classificada como de regular a boa, com raros episódios de inadequada, com exceção do material particulado e de dióxido de nitrogênio (este especialmente em São Paulo) que registraram episódios de altas concentrações; além do ozônio, poluente secundário que se encontra em níveis de saturação severa, cuja origem pode ser tanto das atividades na região quanto gerado a partir de poluentes emitidos em outras áreas da Região Metropolitana de São Paulo.

Da mesma forma, com base nos comentários apresentados anteriormente, é possível se deduzir que alguns dos elevados níveis de saturação de poluentes atmosféricos observados estão relacionados ao fluxo de veículos automotores.