

# SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	3
2	A LOCALIZAÇÃO REFERENCIAL DA LINHA 15 - BRANCA	4
3	RESPONSABILIDADES	5
3.1	O EMPREENDEDOR	5
3.2	A EMPRESA DE CONSULTORIA	5
4	OS OBJETIVOS DA IMPLANTAÇÃO DA LINHA 15 - BRANCA	5
5	AS JUSTIFICATIVAS PARA IMPLANTAÇÃO DA LINHA 15 - BRANCA	6
6	AS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS ESTUDADAS	7
6.1	A ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA TECNOLÓGICA	7
6.2	A ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA DE TRAÇADO	7
7	AS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO DA LINHA 15 - BRANCA	10
7.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS	10
7.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS POSSÍVEIS	11
7.3	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	14
8	O PRAZO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS, A MÃO DE OBRA NECESSÁRIA E OS CUSTOS GERAIS	15
9	O DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	16
9.1	AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	16
9.2	OS ESTUDOS DO MEIO FÍSICO	19
	FORMAS DE RELEVOS (ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS)	19
	SOLOS (ASPECTOS PEDOLÓGICOS)	20
	ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS	21
	RECURSOS HÍDRICOS (SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS)	24
	CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	27
	QUALIDADE DO AR	29
	NÍVEIS DE RUÍDOS E DE VIBRAÇÕES INDUZIDAS NO SOLO	29
	ÁREAS DE PROTEÇÃO DE MANANCIAIS	34
	PASSIVOS AMBIENTAIS	35
	EROSÕES E ÁREAS DE INUNDAÇÃO	36

9.3	OS ESTUDOS DO MEIO BIÓTICO	39
	VEGETAÇÃO	39
	FAUNA	40
	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E DEMAIS ÁREAS PROTEGIDAS	43
9.4	OS ESTUDOS DO MEIO SOCIOECONÔMICO	44
	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	44
	REIVINDICAÇÕES SOCIAIS	47
	OS BLOCOS DE IMÓVEIS PASSÍVEIS DE DESAPROPRIAÇÃO	49
	OS PATRIMÔNIOS ARQUEOLÓGICO, HISTÓRICO, CULTURAL E ARQUITETÔNICO	54
10	OS IMPACTOS AMBIENTAIS E AS CORRESPONDENTES AÇÕES DE CONTROLE	57
10.1	OS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS E AS AÇÕES PREVENTIVAS, DE CONTROLE E DE MONITORAMENTO	59
10.2	O MAPA DE LOCALIZAÇÃO “REFERENCIAL” DOS POTENCIAIS IMPACTOS AMBIENTAIS	80
10.3	O BALANÇO GERAL / SÍNTESE DOS IMPACTOS	82
11	OS PROGRAMAS AMBIENTAIS QUE IRÃO CONTROLAR / MITIGAR OS POTENCIAIS IMPACTOS	83
11.1	PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL DA LINHA 15	83
11.2	PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL DAS OBRAS	85
	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	86
	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS E DE VIBRAÇÕES	86
	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RECALQUES	87
	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	88
	PLANO DE MANEJO ARBÓREO (INCLUI O SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA AVIFAUNA)	89
	PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	90
	PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESAPROPRIAÇÃO	91
	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	92
	PLANO DE PAISAGISMO E REURBANIZAÇÃO	93
	PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E AÇÃO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	93
	PLANO DE GESTÃO DOS PATRIMÔNIOS CULTURAL E ARQUEOLÓGICO	94
12	CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	95
13	A EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA-RIMA	95

# 1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório de Impacto Ambiental - RIMA - consolida e apresenta os resultados obtidos pelo Estudo de Impacto Ambiental, relativos à implantação da **Linha 15 Branca – Trecho Vila Prudente / Dutra** planejada para implantação pela Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô e com interveniência da Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo.

“Originalmente”, no início do processo de licenciamento ambiental da Linha 15 – Branca, no ano de 2009, estava previsto que a mesma se estenderia desde a Estação Vila Prudente (Linha 2 – Verde) até a Estação Tiquatira, incluindo nove estações e o Pátio Tiquatira. Naquele mesmo ano, com o advento de uma nova concepção para a Linha 2 - Verde, que passou a ser constituída de dois trechos operacionalmente diversos (de Vila Madalena a Vila Prudente em sistema metroviário convencional e de Vila Prudente até a Estação do Hospital Cidade Tiradentes, em sistema de monotrilho elevado, seguindo o traçado anteriormente estabelecido para o corredor de ônibus denominado Expresso Tiradentes), a *Extensão da Linha - 2 Verde* passou a ser considerada uma nova linha, agora com a denominação de “Linha 15 – Branca”. Porém, operacionalmente, persistiu como uma extensão da Linha 2, já que os trens circularão sem solução de continuidade por ambas e utilizarão o mesmo Pátio de manutenção e estacionamento de trens.

Vale ser destacado, entretanto, que já em meados de 2002 começou a ser estudada a modificação do traçado da Linha 2 - Verde, no trecho após Vila Prudente, durante o desenvolvimento da revisão da Rede do Metro.

Na ocasião, os estudos apontavam a alteração de sua diretriz, de Oratório para a região do Tatuapé, para permitir a conexão com a Linha 3 - Vermelha e contribuir para equilibrar a distribuição da demanda nas outras linhas da rede. Essa decisão considerou a implantação do Expresso Tiradentes pelo eixo da Av. Luis Ignácio de Anhaia Melo, pela Prefeitura Municipal de São Paulo, que proporcionaria atendimento a região de Oratório.

Quando da divulgação da Rede Essencial 2020 - Trechos Prioritários (2006) esta linha já aparecia com seu destino na Estação Tatuapé; mas, durante os estudos do Projeto

Funcional da Conexão da Linha 2 - Verde com a Linha 3 - Vermelha (dezembro/2008), foram apresentadas algumas alternativas de traçado que indicavam outros destinos, sendo escolhida aquela que chegava ao Bairro da Penha, passando pela Vila Formosa, com a conexão metroviária na Estação Penha da Linha 3 - Vermelha. Tinha como destino a Estação Tiquatira, onde seria integrada a uma nova estação da Linha 12 - Safira, da CPTM.

Passados vários anos desde aquele projeto e visando atender os novos estudos da Rede do Metro, a Linha 15 – Branca conta agora com aproximadamente 13 km de extensão e 12 estações (conforme descrição detalhada a ser apresentada adiante). Assim, a Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente - Dutra estabelecerá continuidade da Linha 2 – Verde às regiões Leste e Nordeste do município de São Paulo, compondo com a mesma, uma abrangente ligação perimetral a partir do Espigão da Avenida Paulista.

Ressalta-se, ainda, que a área de influência da Linha 15 – Branca possui aproximadamente um milhão de habitantes, meio milhão de empregos, 240 mil matrículas escolares, além de vários locais com característica de região dormitório, com carência de infraestrutura de transporte coletivo e dificuldades de deslocamentos da população, que percorre diariamente grandes distâncias.

Dessa forma, o projeto proposto ampliará a mobilidade da população, oferecendo melhor acesso ao centro da cidade de São Paulo e à região da Avenida Paulista, áreas com alta concentração de empregos e de serviços. Também ampliará a acessibilidade às regiões Sul e Sudoeste, por meio das Linhas 1 – Azul e 4 – Amarela.

Portanto, a implantação da Linha 15 - Branca beneficiará as regiões Sudeste, Leste e Nordeste do município de São Paulo onde se destacam bairros como Vila Prudente, Água Rasa, Jardim Anália Franco, Vila Formosa, Vila Carrão, Vila Nova Manchester, Aricanduva, Guaiaúna, Penha de França, Parque Novo Mundo e Vila Medeiros.

## 2. A LOCALIZAÇÃO REFERENCIAL DA LINHA 15 - BRANCA

A Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente - Dutra estabelecerá a continuidade da Linha 2 – Verde às regiões Leste e Nordeste do município de São Paulo, compondo com a mesma, uma abrangente ligação perimetral a partir do Espigão da Avenida Paulista.

A Linha 15 cruzará com os eixos viários de ônibus existentes nas regiões atendidas, propiciando a reorganização do transporte coletivo e, da mesma forma, será atrativa às demandas das rodovias Fernão Dias e Dutra, proveniente dos usuários de automóveis, das linhas de ônibus municipais, intermunicipais, interestaduais e de fretamento.

A configuração perimetral estabelecida para o traçado da Linha 15 – Branca proporcionará sua integração com todos os eixos viários de transporte situados tanto a norte com o sul da Linha 3 – Vermelha. Dentre esses eixos, destacam-se Estrada de Vila Ema, Avenidas Sapopemba, Eduardo Cotching, Carrão, Aricanduva, Radial Leste, Amador Bueno Veiga, Cangaíba, Assis Ribeiro, Paulo Freire e Rodovia Presidente Dutra.

De uma maneira geral esse projeto beneficiará, em especial, as regiões Sudeste, Leste e Nordeste do município de São Paulo onde se destacam bairros como Vila Prudente, Água Rasa, Jardim Anália Franco, Vila Formosa, Vila Carrão, Vila Nova Manchester, Aricanduva, Guaiaúna, Penha de França, Parque Novo Mundo e Vila Medeiros. Entre Vila Prudente e Dutra o uso do solo é predominantemente residencial com alto índice de adensamento populacional.



## 3. RESPONSABILIDADES

### 3.1. O EMPREENDEDOR

O empreendedor, também responsável pelo processo de licenciamento ambiental da Linha 15 - Branca, é a **Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô**.  
(<http://www.metro.sp.gov.br/>)

- CNPJ: 62.070.362/0001-06
- Endereço: Rua Augusta, 1626, CEP: 01304-001, São Paulo – SP
- Fone: (11) 3371-7411
- Contato: Manoel da Silva Ferreira Filho – Chefe do Departamento de Licenciamento e Mitigação de Impactos Ambientais.

### 3.2. A EMPRESA DE CONSULTORIA

Os estudos ambientais (EIA-RIMA) foram elaborados por uma equipe composta por diversos especialistas, de diferentes áreas técnicas, sob a coordenação da empresa de consultoria **WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda.**  
(<http://www.walmambiental.com.br/>)

- CNPJ: 67.632.216/0001-40
- Endereço: R. Apinagés, 1.100, cj 609, Perdizes CEP: 05017-000 – S Paulo - SP
- Fone / Fax: (11) 3873 7006
- Contatos:
  - Jacinto Costanzo Júnior  
[jacinto@walmambiental.com.br](mailto:jacinto@walmambiental.com.br)
  - Walter S. de Faria  
[walter@walmambiental.com.br](mailto:walter@walmambiental.com.br)

## 4. OS OBJETIVOS DA IMPLANTAÇÃO DA LINHA 15 - BRANCA

Como objetivo geral, a Linha 15 - Branca visa proporcionar, para a população residente na região metropolitana, um transporte público seguro, rápido, acessível e ambientalmente sustentado. Nesse contexto, então, a Linha 15 irá estabelecer uma maior acessibilidade e uma ligação da zona nordeste do município de São Paulo, além Rio Tiete, até a área central da cidade de São Paulo, além de também possibilitar estender o atendimento da rede metroferroviária para o Município de Guarulhos, o segundo maior em população no Estado de São Paulo.



Complementarmente, também são objetivos da implantação da Linha 15 - Branca:

- ✓ Compor, em continuidade com a Linha 2 - Verde, uma ligação perimetral entre as regiões Oeste, Sudeste, Leste e Nordeste do município de São Paulo. Ligar as regiões de Vila Madalena, Avenida Paulista, Domingos de Moraes,

Chácara Klabin, Ipiranga, Sacomã, Vila Carioca, Vila Prudente aos bairros de Água Rasa, Jardim Anália Franco, Vila Formosa, Vila Carrão, Vila Nova Manchester, Aricanduva, Guaiaúna, Penha de França, Parque Novo Mundo e Vila Medeiros;

- ✓ Reduzir os tempos das viagens entre os bairros citados e o Centro e a Avenida Paulista;
- ✓ Interligar as linhas em operação, 3 - Vermelha do Metrô, 11 - Coral, 12 - Safira da CPTM, as futuras linhas Vila Prudente – Cidade Tiradentes - Monotrilho, Linha 6 - Laranja – Brasilândia-São Joaquim, 19 - Celeste Água Espreada-Guarulhos do Metrô, às futuras linhas 13 - Jade e 14 - Onix da CPTM, oferecendo grande flexibilidade de deslocamento aos usuários;
- ✓ Proporcionar o equilíbrio de demanda nas linhas 3 – Vermelha do Metrô e linhas 11 – Coral e 12 – Safira, ambas da CPTM;
- ✓ Melhorar o meio ambiente utilizando tração elétrica e atraindo usuários de ônibus e automóveis.

## 5. AS JUSTIFICATIVAS PARA QUE A LINHA 15 SEJA CONSTRUÍDA

A análise das justificativas à implantação do Trecho Vila Prudente / Dutra da Linha 15 levou em consideração, entre outros, os **dados de demanda** provenientes dos estudos de simulação do carregamento da rede de transporte futura e da **pesquisa origem e destina (O/D)**, realizados pela Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô.

Nesse contexto, e então, torna-se importante ressaltar que embora as Linhas 2 - Verde e 15 - Branca sejam linhas distintas e possam ter sua operação segregada uma da outra, nas simulações de demanda a Linha 15 - Branca representa a continuidade da Linha 2 - Verde até a Estação Anália Franco (2.017) ou Estação Dutra (2.018). Por tal motivo, a estações relacionadas à Linha 15 – Branca irão compor a Tabela mostrada ao lado de forma sequencial às estações da Linha 2 - Verde.

### DEMANDA ESTIMADA PARA A LINHA 2 - VERDE E LINHA 15 - BRANCA (HORIZONTE: 2018)

ESTAÇÃO	HORA PICO MANHÃ						DIÁRIO
	VILA MADALENA – DUTRA			DUTRA – VILA MADALENA			
	EMB	DES.	CARR.	EMB	DES.	CARR.	
Vila Madalena	3.936	-	3.936	-	5.403	0	40.950
Sumaré	697	55	4.579	36	2.688	5.403	15.240
Clínicas	435	181	4.833	3	5.480	8.056	26.750
Consolação	15.585	1.596	18.822	3.406	22.064	13.532	187.030
Trianon-Masp	472	6.964	12.330	384	6.100	32.191	61.040
Brigadeiro	4.786	4.747	12.368	9.061	14.912	37.906	150.870
Paraíso	1.401	4.256	9.514	2.637	15.712	42.858	105.260
Ana Rosa	2.800	2.554	9.760	6.362	10.653	55.933	98.080
Chácara Klabin	8.495	2.309	15.946	5.571	16.559	60.225	144.410
Santos-Imigrantes	418	2.824	13.541	1.127	1.670	71.214	26.480
Alto do Ipiranga	232	1.124	12.649	2.473	1.415	71.757	23.000
Sacomã	1.699	992	13.355	2.379	658	70.699	25.120
Tamanduateí	5.607	4.485	14.477	21.742	10.146	68.978	184.090
Vila Prudente	8.357	5.135	17.700	31.033	1.861	57.382	203.400
Orfanato	238	600	17.337	1.878	1.022	28.209	16.390
Água Rasa	1.526	1.224	17.638	3.989	355	27.354	31.110
Anália Franco	272	1.261	16.650	912	1.676	23.720	18.070
Vila Formosa	427	613	16.464	2.149	233	24.484	15.000
Guilherme Giorgi	636	2.406	14.694	943	793	22.569	20.950
Nova Manchester	1.457	1.095	15.057	1.789	1.268	22.419	24.590
Aricanduva	4.380	648	18.789	3.419	1.502	21.898	43.630
Penha	4.981	8.673	15.097	4.627	5.261	19.982	103.230
Penha de França	2.504	4.957	12.644	10.843	716	20.616	83.400
Tiquatira	808	2.544	10.909	6.377	1.591	10.489	49.630
Paulo Freire	4	2.589	8.323	1.772	1	5.704	19.150
Dutra	-	8.323	0	3.932	-	3.932	53.740
<b>Total Sentido</b>	<b>72.154</b>	<b>72.154</b>		<b>129.742</b>	<b>129.742</b>		<b>1.770.610</b>
<b>Total Geral</b>	<b>201.896</b>						

Rede de METRÔ Considerada:  
Linha 1 - Azul: Tuzuruvi - Jabaquara  
Linha 2 - Verde: Vila Madalena - Dutra  
Linha 2 Prolog.: Hosp. Cid. Tiradentes - Vila Prudente  
Linha 3 - Vermelha: Barra Funda - Itaquera  
Linha 4 - Amarela: Taboão da Serra - Luz  
Linha 5 - Lás: Jardim Ângela - Chácara Klabin  
Linha 6 - Laranja: Brasilândia - Água Branca  
Linha 17 - Ouro: Jabaquara - Morumbi (Linha 4) e Ramal Congonhas - Brooklin Paulista  
Linha 18: Tamanduateí - Avaré (SBC)  
Linha 19: Brigadeiro - Guarulhos (Tancredi)  
Linha 23: São Miguel - Pari

Rede da CPTM Considerada:  
Linha 7 - Rubi: Francisco Morato - Luz  
Linha 8 - Diamante: Itapevi - Luz  
Linha 9 - Esmeralda - Expresso Oeste Sul: Barueri - Pinheiros  
Linha 9 - Esmeralda: Vargem - Água Branca  
Linha 10 - Turquesa: Rio Grande da Serra - Brás  
Linha 10 - Turquesa - Expresso ABC: Mauá - Luz  
Linha 11 - Coral - Expresso Leste: Suzano - Luz  
Linha 11 - Coral: Estudantes - Suzano  
Linha 12 - Safira: Suzano - Brás  
Linha 13 - Jade: CECAP - Brás  
VLT: Guarulhos - ABC  
VLT - Aphaúville

A análise dos dados consolidados na Tabela mostrada anteriormente (horizonte 2018), contemplando a “linha completa” até Dutra, apresenta um total de 1.770.000 passageiros diários, com carregamento no trecho de 71,7 mil passageiros/hora, sentido Anália Franco-Vila Madalena, entre as estações Alto do Ipiranga e Sacomã. As estações com maior movimento são Vila Prudente, com 203 mil passageiros diários; seguida por Consolação, com 187 mil; Tamanduateí, com 184 mil; Brigadeiro com 150 mil; Paraíso e Chácara Klabin, com 144 mil. Neste horizonte, a Estação Paraíso aparece com 105 mil, demonstrando um alívio de cerca de 40 mil passageiros.

Por fim, justificando ainda a implantação do Trecho Vila Prudente – Dutra da Linha 15, devem ser também destacados os *benefícios socioambientais* e a *redução de gastos* decorrentes diretamente da mesma, conforme elencados a seguir e consolidados no Quadro a seguir.

ITEM ANALISADO	UNIDADES	QUANTIDADES (R\$)	
Redução de Emissão de Poluentes Atmosféricos	ton/ano	73.744	14.388.206
CO, HC, Nox, Sox, MP	ton/ano	5,72	7.959,93
	ton/ano	68,01	6.428,26
Redução do Consumo de Combustíveis	litros/ano	44.620.456	80.752.787
	diesel	21.460.917	43.383.243
	gasolina	23.159.539	61.134.814
	kWh	95.061.082	23.765.270
Redução do Custo Operacional do Ônibus	km/ano	28.766.258	136.060.939
Redução do Custo Operacional do Auto	km/ano	145.255.301	79.586.368
Redução dos Custos de Manutenção / Operação de Vias	km/ano		5.621.804
Redução do Tempo das Viagens	horas	101.255.180	497.556.280
Redução dos Custos com Acidentes de Trânsito	acidentes	1.488	16.197.032
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 830.163.415</b>

Nota-se que os principais benefícios socioambientais esperados estão alinhados com o objetivo geral da operação da Linha 15 - Branca, que visa proporcionar transporte público seguro, rápido, acessível e ambientalmente sustentado.

Portanto, entende-se que *a não implantação do empreendimento resultaria em grandes perdas de oportunidades de melhorias socioambientais* para uma grande parcela do território da Região Metropolitana de São Paulo, podendo ser “valorada” em R\$ 830.163.415,00 anuais.

## 6. AS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS ESTUDADAS

### 6.1. A ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA TECNOLÓGICA

*O projeto da Linha 15 – Branca prevê operação em regime de “tráfego mútuo” com a Linha 2 – Verde; ou seja, os trens da primeira circularão na segunda e vice-versa. Sendo assim, não haverá descontinuidade operacional, pois será ofertado serviço da Estação Dutra até a Estação Vila Madalena sem transbordo na Estação Vila Prudente, que funcionará como estação de passagem. Portanto, a “Linha 2 + a Linha 15” constituirão, de fato, uma única linha.* Neste sentido, não cabe a discussão de outras soluções modais e tecnológicas que não sejam as atualmente empregadas.

Por outro lado, as tecnologias devem ser atualizadas e consistentes, no que couber, com os avanços tecnológicos que estão sendo implantados nas Linhas 4 Amarela e 5 Lilás, e na modernização das Linhas 1 Azul, 2 Verde e 3 Vermelha, visando uma operação homogênea para a rede metroviária.

### 6.2. A ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA DE TRAÇADO

O estudo de alternativas de traçado para a Linha 15 - Branca teve como objetivos principais:

- ✓ Aliviar o excesso de carregamento da Linha 3 - Vermelha e da Linha 1 - Azul na zona central;
- ✓ Atender melhor o bolsão sul da zona leste de São Paulo;
- ✓ Captar demanda adicional dos corredores viários da zona leste que seguem em sentido sudeste – noroeste, os quais canalizam as viagens do bolsão sul da zona leste para o centro expandido;

- ✓ Oferecer maiores opções de integração em rede à população da zona leste, mediante interconexão da Linha 15 Branca com a Linha 1 Azul, Linha 2 Verde, Linha 3 Vermelha, Linha 4 Amarela, Linha 5 Lilás e com as Linhas 10, 11 e 12 da CPTM.

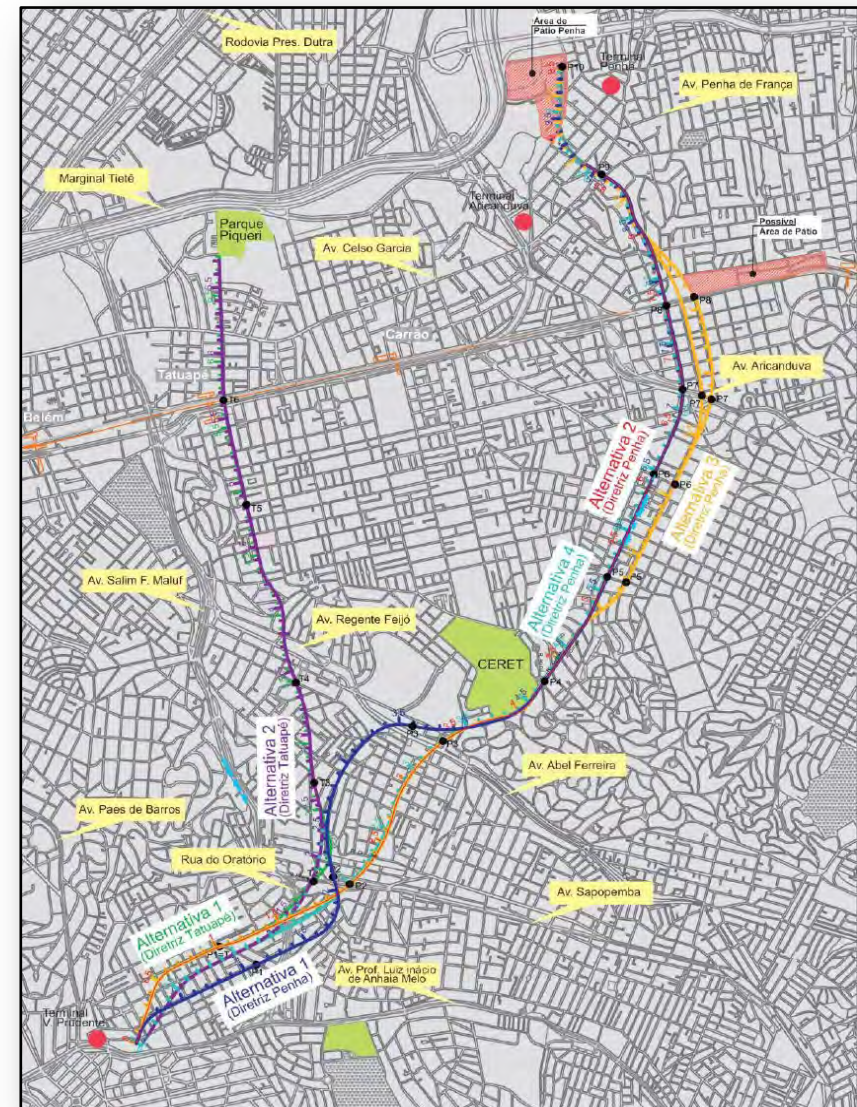
Nesse contexto, então, os estudos da rede essencial indicaram em princípio uma diretriz de extensão da rede metroriária até a Estação Tatuapé. Porém, na evolução das avaliações técnicas no projeto funcional, foram estabelecidas mais duas diretrizes de traçado: ligação com a Estação Penha e ligação com a Estação Carrão, esta abandonada logo no início dos estudos.

Estas novas formulações decorreram de uma reflexão sobre o papel que a Linha 15 - Branca deveria apresentar no contexto da Zona Leste de São Paulo, especialmente na chamada Zona Leste 1 (mais próxima da área central). De fato, a Linha 15 - Branca configura um traçado interessante para a rede metroriária na Zona Leste, na medida em que permite uma ligação transversal no território, cruzando os principais eixos viários.

A pequena diferença de traçado entre algumas dessas alternativas nas diretrizes Tatuapé e Penha fez com que, após os estudos iniciais, fossem consideradas apenas 3 alternativas de traçado para os estudos de modelagem comparativa para seleção entre elas, tendo como ponto de origem a estação Vila Prudente, em construção, e como ponto de chegada três destinos principais: Tatuapé, Penha e Tiquatira.

As diretrizes analisadas como alternativas de traçado foram as seguintes, conforme ilustradas na Figura ao lado.

- **ALTERNATIVA 1:** Diretriz Tatuapé
- **ALTERNATIVA 2:** Diretriz Penha
- **ALTERNATIVA 3:** Diretriz Penha / Tiquatira





Para a *avaliação das três alternativas* de traçado utilizou-se a *metodologia de “análise multicriterial”*. Nesta metodologia, diferentes alternativas são avaliadas por um conjunto de atributos, medidos por indicadores. Para cada atributo são atribuídas notas relativas entre as alternativas. As notas dos atributos são posteriormente transformadas em uma única nota, mediante a adoção de pesos para cada atributo. Os pesos dos atributos são estabelecidos por um grupo de profissionais mediante a ponderação da importância relativa que cada um dá a cada atributo dentro da sua escala de valores.

No estudo da Linha 15 - Branca esta metodologia foi aplicada através de uma primeira definição de agentes, atributos e indicadores, tendo como base estudos anteriores do Metrô. Os pesos finais dos atributos foram definidos a partir das avaliações de cada membro da equipe envolvida. Os valores finais foram resultantes da média depurada, isto é, da média dos valores situados no intervalo superior e inferior a 1 (um) desvio-padrão.

Em função das características das alternativas analisadas para a Linha 15 - Branca até a Linha 3 - Vermelha, foi recomendado um conjunto de critérios de avaliação específica.

A estrutura proposta de organização dos critérios foi semelhante àquela adotada no estudo da “Rede Essencial”, partindo de três conjuntos compostos por agentes atuantes na implantação e operação ou beneficiários de uma linha de metrô, a saber:

- (i) usuário,
- (ii) metrópole e
- (iii) poder público.

Para estes agentes foram definidos fatores de avaliação, critérios e indicadores respectivos.

O Quadro apresentado ao lado registra, de forma resumida e simplificada, as notas e suas ponderações obtidas nas três alternativas estudadas, de onde se observa que a *Alternativa 3 – Diretriz Penha /Tiquatira, na configuração até a Linha 12 – Safira da CPTM, é a melhor alternativa para a Linha 15 - Branca*. Ela alcançou uma nota 0,9160, contra uma nota 0,8427 da Alternativa 1 – Tatuapé. Mesmo quando se compara a Alternativa 1 – Tatuapé com a Alternativa 2 – Penha até a Estação Penha da Linha 3 - Vermelha, o traçado para a Penha obtém um melhor desempenho.

*Notas Obtidas pelas Alternativas*

Agentes	Fatores	Critérios	Peso Critério (%)	Nota			Nota Ponderada		
				Ait. 1	Ait. 2	Ait. 3	Ait. 1	Ait. 2	Ait. 3
Usuário	Impacto na viagem	Redução do tempo na rede TC	7,31	0,5477	0,7571	1,0000	0,0400	0,0553	0,0731
		Conforto na Linha 2 - Verde	5,77	0,9639	1,0000	0,6611	0,0556	0,0577	0,0381
		Nível de utilização da Linha 2 - Verde	5,78	0,9814	1,0000	0,4983	0,0567	0,0578	0,0288
	Impacto na rede TC	Sistema metro-ferroviário - Conforto	5,12	1,0000	0,9874	0,9398	0,0512	0,0505	0,0481
		Sistema metro-ferroviário - Nível de Utilização	6,71	0,9939	1,0000	0,9123	0,0867	0,0671	0,0612
		Sistema ônibus	6,66	0,5552	0,7126	1,0000	0,0370	0,0475	0,0666
Metrópole	Impacto ambiental	Poluição	10,56	0,5748	0,6666	1,0000	0,0607	0,0704	0,1056
		Acessibilidade a polos	3,16	0,7964	0,4928	1,0000	0,0252	0,0156	0,0316
	Impacto urbanístico	Estoque construtivo	3,18	0,9222	0,9267	1,0000	0,0293	0,0294	0,0318
		Acessibilidade universal ao entorno	2,58	1,0000	0,9633	0,9020	0,0258	0,0249	0,0233
	Impacto socioeconômico	Índice de atividade do mercado imobiliário	2,69	0,5759	0,9738	1,0000	0,0155	0,0262	0,0269
		Oportunidades locais	6,00	0,7691	0,7806	1,0000	0,0452	0,0468	0,0600
Poder Público	Impacto econômico	Índice de Inclusão e Exclusão Social	5,37	0,8353	0,9855	1,0000	0,0449	0,0529	0,0537
		Investimento (Linha 2 - Verde)	7,47	1,0000	0,8926	0,7361	0,0747	0,0667	0,0550
	Impacto econômico (Rede metropolitana)	Custeio Operacional (Rede metropolitana)	10,21	1,0000	0,9838	0,9584	0,1021	0,1004	0,0978
		Receita metropolitana (Rede metropolitana)	11,45	0,9729	0,9755	1,0000	0,1113	0,1116	0,1145
<b>Total</b>			<b>100,00</b>	<b>13,4886</b>	<b>14,0982</b>	<b>14,6081</b>	<b>0,8427</b>	<b>0,8808</b>	<b>0,9160</b>

A *Alternativa 3 – Diretriz Penha / Tiquatira*, com traçado até a Linha 12 - Safira da CPTM *foi indicada como a melhor, considerando a análise multicritério*. Ela também foi considerada a mais adequada pelas gerências do Metrô, principalmente em função da necessidade de um pátio de manutenção específico, tendo em vista, inclusive, a possibilidade de servir de apoio para outros trechos de expansão da rede ferroviária.

Considerando a expansão da rede ferroviária e a exiguidade de áreas na malha urbana mais densa de São Paulo, esta possibilidade de pátio foi um dos aspectos decisivos na escolha.

Cabe ressaltar que a alternativa de traçado escolhida sofreu alterações e complementações resultando no traçado objeto do presente EIA-RIMA. O traçado atual da Linha 15 incorporou as estações Nova Manchester, Paulo Freire e Dutra. O Pátio Tiquatira foi substituído pelo Pátio Paulo Freire.

## 7. AS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO DA LINHA 15 - BRANCA

### 7.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente - Dutra estabelecerá a continuidade da Linha 2 – Verde às regiões Leste e Nordeste do município de São Paulo. Esta linha somará 12.847 metros (medida entre o eixo da Estação Vila Prudente e o eixo da Estação Dutra), incluindo **12 estações, 1 pátio de estacionamento e manutenção de trens (pátio Pulo Freire) e 1 tramo de manobra e a via de acesso ao pátio.**

#### ▪ **Pátio Paulo Freire** (manutenção e estacionamento de trens)

O Pátio Paulo Freire tem a função de prover a estrutura para estacionamento de trens, para a realização de manutenção nos mesmos e para abrigar as instalações de oficinas, almoxarifado, base de manutenção e pessoal administrativo ligado à gerência de manutenção. Para cumprir esta função, são os seguintes os serviços a serem atendidos:

- ✓ Portaria;
- ✓ Estacionamento, limpeza e lavagem de trens e veículos auxiliares;
- ✓ Manutenção de trens;
- ✓ Estacionamento e manutenção de veículos de uso interno;
- ✓ Manutenção dos equipamentos da linha;
- ✓ Manutenção de obras civis da linha;
- ✓ Manutenção de áreas ajardinadas da linha pertencentes à empresa;
- ✓ Abastecimento de veículos e de uso interno;
- ✓ Armazenamento dos itens aplicados em toda a linha.

O terreno escolhido para implantação do Pátio Paulo Freire possui uma área total de cerca de 300 mil m<sup>2</sup>. A Figura apresentada ao lado mostra a localização e os limites referenciais da área de implantação do Pátio Paulo Freire, além do “lay-out” básico proposto para abrigar todas as funções necessárias.



## ▪ Estações

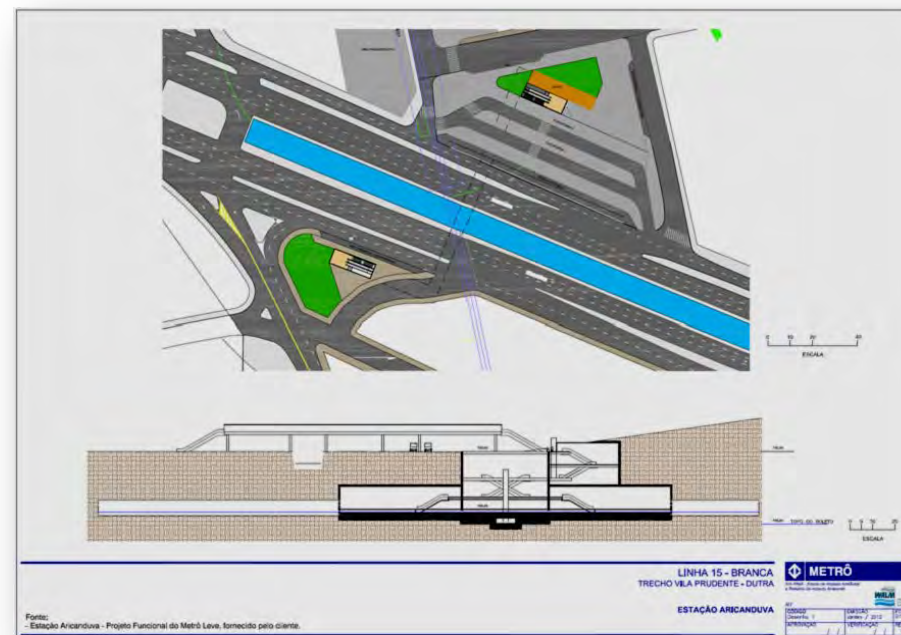
O projeto funcional da Linha 15 - Branca mostra que a *distância média entre as 12 estações projetadas será de 1.070 m*, variando entre 789 m (entre as estações Penha de França e Tiquatira), e 1.837 m (entre as estações Vila Formosa e Guilherme Giorgi). Após a Estação Penha está previsto um tramo de manobra à frente desta estação.



Um aspecto a ser destacado do projeto funcional das estações é a estrutura dos equipamentos de *integração com o serviço de transporte coletivo por ônibus*. A implantação destes equipamentos foi prevista no projeto funcional atendendo a uma necessidade expressa de organização do embarque e desembarque dos passageiros e da transferência entre modos, como já destacado. Em especial, isto se aplica aos dois grandes equipamentos: os *terminais Aricanduva e Ticoatira*.

Além da integração com o serviço de transporte coletivo, o projeto também indica a *integração com outros modos de transporte*. A integração com bicicletas é prevista em todas as estações, atendendo a uma necessidade latente de se promover a ampliação das oportunidades para este modo de transporte não motorizado. Desta forma, *em todas as estações deverão ser previstos bicicletários ou paraciclos*.

Também será importante a *integração com automóveis*. Em todas as estações foram previstas *baías de acostamento para a parada de veículos com embarque e desembarque rápido de passageiros (caronas)*.



## 7.2. MÉTODOS CONSTRUTIVOS POSSÍVEIS

A escolha do método construtivo conta sempre com a experiência assimilada pelo Metrô na implantação de outras linhas subterrâneas e na execução de obras semelhantes no exterior.

Nesse contexto, então, os métodos construtivos passíveis de utilização serão plenamente definidos na próxima etapa do projeto básico e executivo, selecionando-se os mais adequados entre aqueles já utilizados, conforme aqui descritos a seguir.

### ★ Trabalhos em subterrâneo com "Shield"

A construção de túnel com o uso de máquina "shield" apresenta, entre outras, as seguintes vantagens:

- Rapidez de execução; o avanço da obra é muito superior ao obtido com os métodos tradicionais, resultando em maior controle sobre o prazo global;
- Melhores condições de segurança aos trabalhadores;
- Menores riscos de recalques na superfície; e
- Menores custos de construção, caso haja uma relação vantajosa entre o investimento na máquina "shield" e a distância a perfurar.

### ★ Trabalhos em "Cut & Cover" ou Vala a Céu Aberto – VCA

O princípio de aplicação deste método consiste na escavação a céu aberto (em trincheira) de uma área confinada, na qual será construída a obra final em concreto armado, com posterior aterro e recuperação da superfície.

As estações projetadas em "cut & cover" deverão ser construídas utilizando paredes de contenção tipo paredes diafragma de 0,80 a 1,00m de largura, concebidas para suportar pressões hidrostáticas e profundidades de 20m a 30m.

#### Vantagens:

- Fácil implantação sob o ponto de vista executivo;
- Baixo custo de obra civil;
- Redução do prazo de obra;
- Maior segurança na execução.

#### Desvantagens:

- Ampla interferência na superfície, implicando em impactos negativos durante a execução das obras e em altos custos de remoção e desvios de redes de utilidade pública;

- Elevados custos de desapropriação quando as obras são executadas em áreas edificadas;
- Elevados custos de rebaixamento do lençol freático no caso de obras realizadas na presença de água.

### ★ Trabalhos em "cover & cut"

Este método consiste em cobrir a área da vala antes da escavação, de modo a devolver rapidamente a área da superfície em condições de uso de suas funções urbanas.

A configuração final da estação construída em "cover & cut" apresenta características similares às da solução do tipo "cut & cover" (profundidade limitada, facilidade construtiva das estações), entretanto o custo da obra é mais elevado uma vez que o rendimento de escavação é inferior ao obtido na escavação em vala a céu aberto.

### ★ Trabalhos em subterrâneo pelo método NATM

O princípio de execução do "New Austrian Tunnelling Method" - NATM consiste na escavação subterrânea com baixo grau de mecanização e mínima interferência na superfície, partindo de um poço de emboque.

#### Vantagens:

- Redução de interferências e de desapropriações na superfície;
- Grande flexibilidade na forma e nas dimensões da seção transversal, facilitando a execução de estações e de trechos com seção variável.

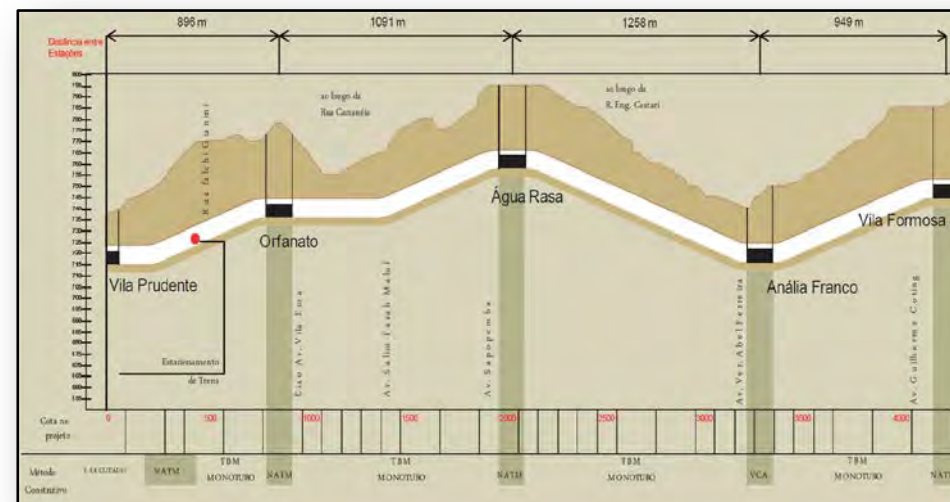
#### Desvantagens:

- Complexidade construtiva, restringindo sua aplicação a situações onde a geologia e a geotecnia não se apresentam favoráveis;
- Custos de obra civil elevados;
- Possibilidade de recalques maiores na superfície;
- Baixo rendimento na escavação;
- Riscos de acidentes mais elevados.

## • Características Construtivas das Estações

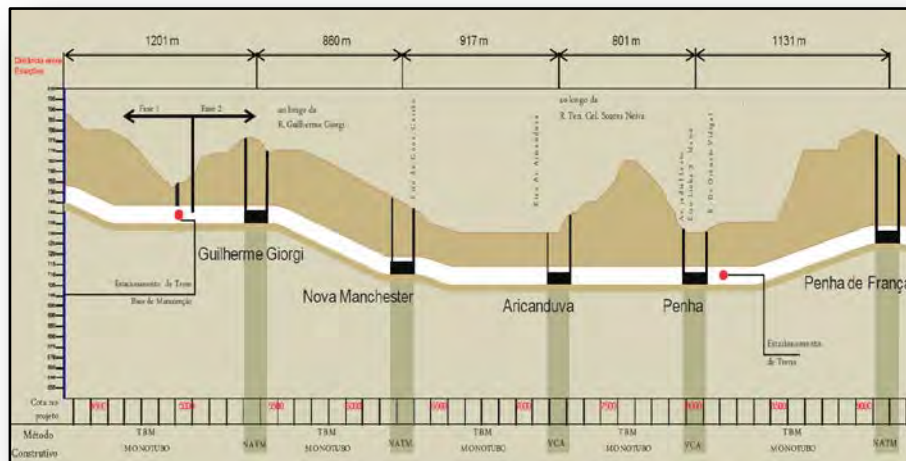
A princípio, as características construtivas em cada estação são as seguintes:

- Estação Orfanato:
  - VCA para a área de bilheteria e bloqueios, para o poço e para os acessos;
  - NATM para o túnel transversal e para o túnel das vias e plataformas;
  - Pilares e vigas em concreto para o corpo das salas técnicas e operacionais;
  - NATM para o túnel de acesso sob a av. do Orfanato.
- Estação Água Rasa:
  - VCA para as áreas de bilheteria e bloqueios, para as áreas de salas técnicas e operacionais e para os acessos;
  - NATM nos túneis sob a avenida;
  - VCA para o poço circular;
  - NATM para o corpo da plataforma e para o túnel transversal que liga a plataforma ao poço.
- Estação Anália Franco:
  - VCA para as áreas de acesso, bilheteria e bloqueios, salas operacionais e porão de cabos;
  - VCA para o poço circular.
- Estação Vila Formosa:
  - VCA para as áreas de bilheteria e bloqueios, salas técnicas e operacionais e acessos;
  - VCA para o poço circular;
  - NATM para o túnel singelo de um dos acessos sob a avenida;
  - NATM para o túnel transversal que liga o poço circular à plataforma;
  - NATM para o túnel de via dupla das plataformas.



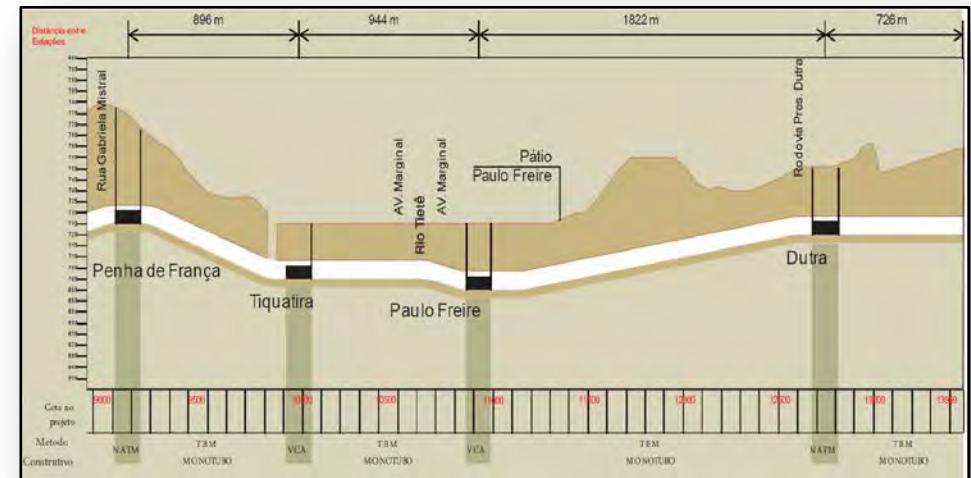
- Estação Guilherme Giorgi:
  - Edificação em estrutura simples de vigas e pilares de concreto sobre o terreno, acima da área de bilheteria e bloqueios;
  - VCA para o poço circular de ligação da área de bilheteria e bloqueios à plataforma;
  - NATM para o túnel transversal singelo de ligação do poço circular ao túnel de via;
  - NATM para o túnel de via dupla que contém a plataforma.
- Estação Aricanduva:
  - VCA para as áreas de bilheteria e bloqueios, para as áreas de salas técnicas e operacionais, para a vala transversal e para os acessos;
  - NATM para os túneis de via singela contendo as plataformas;
  - Aterro elevando a cota de implantação do terminal e do acesso externo acima da cota de inundação.

- Estação Penha:
  - VCA para as áreas de bilheterias e bloqueios, para as áreas de salas técnicas e operacionais e para os acessos;
  - Estrutura simples de pilares e vigas de concreto para o novo acesso.
- Estação Penha de França:
  - Edificação em estrutura simples de pilares e vigas em concreto para as salas técnicas e operacionais, em nível acima do terreno;
  - VCA para as áreas de bilheterias e bloqueios, e para o poço circular;
  - NATM para os túneis de via que contém as plataformas e para o túnel transversal que liga o poço circular às plataformas.



- Estação Tiquatira:
  - Todo o complexo cuja construção estiver sob a responsabilidade do Metrô será executado em VCA. As obras da nova estação da CPTM e o terminal de ônibus constituirão obras em superfície.

- Estações Nova Manchester, Paulo Freire e Dutra:
  - As características construtivas destas estações serão apresentadas após detalhamento dos projetos básico / executivo.



### 7.3. CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

As características operacionais básicas foram definidas para *operação contínua* entre a Linha 2 – Verde / Trecho Vila Madalena – Vila Prudente e a Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente – Dutra.

Toda a implantação do *trecho operacional da Linha 15 – Branca será subterrânea*, havendo *apenas um trecho em superfície, no acesso ao Pátio Paulo Freire*. O traçado se desenvolve em cota variável de 700 a 765m, com rampas de 0 a 4%.

A região de manobra de Vila Madalena, com a implantação do sistema CBTC, possibilitará headway mínimo de 90 segundos, portanto, insuficiente para atender à

demanda prevista. Desta forma, propõe-se uma região de manobra após a Estação Cerro Corá, para comportar headway de 75s, quando da extensão da Linha 2-Verde.

⇒ **Plano de Vias, AMVs e Estacionamentos**

Segundo as previsões de demanda, para a operação da linha serão necessários no máximo 2 anéis, ficando estabelecido que o anel interno fará retorno na estação Anália Franco, visando atender principalmente a concentração de usuários em Vila Prudente (carregamento da ordem de 57 mil passageiros/hora).

A leste da Estação Vila Prudente deverá ser previsto um estacionamento estratégico para injeção de trens. Ainda segundo a previsão de demanda, não há necessidade de retorno na Estação Penha, uma vez que o carregamento neste trecho será da ordem de 2 mil usuários/hora sentido. No entanto, a leste da estação deverá ser previsto um estacionamento estratégico para injeção de trens.

Na Estação Anália Franco, visando a redução da área a ser desapropriada, será analisada a possibilidade de alterar o método construtivo, através da construção de um túnel principal, e a 3ª via a ser implantada através de um túnel lateral.

A Estação Dutra será implantada com duas vias, mas as funcionalidades serão mantidas, haverá possibilidade de injeção e recolhimento de trens por ambas as vias de acesso ao pátio, a qualquer plataforma da estação.

⇒ **Cálculo da Frota de Trens**

O dimensionamento de oferta é função do carregamento estimado na hora pico e do nível de serviço pretendido para os usuários, em termos de passageiros em pé por metro quadrado. A oferta foi estimada para o carregamento máximo simulado, deixando como variável o nível de serviço oferecido aos usuários. **Consideraram-se níveis de serviço entre 6 e 8 passageiros em pé/m<sup>2</sup>, considerando o valor de 6 pass. em pé/m<sup>2</sup> como valor ideal e 8 pass. em pé/m<sup>2</sup>, o valor máximo admitido.**

Assim, para o ano de 2017, considerando a operação de Vila Madalena até Anália Franco, o carregamento máximo previsto é de 61.797 passageiros / hora / sentido. A frota total necessária será de **44 trens, sendo 40 para operação e 4 de reserva.**

Para o ano de 2018, considerando a operação de Vila Madalena até Dutra, o carregamento máximo previsto é de 71.757 passageiros / hora / sentido. Considerando operação em dois anéis, a frota total necessária seria de **68 trens, sendo 63 para operação e 5 de reserva.**

## 8. O PRAZO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS, A MÃO DE OBRA NECESSÁRIA E OS CUSTOS GERAIS

O cronograma de implantação do empreendimento, conforme aqui apresentado de forma consolidada e sumarizada, indica que a **operação comercial total (fases 1 e 2) do Trecho Vila Prudente - Dutra da Linha 15 irá ocorrer em meados de 2018**, conforme cronograma referencial mostrado a seguir.



Relativamente à *mão de obra* requerida na implantação/construção da Linha 15 – Branca, entende-se que a quantificação e a tipologia da mesma somente poderá ser plenamente definida após um maior detalhamento dos projetos básico e executivo de engenharia.

No presente momento, com base no projeto funcional disponível e na experiência do Metrô adquirida em obras similares e de mesmo porte, é possível se estimar o emprego direto da seguinte mão de obra, conforme apresentada no Quadro a seguir.

Etapa	Nº Médio de Empregos Diretos	Duração (meses)
Obra bruta	3.609	48
Fabricação e Projeto de Sistemas	350	24
Montagem	553	24
Total (não inclui fabricação de trens)	4.512	

Por sua vez, com as informações atualmente disponíveis e o nível de detalhamento do projeto de engenharia é possível se estimar que os *custos relativos à implantação do Trecho Vila Prudente / Dutra da Linha 15 - Branca (obras civis e desapropriações)* totalizem **R\$ 5.851.785.000,00** (referência: 2011), sendo: R\$ 2.290.895.000,00 para o Trecho Vila Prudente – Anália Franco e R\$ 3.560.890.000,00 para o Trecho Anália Franco – Dutra.

## 9. O DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

As Resoluções CONAMA 01/86 e 237/97, que regulamentam a exigência de estudos de impacto ambiental no Brasil, distinguem os três meios que, para efeito de abordagem do ambiente, devem ser considerados: **Meio físico, Meio biótico e Meio Socioeconômico**. Dessa forma, o objetivo deste item é apresentar os principais aspectos relacionados aos meios físico, biótico e socioeconômico, passíveis de sofrerem alterações com a implantação e a operação da Linha 15 - Branca.

O diagnóstico ambiental é desenvolvido em um EIA-RIMA para que as características do meio ambiente, no qual o projeto proposto será inserido, sejam estudadas em detalhe permitindo, assim, compreender quais componentes ambientais terão relações significantes com o novo projeto.

### 9.1. AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Segundo a Resolução CONAMA 001/86, a *“área de influência”* de um empreendimento corresponde à *área geográfica a ser, direta ou indiretamente, afetada pelos impactos gerados no processo de planejamento, implantação e operação do mesmo*.

Assim, no contexto do empreendimento em questão, a delimitação das áreas de influência do estudo ambiental refletirá a natureza e a característica do empreendimento, sua localização, etapas de implantação e, principalmente, a *abrangência territorial dos impactos diretos e indiretos previsíveis* nas diferentes vertentes do estudo ambiental. Deverão ser considerados, então:

- o trecho Vila Prudente / Dutra (eixo principal projetado) da Linha 15 - Branca;
- o empreendimento com suas respectivas estruturas de apoio operacional e de controle (em especial, as estações e respectivas áreas de acessos; os poços de ventilação e saídas de emergência e o pátio de manutenção e estacionamento de trens);
- as sub-bacias hidrográficas que se inserem no contexto geográfico territorial do empreendimento, com seus respectivos divisores de água, como previsto na Resolução CONAMA 001/86;



- os limites coincidentes das unidades territoriais já previamente estabelecidas (tendo em vista a disponibilidade de dados e informações oficiais), especialmente as Zonas de Pesquisa Origem / Destino (O/D) e unidades censitárias;
- as características de estrutura urbana, do sistema viário estrutural e do sistema de transporte coletivo das áreas afetadas, relativamente à projetada Linha 15;

Dessa forma, a delimitação física das áreas de influência irá considerar os seguintes principais aspectos:

- ✓ compatibilização com as áreas de incidência e a natureza dos impactos diretos e indiretos e ao mesmo tempo, suficientemente restrita para permitir avaliar com nitidez os impactos identificados;
- ✓ limites coincidentes com unidades territoriais previamente definidas, tendo em vista a disponibilidade de dados e informações e considerando, principalmente, as zonas de tráfego das pesquisas O/D (origem / destino);
- ✓ as características de estrutura urbana, do sistema viário estrutural e do sistema de transporte coletivo das áreas afetadas;
- ✓ as fases de implantação do empreendimento e, principalmente, o traçado do trecho prioritário da Linha 15 Branca – Trecho Vila Prudente – Dutra e a localização de seus equipamentos e áreas de apoio, incluindo estações, terminais de integração e pátios, conforme detalhado no Projeto Funcional.

Portanto, com base no anteriormente exposto, serão considerados para o desenvolvimento do EIA-RIMA da Linha 15 - **Branca três níveis principais de abrangência**, representando os limites das áreas geográficas a serem direta ou indiretamente afetadas pelos impactos, assim denominadas:

- **AI - Área de Influência Indireta;**
- **AID - Área de Influência Direta; e**
- **ADA - Área Diretamente Afetada.**

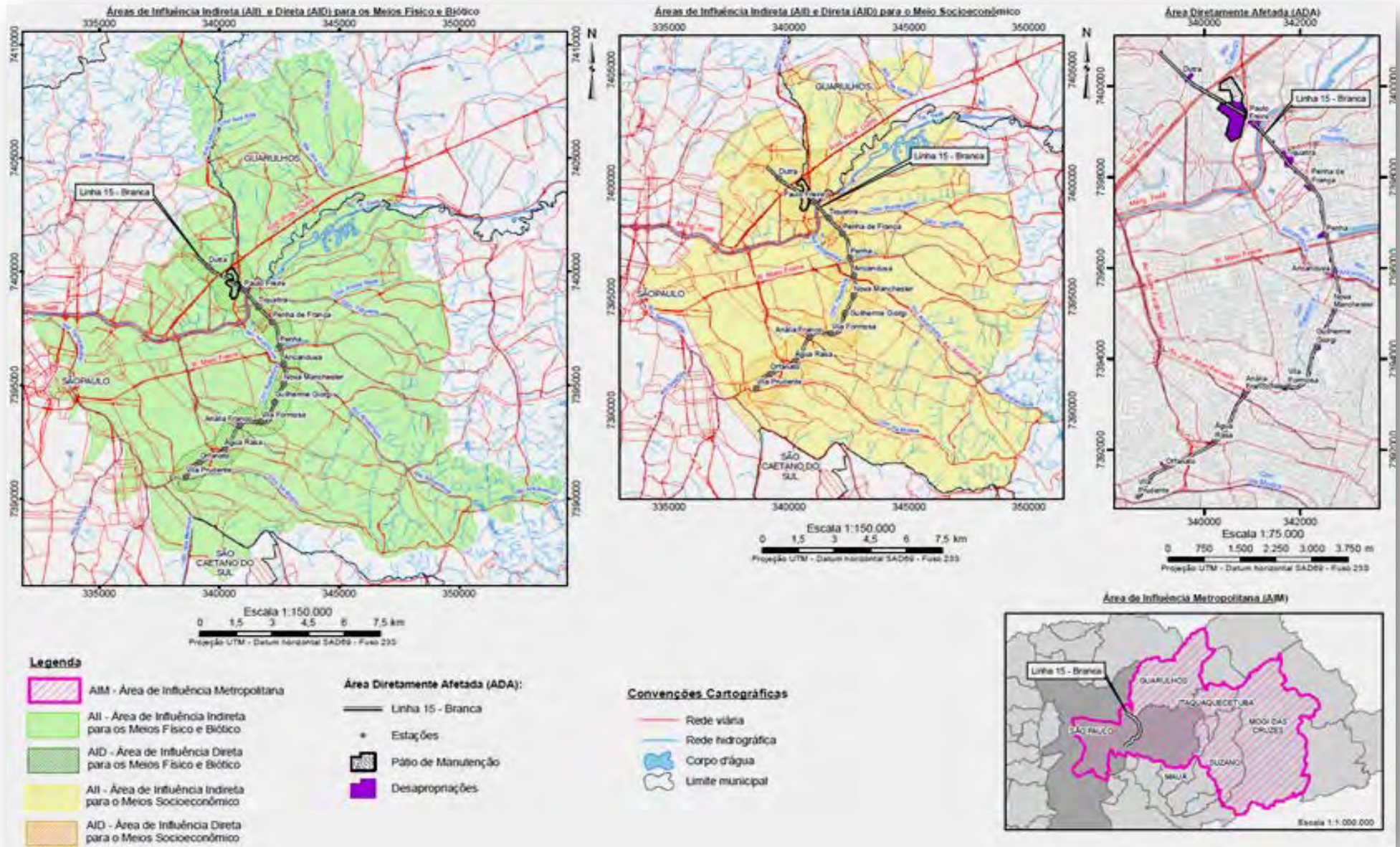
Entretanto, exclusivamente para alguns dos temas correlatos ao meio socioeconômico, será também considerada no presente estudo uma área de influência mais ampla, aqui denominada AIM – Área de Influência Metropolitana, conforme definida detalhadamente no item 8.4.1, adiante do EIA. Tal fato se justifica uma vez que a Linha 15 – Branca se constitui em um verdadeiro “anel” metroviário, que interceptará outras linhas metroferroviárias, assumindo, assim, uma escala metropolitana que engloba as zonas geradoras de demandas.

O mapa “**Delimitação Básica das Áreas de Influência**”, (**AI-BRA-01**), apresentado originalmente no EIA e reproduzido adiante, **mostra a espacialização de cada uma das áreas de influência ora estabelecidas no presente estudo.**

Para o atendimento do anteriormente exposto, fica estabelecido ainda, que os estudos referentes às **Áreas de Influência Indireta**, privilegiarão os dados secundários, séries históricas e outros, extraídos de trabalhos realizados por entidades públicas e privadas. Esses dados serão complementados por informações obtidas em levantamentos de campo específicos.

Por sua vez, na **Área de Influência Direta** e na **Área Diretamente Afetada** os estudos serão realizados basicamente por meio de mapeamentos específicos e análise de fotografias aéreas, levantamentos de dados primários em estudos de campo, complementados por dados secundários.

Por fim, fica destacado que as escalas de apresentação dos mapas serão compatibilizadas com os requerimentos técnicos de cada estudo temático, com as exigências dos órgãos ambientais, e de acordo com a disponibilidade de cartografia preexistente.



## 9.2. OS ESTUDOS DO MEIO FÍSICO

### ★ Formas do Relevo (Aspectos Geomorfológicos)

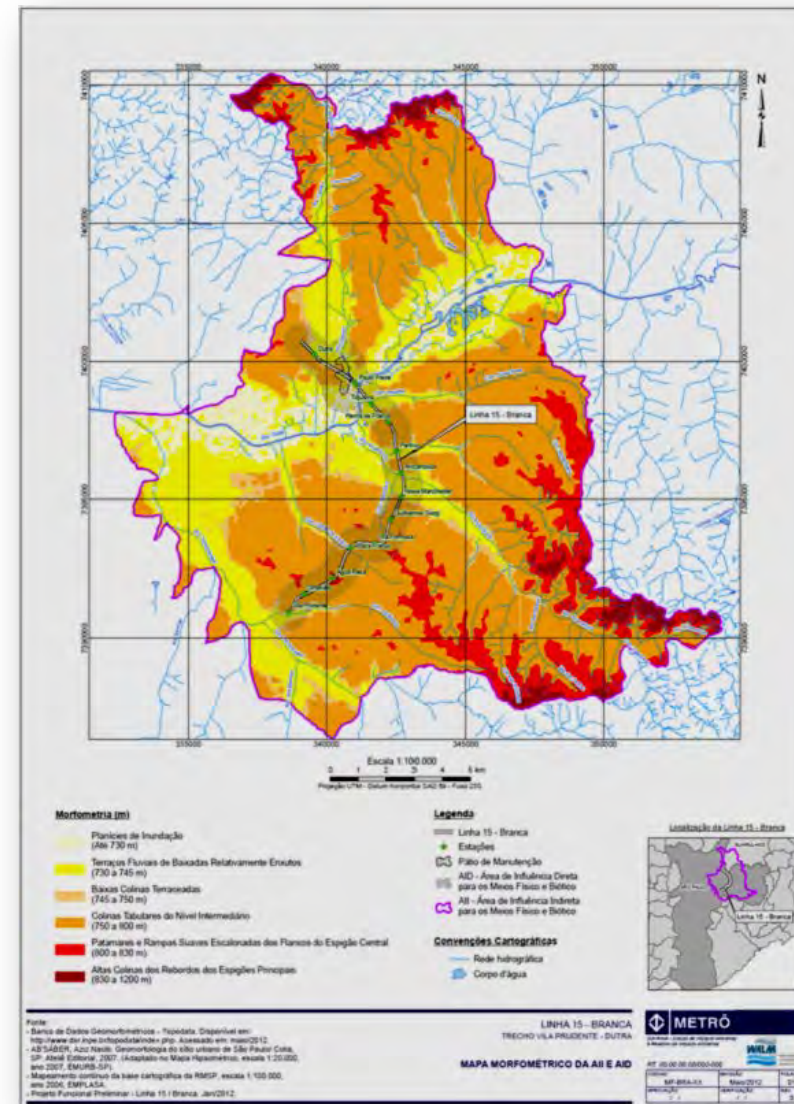
O diagnóstico do tema geomorfologia foi realizado a partir do desenvolvimento de duas escalas distintas de abordagem. A primeira abrange toda a Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID, enquanto que a segunda abrange a Área Diretamente Afetada – ADA, considerada como a área do traçado projetado da Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente – Dutra.

No contexto das *unidades geomorfológicas* a Linha 15 – Branca se inserirá em terrenos das Bacias Sedimentares Cenozóicas/Depressões Tectônicas, relacionados majoritariamente à Depressão Periférica Paulista (Planalto São Paulo) e, ainda, de forma mais pontual, à Planície Fluvial (Pequenas Planícies Fluviais).

Na ADA, especificamente, constatou-se uma área típica de zona urbana e fortemente antropizada, onde as superfícies naturais dos terrenos e suas respectivas formas se mostram, quase sempre, bastante alteradas. Mesmo assim, essa área foi contemplada com base na adaptação dos *conceitos morfométricos* apresentados por Aziz Ab'Saber (2007), conforme consolidados e ilustrados no “*Mapa Morfométrico da AII e AID*” (MF-BRA-02) apresentado originalmente no EIA e “reproduzido” de forma ilustrativa ao lado.

Da análise do referido mapa é possível se concluir que *na área do eixo principal projetado da Linha 15 - Branca e de seu entorno imediato ocorrem, basicamente, cinco feições morfométricas*, conforme descritas a seguir:

- Colinas tubulares de nível intermediário;
- Baixas colinas terraceadas;
- Terraços fluviais de baixadas relativamente enxutas;
- Patamares e Rampas suaves escalonadas dos flancos do espigão Central;
- Planícies de inundação;



## ★ Solos (Aspectos Pedológicos)

O desenvolvimento dos diferentes tipos de solos de uma região é o resultado de um longo processo de interação entre o substrato rochoso, o clima predominante e a cobertura vegetal existentes no local.

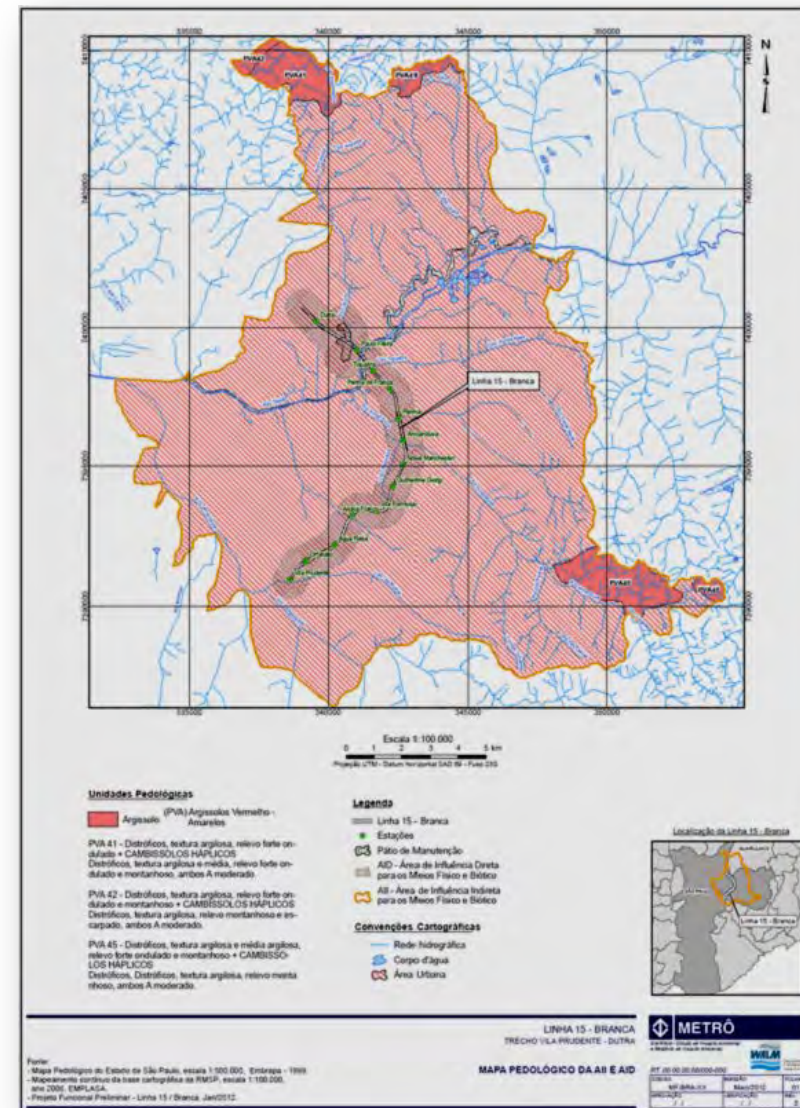
Os terrenos das áreas de influência do empreendimento projetado / Linha 15- Branca estão totalmente inseridos em zona urbana e fortemente antropizada, onde as *superfícies naturais dos terrenos se mostram pavimentadas e/ou remobilizadas, dificultando a identificação / visualização dos horizontes de "solo natural"*.

Sendo assim, optou-se por se tratar os aspectos pedológicos das áreas de influência do projeto com base nos dados bibliográficos, consolidados no *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000* (EMBRAPA, 1999) e no *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (EMBRAPA, 2006).

Para a elaboração do mapa "Mapa Pedológico da AII e AID" (MF-BRA-03), escala 1:100.000, conforme consolidado originalmente no EIA e "reproduzido" de forma ilustrativa ao lado, foi utilizado como fonte de consulta o *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000*, EMBRAPA, 1999.

Neste mapa é possível ser observado que na área correspondente à faixa de implantação da Linha 15 e seu entorno imediato predomina a unidade pedológica *Argissolo Vermelho Amarelo (distróficos)*, unidade de mapeamento PVA.

Ressalta-se, entretanto, que algumas porções do eixo principal da Linha 15 (ADA) estão projetadas muito próximas e/ou paralelamente a determinados cursos d'água (Córrego Tiquatira, Rio Tietê, Rio Aricanduva, Córrego rapadura, Córrego Móoca), em *zonas aluvionares*, onde caracteristicamente predominam "solos transportados", os quais apresentam suscetibilidade à inundações e subsidências.

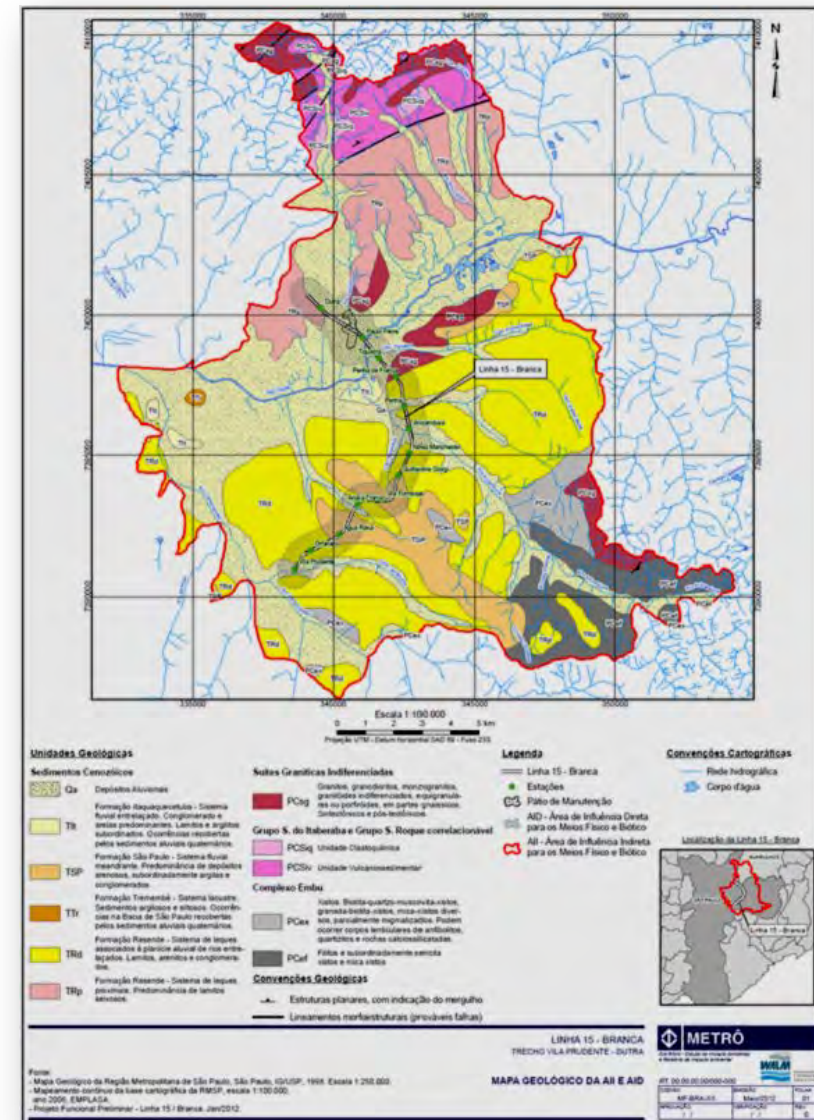


## ★ Aspectos Geológicos e Geotécnicos

A caracterização dos **aspectos geológicos** relacionados às áreas de influência da Linha 15 foi realizada em diferentes escalas de abordagem e utilizando dados secundários, tais como Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSP, escala 1:100.000 da EMPLASA (2006); Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo, Escala 1:250.000 do Instituto Geociências/USP (1998) e Projeto Funcional da linha 15 - Branca - Traçado em planta e perfil.

Da análise dessas informações constatou-se que nos limites das áreas de influência adotadas para a Linha 15 ocorrem as seguintes **litologias básicas**, conforme consolidadas no Quadro abaixo, cuja espacialização territorial pode ser observada através do “Mapa Geológico da AII e AID” (MF-BRA-04), “reproduzido” ao lado.

PERÍODO	SIMBOLOGIA (UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA)	LITOLOGIAS
CENOZÓICO	Qa	Depósitos Aluvionais: Aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços
	Tit	Formação Itaquaquecetuba: Sistema fluvial entrelaçado. Conglomerado e areias predominantes. Lamitos e argilitos subordinados. Ocorrências recobertas pelos sedimentos aluviais quaternários.
	TSP	Formação São Paulo: sistema fluvial meandrante. Predominância de depósitos arenosos, subordinadamente argilas e conglomerados.
	TTr	Formação Tremembé - Sistema lacustre. Sedimentos argilosos e siltosos. Ocorrências na Bacia de São Paulo recobertas pelos sedimentos aluviais quaternários.
	TRd	Formação Resende: Lamitos, arenitos e conglomerados - Sistema de leques associados à planície aluvial de rios entrelaçados
	TRp	Formação Resende: Predominância de Lamitos seixosos - Sistema de leques proximais
PRÉ - CAMBIANO	PCsg	Suites Graníticas Indiferenciadas: Granitos, granodioritos, monzogranitos, granitóides indiferenciados, equigranulares ou porfíroides, em parte gnáissicos - Sintectônicos e pós - tectônicos
	PCSiv	Grupo S. do Itaberaba e Grupo S. Roque correlacionável: Unidade Vulcanossedimentar
	PCSiq	Grupo S. do Itaberaba e Grupo S. Roque correlacionável: Unidade Clastoquímica
	PCef	Complexo Embu: Xistos, Biotita-quartzo-muscovita-xistos, granada-biotita-xistos, mica-xistos diversos, parcialmente migmatizados. Podem ocorrer corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas. Naisses graníticos e biotita - gnaisses, migmatizados. Subordinadamente miloníticos
	PCex	Complexo Embu: Xistos, Biotita - quartzo - muscovita - xistos, mica - xistos diversos, parcialmente migmatizados. Podem ocorrer corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas



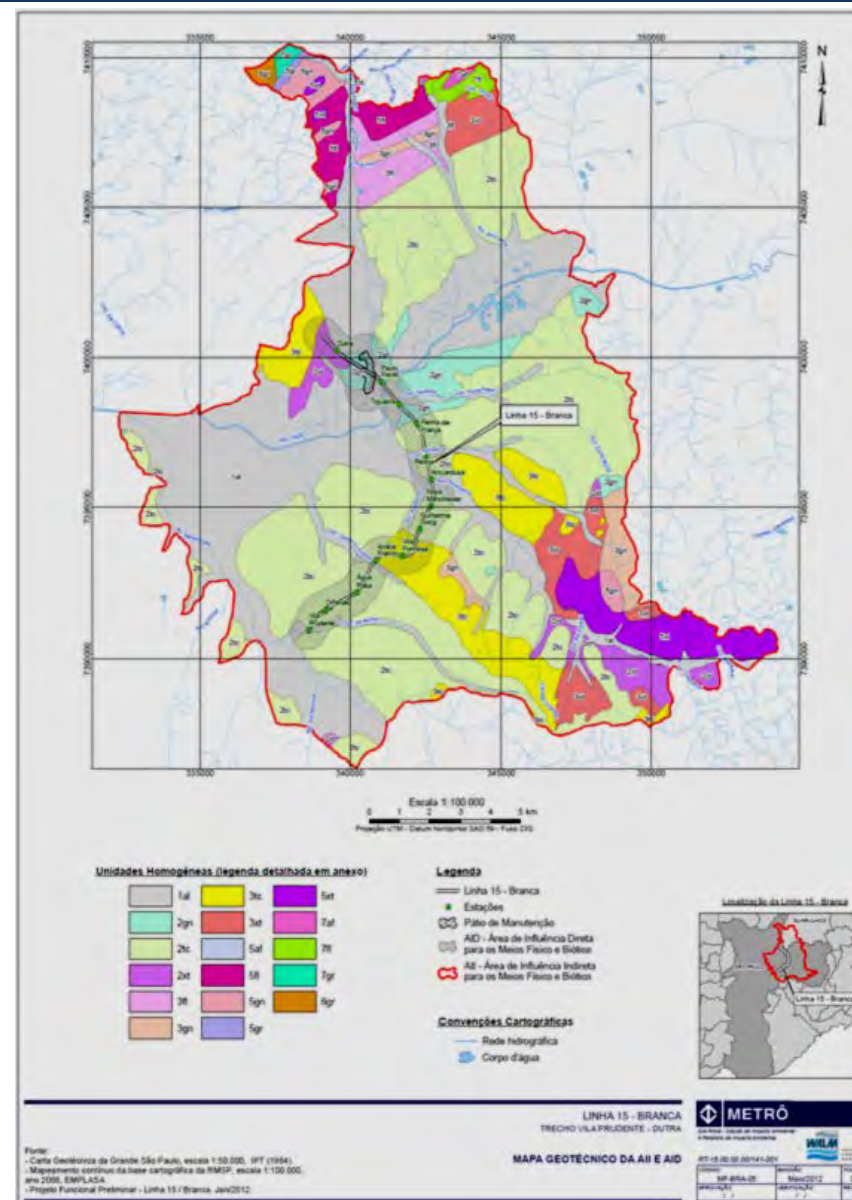
Tomando-se por base os dados geológicos regionais conforme apresentados anteriormente através do “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-ABC-04) e, também, as informações contidas na “*Seção Geológica Referencial*” apresentada no EIA através da Figura 8.2.3.1-2 é possível concluir que na área correspondente à faixa de implantação da Linha 15 e seu entorno imediato (ADA) predominam os sedimentos cenozóicos, além da presença apenas pontual (na porção norte do eixo projetado) de representantes das Suítes Graníticas Indiferenciadas (granitos, granodioritos, monzogranitos, granitóides indiferenciados, equigranulares ou porfiróides, em partes gnaissicos. Sintectônicos e pós-tectônicos).

Nos sedimentos cenozóicos é possível observar duas formações geológicas mais extensas (Resende e São Paulo), uma vez que a topografia modelada sob a formas de colinas propiciam a visualização de afloramentos. De modo geral, a Formação Resende constitui a base destas colinas e a Formação São Paulo o topo e as cristas da morfoescultura. Desta forma, em setores submetidos a processos erosivos, como as vertentes dos vales e os talwegues dos rios mais encaixados, a Formação São Paulo perde espaço aos afloramentos da Formação Resende.

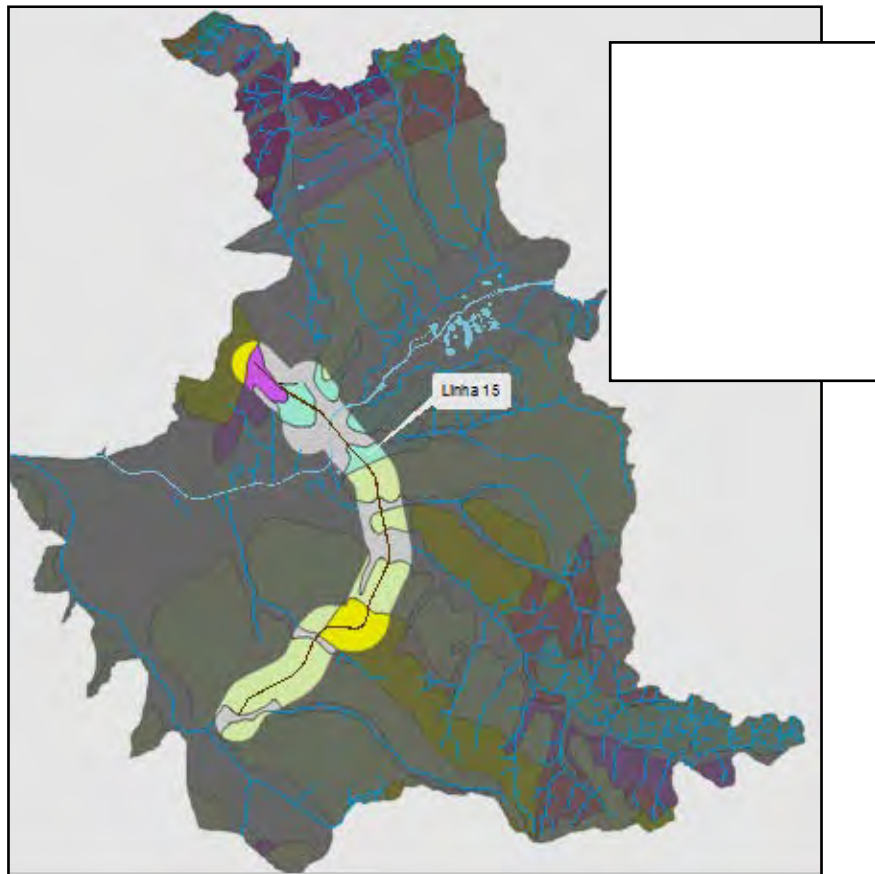
Os projetos e as obras envolvendo o aprofundamento de rios, como o Tietê, Tamanduaté, Aricanduva, Cabuçu e outros, demonstraram que abaixo dos sedimentos terciários, quando estes estão presentes, há rochas e solos de alteração do Embasamento Cristalino, o qual se constitui em um maciço único, embora relacionado à descontinuidades de processos geotectônicos, principalmente falhamentos, resultando na subsidência variável dos blocos rochosos.

Por sua vez, a *caracterização geotécnica* das áreas de influência definidas para a Linha 15 - Branca se deu através da consulta bibliográfica dos seguintes estudos disponíveis: (i) Carta Geotécnica da Grande São Paulo, escala 1:50.000, IPT (1984); (ii) Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo (1998); e (iii) Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2002);

A partir da análise e interpretação dos dados consolidados nos estudos supracitados foi possível realizar uma abordagem geotécnica geral, referente às áreas de influência do empreendimento, caracterizando e espacializando as principais *unidades geotécnicas homogêneas* incidentes, conforme ilustrado na Figura apresentada ao lado.



Com base na caracterização geral apresentada anteriormente consolidou-se a Figura mostrada abaixo, que apresenta as “Unidades Geotécnicas Estabelecidas para a AID e ADA do empreendimento”.



Da figura apresentada é possível aferir que na faixa de implantação / eixo principal da Linha 15 - Branca, qual seja, na área correspondente à ADA e seu entorno imediato, predominam unidades geotécnicas sedimentares, cujas principais características e potenciais problemas relativos aos processos de dinâmica superficial e/ou de instabilidades naturais são detalhadas no adiante.

LITOLOGIA	UNIDADE HOMOGÊNEA	FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS	ASPECTOS GEOTÉCNICOS Solo Superficial (SS), Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	PROBLEMAS ESPERADOS (Dinâmica do Meio Flúvio)	
Aluvião (al)	1 al	Planícies Aluviais Terrenos baixos e planos junto aos rios e córregos. Declividades geralmente inferiores a 5%. As planícies aluviais são bem desenvolvidas e estão sujeitas periodicamente a inundações, enquanto que os terraços fluviais, alçados de poucos metros em relação às várzeas, não são inundáveis.	AL - Horizonte superior pouco desenvolvido, predominantemente argiloso, orgânico, com restos vegetais. Horizonte inferior constituído por materiais de granulometria variada, com predominância de areia nas ocorrências mais expressivas. Espessuras variando desde alguns centímetros até 6m, podendo atingir localmente cerca de 20m. Sedimentos inconsolidados com baixa capacidade de suporte, notadamente em presença de camadas de argila orgânica. Nível freático próximo à superfície ou aflorante. Nota: É comum encontrar sobreposto a esses horizontes deposição de materiais erodidos e resíduos domésticos e industriais.	Assoreamento das várzeas; enchentes periódicas; dificuldade na drenagem e escoamento das águas servidas e pluviais; nível freático próximo à superfície do terreno; estabilidade precária das paredes de escavação; solapamento das margens dos cursos d'água; recalque das fundações.	
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos - Terciário (tc)	2 tc	Relevo de Colinas Amplitudes predominantes em torno de 40 m, podendo atingir até 70 m. Declividades predominantes entre 10 e 20 % e raramente maior que 35%, geralmente no terço inferior das encostas e nas cabeceiras de drenagem. Encostas com perfis convexos e retíneos com superfícies levemente suculadas.	SS - Argilo-arenoso, espessura de até 3m, baixa erodibilidade, frequentemente com lóula de secca na base. TC - Camadas intercaladas de argilas, siltes, areias finas argilosas e, subordinadamente, areias grossas e cascalhos. Localmente ocorrem níveis limoníticos. A espessura do pacote sedimentar é muito variável, atingindo até centenas de metros próximos às várzeas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí. SS - Xisto micáceo (micaxisto) - Argiloso, espessura de 2 a 3 m, baixa erodibilidade. SA - Xisto micáceo (micaxisto) - Silteso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, média e alta erodibilidade. SS - Xisto quartzo - Argilo-arenoso, espessura de 2 a 3 m, baixa erodibilidade.		
Xistos (xt)	2 xt	Topos amplos e arredondados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de média a baixa densidade (até 30 cursos d'água por km² numa área de 10 km²).	SA - Xisto quartzo - Silto-arenoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, alta erodibilidade. A unidade 2 ft é muito resistida, com solos de características semelhantes às da unidade 3 ft. SS - Argilo-arenoso, espessura de até 2m, baixa erodibilidade. SA - Arenoso-silteso, pouco micáceo com grânulos de quartzo, espessura da ordem de poucas dezenas de metros, média e alta erodibilidade.	Fenômenos erosivos naturais de pouca intensidade, manifestando-se principalmente na forma de erosão laminar. Os problemas de erosão (em sulcos e laminar) se limitam basicamente às áreas em que o solo de alteração é exposto (corte ou aterro), sem que se adote medidas de proteção superficial. Os problemas específicos de cada litologia são semelhantes, em gênero, aqueles descritos abaixo, para as unidades 3, porém em menos grau.	
Gnaissas (gn)	2 gn	Relevo de Morrotes Amplitudes em torno de 60 m podendo atingir até 90 m. Declividades predominantes entre 20 e 35% nas porções inferiores das encostas, e entre 10 e 20% nas porções superiores e topos. Subordinadamente maior que 35% no terço inferior de algumas encostas e em anfiteatros. Encostas com perfis retíneos a convexos e superfícies desde levemente suculadas a ravinhadas (linhas de drenagem naturais), com alguns anfiteatros. Topos relativamente amplos e alongados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água por km² numa área de 10 km²).	Foliação e bandamento preservados no SA de Gnaissas. Ocorrências de matações inersos no SA e em superfície, em grande quantidade nos domínios das rochas graníticas. Solos e sedimentos de características semelhantes aos da unidade 2 tc.	Instabilização em taludes de corte associados à desagregação superficial (empastamento) nos níveis argilosos; Instabilização localizada (queda de blocos) provocada por erosão retrogressiva (sping) nas camadas mais arenosas, quando taludes de corte interceptam lençóis suspensos. Ruptura de taludes de corte íngremes, quando saturados.	Fenômenos naturais da dinâmica superficial manifestam-se principalmente através da erosão laminar e ocasionalmente ravinhamentos. Nas áreas parceladas e ainda não consolidadas, os problemas de erosão são acentuados, observando-se também, em trechos localizados,

★ **Recursos Hídricos** (Superficiais e Subterrâneos)

Para a avaliação dos **recursos hídricos superficiais** incidentes ao longo do traçado projetado para Linha 15 - Branca, no seu trecho Vila Prudente - Dutra adotou-se como unidade de análise regional a bacia hidrográfica do Alto Tietê (corresponde à área drenada pelo Rio Tietê desde suas nascentes em Salesópolis até a Barragem de Rasgão), com ênfase nos rios e córregos diretamente impactados pelo empreendimento e situados na sub-bacias Alto Tietê, Aricanduva, Tamanduateí e tributários.

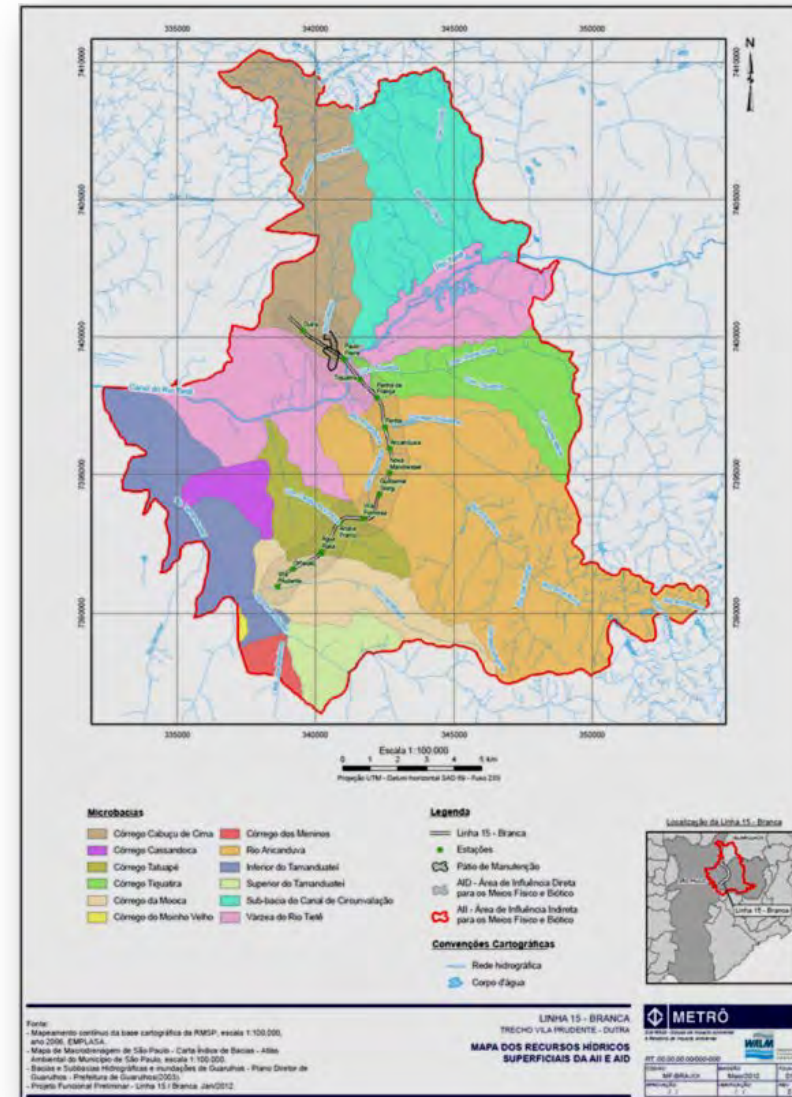
Neste cenário, então, as principais “**sub-bacias**” presentes nas áreas de intervenção da Linha 15 são as do **Rio Tietê (trecho), Aricanduva, Tamanduateí, Córrego do Embira (afluente secundário do Tietê) e Cabuçu de Cima, além de suas respectivas “micro bacias”**. O “**Mapa dos Recursos Hídricos Superficiais da AII e AID**” (**MF-BRA-07**), apresentado no EIA e “reproduzido” ao lado, ilustra o anteriormente exposto.

Os estudos empreendidos também demonstraram que as porções de terreno onde se projeta a implantação Linha 15 estão totalmente inseridas em zonas fortemente urbanizadas, o que, de forma geral, provocam **alterações nas características naturais dos cursos d’água**, como por exemplo, retificações e/ou canalizações dos mesmos, além de os tornarem receptores dos mais diversos tipos de detritos / resíduos urbanos, que, visivelmente, **alteram a qualidade das águas** e provocam o assoreamento dos mesmos. Corroborando com o anteriormente exposto, o Quadro apresentado a seguir consolida os valores de **IQA – Índice de Qualidade da Água** para os pontos monitorados pela CETESB nas áreas de interferência da Linha 15.

Ponto	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
TIET 04170	Rio Tietê	30				17		13				18		19
TIET 04180	Rio Tietê	24				16		14		14		19		17
DUVA 04900	Rio Aricanduva	25			19			18				17		19
NINO 04900	Ribeirão dos Meninos	31						14				16		20
CABU 0 4700	Rio Cabuçu	29				20		12				15		19
TAMT 04900	Rio Tamanduateí	22				13		13				15		16

**Legenda** ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

Fonte: Relatório da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo, 2011





Especificamente nos limites da ADA – Área Diretamente Afetada, com base em um trabalho de campo desenvolvido ao longo do traçado projetado da Linha 15, apoiado por uma base cartográfica específica, foi possível a identificação dos cursos d’água que, de alguma maneira, poderão ser interferidos “pontualmente” (transposição) pela implantação do empreendimento. As “transposições”, na verdade, ocorrerão em sua maioria para a construção de acessos às estações projetadas.

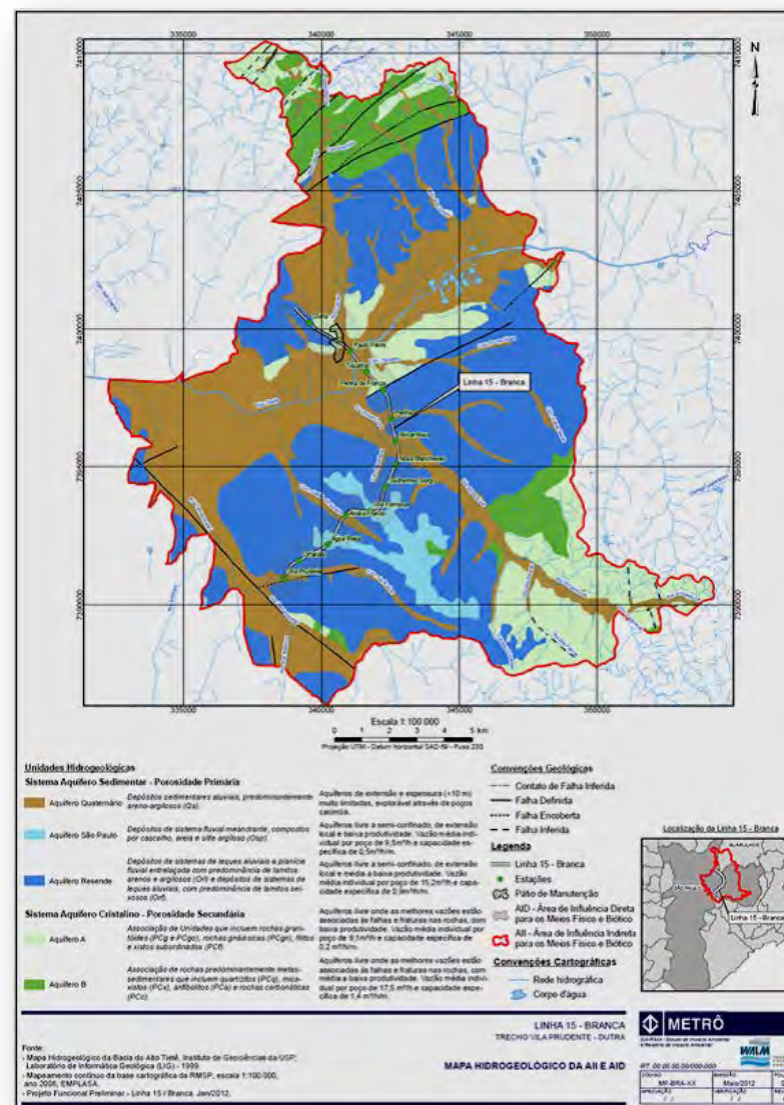
Desse trabalho resultou a identificação de 10 interferências pontuais, conforme identificadas no Quadro abaixo.

Identificação	Corpo d’água	Coordenadas Geográficas*	
		Longitude	Latitude
01	Córrego da Móoca	338598	7390906
02	Córrego Capão do Embira	340816	7393190
03	Córrego Rapadura	342186	7393805
04	Rio Aricanduva	342724	7395864
05	Córrego Gamelinha	342547	7396691
06	Córrego Gamelinha	342530	7396780
07	Afluente do Rio Tietê	341571	7398536
08	Córrego Tiquatira	341531	7398585
09	Rio Tietê	341170	7399034
10	Afluente do Rio Cabucu	340655	7399502

Relativamente ao diagnóstico dos **recursos hídricos “subterrâneos”**, incidentes nas áreas de influência da Linha 15 - Branca, adotou-se 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.

Desse modo, então, nos limites da AII e também da AID observa-se, basicamente, **dois Sistemas Aquíferos (Cristalino e Sedimentar)**, além das coberturas aluviais mais recentes, de idade quaternária, que se desenvolveram ao longo dos principais rios que drenam a região, cuja espacialização é mostrada no “*Mapa Hidrogeológico da AII e AID*” (MF-BRA-09), “reproduzido” ao lado.



Da Figura apresentada anteriormente depreende-se que:

- 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 metros, sendo que no âmbito da AII, , predominam, em menores porções no norte (início da formação Cantareira) e sudeste (início da formação Serra do Mar);
- de forma geral o **Sistema Aquífero Sedimentar** abrange, a 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. Este sistema aquífero é livre a semiconfinado, de porosidade primária e bastante heterogêneo.;
- especificamente, na Área Diretamente Afetada - ADA (*eixo principal projetado da Linha 15 e seu entorno imediato*) ocorrem, basicamente, quatro unidades hidrogeológicas, cujas principais características estão consolidadas no Quadro a seguir apresentado.

	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
	Aquífero São Paulo	Depósitos de sistema fluvial meandrante, compostos por cascalho, areia e silte argiloso (Qsp).	
<b>Sistema Aquífero Cristalino</b> (Porosidade Secundária)	Aquífero "A"	Associação de Unidades que incluem rochas granitoides (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

Fonte: Banco de Dados Espaciais da bacia do Alto Tietê - 1 999 (adaptado)

## ▪ **Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos**

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, abaixo, ilustra o conceito supracitado, de acordo com Foster e Hirata (1988).



Assim, levando-se em consideração: (i) os conceitos já mencionados e ilustrados na Figura ao lado; (ii) as características hidrogeológicas dos aquíferos descritos para as áreas de influência do empreendimento; e, ainda, (iii) os principais métodos construtivos que irão consolidar a Linha 15 - Branca (método VCA cut and cover – escavações - e NATM – explosivos -), pode-se concluir que a **“potencial vulnerabilidade natural” à contaminação / poluição dos recursos hídricos subterrâneos da ADA é tida como moderada-alta** devido aos seguintes fatores:

- Profundidade média da ordem de 10 m do Aquífero Quaternário, presente em especial nos trechos onde a Linha 15 se consolidará transversalmente ao Rio Tietê e afluentes (Aricanduva, Tamanduateí, Cabuçu de Cima); 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, São Paulo e ao Resende, em maior extensão nas áreas influência da Linha 15, 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 conseqüentemente aumento da capacidade de mobilidade e persistência do contaminante.
- Nos domínios de ocorrência dos sedimentos da Bacia de São Paulo a grande heterogeneidade e anisotropia do subsolo (corpos arenosos intercalados e/ou interdigitados em pacotes, não menos importantes, de siltitos e argilas) fazem com que os graus de vulnerabilidade sejam muito variados. No entanto esses aspectos são atenuados nos setores mais deprimidos do relevo (planície de inundação dos principais rios, por exemplo), na medida em que estes constituem zonas de descargas dos fluxos subterrâneos regionais.

## ★ *Clima e Condições Meteorológicas*

O presente tema foi consolidado com base na análise dos dados secundários oficiais disponíveis no âmbito da RMS - Região Metropolitana de São Paulo.

Desse modo, na All definida para o projeto se observa a ocorrência de apenas **um tipo climático** identificado por **Köppen**, onde é observada a unidade **Cwa** (C: climas mesotérmicos, w: chuvas de verão e a: verões quentes).

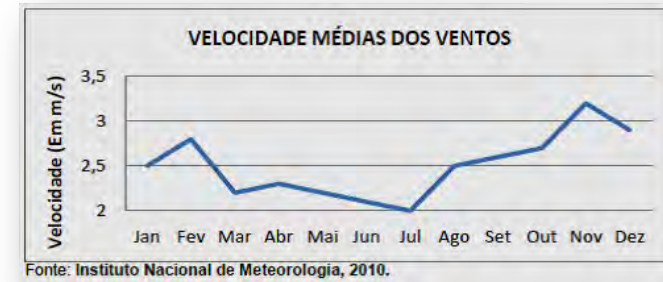
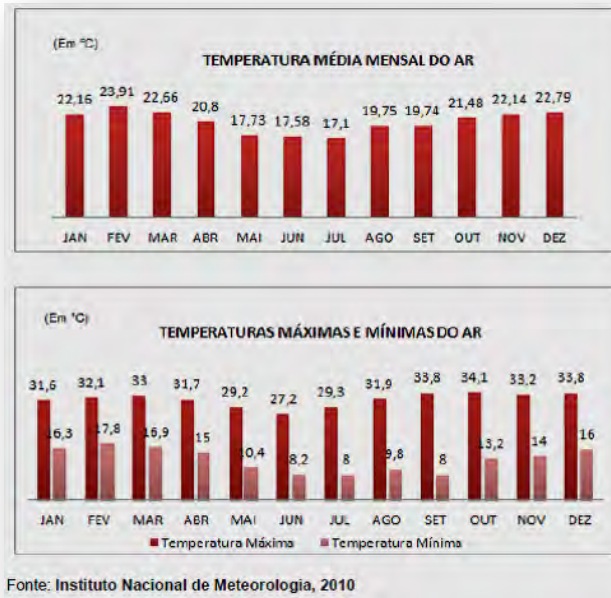
Uma das principais características climáticas da unidade Cwa é a alternância das estações, uma quente e chuvosa de outubro a março (primavera-verão), e outra fria e relativamente mais seca, de abril a setembro (outono-inverno), paralelo a variações bruscas do ritmo e da sucessão dos tipos meteorológicos, quando é possível observar situações de intenso aquecimento, bem como de intenso resfriamento, em segmentos temporais de curta duração (dias a semanas).

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**.

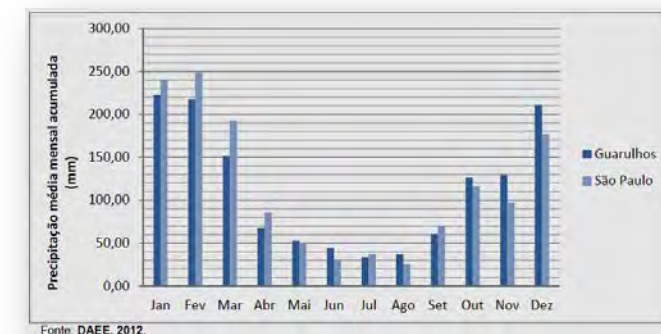
No **inverno** a **média das temperaturas mínimas varia de 8°C a 10°C**, com mínimas absolutas variando de 4°C a 8°C, sendo que as temperaturas mais baixas são registradas em áreas mais elevadas.

A Figura mostrada adiante, exhibe, 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 de medição (Mirante de Santana) referente à Região Metropolitana de São Paulo.



A caracterização do *regime pluviométrico* das áreas de influência da Linha 15 - Branca foi realizada com base nos registros das chuvas médias mensais acumuladas, oriundos do Posto Hidrometeorológico de Guarulhos (E3-001) 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., sendo que a Figura apresentada a seguir, sob a forma de gráfico, resume as características pluviométricas consideradas para as áreas de interesse da Linha 15.



Relativamente ao *regime 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 apresentada a seguir, consolida os dados relativos às velocidades médias mensais registradas pela estação metrológica de Mirante de Santana, na RMSP.

Com base na interpretação dos dados consolidados na Figura acima fica evidenciado 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*.

## ★ Qualidade do Ar

A Resolução CONAMA 003/90 estabeleceu os *padrões de qualidade do ar* para todo o território nacional, estabelecendo dois tipos de padrões: (a) *Primários*: são aqueles que, quando ultrapassados, poderão afetar a saúde da população; (b) *Secundários*: são aqueles abaixo dos 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.

Na verdade, a qualidade do ar é determinada pela interação entre as fontes de poluição e a atmosfera e pelas condições meteorológicas locais, que determinam uma maior ou menor dispersão dos poluentes presentes; ou seja, é determinada através de medidas de concentração de poluentes, escolhidos como indicadores da qualidade do ar, considerando-se aqueles poluentes que ocorrem em maior frequência e que causam maiores danos ao meio ambiente. Esses poluentes podem ocorrer sob as seguintes formas: *material particulado e gases (CO, SO<sub>2</sub>, Nox, O<sub>3</sub>)*

Nesse contexto, então, e considerando-se que a área de inserção da Linha 15 – Branca (All) contempla faixas territoriais do município de São Paulo e Guarulhos, além de uma porção menor do território municipal de São Caetano do Sul, 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” e “rede manual” conforme dados consolidados no Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo (2011).

Entretanto, mereceu especial atenção os dados consolidados pelas estações de monitoramento Parque D. Pedro II (Automática), Móoca (Automática), Tatuapé (Manual) e São Caetano do Sul (Automática e Manual), uma vez que elas são as que se localizam próximas ao empreendimento projetado (face leste da Região Metropolitana de São Paulo).

Decorrente do diagnóstico da qualidade do ar elaborado para as áreas de influência do empreendimento, conclui-se que na maior parte dos limites das áreas de influência da Linha 15 - Branca a *qualidade do ar* pode ser classificada como de *regular a boa*, com raros episódios de inadequada.

Entretanto, tomando-se por base o Decreto Estadual Nº 52469/07 (*que definiu uma política de gerenciamento da qualidade do ar que aplica conceitos de saturação de poluentes atmosféricos numa determinada região*), exceção deverá ser feita aos parâmetros “material particulado” (também relacionado ao fluxo de veículos) 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.

CLASSIFICAÇÃO DE SATURAÇÃO E GRADUAÇÃO DE SEVERIDADE SÃO PAULO E ABC		
MUNICÍPIO		
SÃO PAULO	GUARULHOS	SÃO CAETANO DO SUL
✓ Saturação moderada por MP;	✓ Vias de saturação por MP;	✓ Saturação severa por O <sub>3</sub> ;
✓ Em vias de saturação por NO <sub>2</sub> ;	✓ Saturação severa por O <sub>3</sub> ;	
✓ Saturação severa por O <sub>3</sub>		

## ★ Níveis de Ruídos e de Vibrações induzidas no Solo

No presente estudo foram adotados, como referência, os *níveis de ruído* conforme estabelecidos através da *Resolução CONAMA nº 1/90*, que determina que sejam atendidos os critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, através de sua norma técnica *NBR 10.151 (revisão de 2000)* – “*Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade*” – para ruídos emitidos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas. Os níveis máximos de ruído externo que esta norma técnica NBR 10.151 considera recomendável para conforto acústico são apresentados no Quadro a seguir.

Uso e Ocupação do Solo	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Obs.: Caso o nível de ruído preexistente no local seja superior aos relacionados nesta tabela, então este será o limite.

Cumpra-se, portanto, que esses padrões legais referem-se ao “ruído ambiental”; ou seja, aquele que ocorre fora dos limites de um determinado empreendimento. Portanto, os estudos foram realizados de forma a apontar os níveis de ruído em pontos receptores localizados próximos ao eixo principal projetado da Linha 15 - Branca e de suas principais estruturas de apoio operacional.

Destaca-se, também, que os procedimentos adotados nos trabalhos de campo, visando à avaliação dos níveis de ruídos, atenderam a **DECISÃO DE DIRETORIA Nº 100/2009/P**, de 19 de maio de 2009, que dispõe sobre a aprovação do Procedimento para Avaliação de Níveis de Ruído em Sistemas Lineares de Transporte e, da mesma forma, a **Decisão de Diretoria da CETESB - DD 389/2010/P**, que especifica os padrões para as fontes móveis de poluição sonora oriunda de veículos automotores em rodovias.

Os níveis máximos de ruído externo, a serem avaliados conforme a norma CETESB – DD 100/2009, de acordo com a DD 389/2010, são apresentados no Quadro a seguir.

TIPO DE OCUPAÇÃO	VIAS DE TRÁFEGO NOVAS		VIAS DE TRÁFEGO EXISTENTE (com e sem alteração)	
	dB (A)			
	DIURNO	NOTURNO	DIURNO	NOTURNO
I • Hospitais; • Casas de Saúde; • Asilos; • Unidades Básicas de Atendimento a Saúde; e • Creches	55	50	60	55
II • Residências; • Comércio; e • Serviços Locais	60	55	65	60
III • Instituições de Ensino; • Escolas; • Faculdades; • Centros Universitários; • Universidades; • Atividades Equivalentes; e • Cultos Religiosos.	63	58	68	63

Entende-se, entretanto, que estas normas não são pertinentes ao caso em análise, pois embora a Linha 15 seja uma via férrea, a mesma será consolidada totalmente por túneis (subterrânea), não havendo emissão sonora para os receptores, na superfície. Sendo assim, os impactos de ruídos previstos, a serem analisados, referem-se ao ruído decorrente das obras e do pátio de manutenção e manobras os quais devem ser tratados como fontes fixas, similares a atividades industriais e, portanto, **aplicável a NBR 10151**.

Relativamente aos **níveis de vibração**, menciona-se que no Brasil não são encontradas legislações específicas. Entretanto, existem diversos estudos internacionais que visam determinar o grau de incômodo de vibrações sobre o ser humano e em construções. Dentre estes, adotou-se no presente EIA-RIMA o critério de avaliação das possíveis interferências a serem causadas no meio ambiente pelos eventos de vibração, conforme apresentados no Quadro a seguir.

Velocidade de Partícula - pico -(mm/s)	Reação Humana	Efeitos sobre as Construções / Edificações
0 - 0,15	Imperceptível pela população. Não incomoda	Não causam danos de nenhum tipo
0,15 a 0,30	Limiar de percepção. Possibilidade de incômodo	Não causam danos de nenhum tipo
2,0	Vibração perceptível	Vibrações máximas recomendadas para ruínas e monumentos antigos
2,5	Vibrações contínuas. Produzem incômodos na população	Virtualmente, não há risco de dano arquitetural às construções normais
5	Vibrações incomodativas.	Limiar, no qual existe risco de dano às construções
10 – 15	Vibrações desagradáveis.	Causam danos arquiteturais às residências

Fonte: Whiffin A. C. and D.R. Leonard – 1971

Com base nestes e outros critérios, a CETESB instituiu a sua norma específica, conforme **DECISÃO DE DIRETORIA nº 215/2007/E**, que determina os seguintes padrões de vibrações, aplicáveis no Estado de São Paulo.

Limites de Velocidade de Vibração do Solo – Pico (mm/s)		
Tipos de Áreas	Diurno (7:00 às 20:00 hs)	Noturno (20:00 às 7:00 hs)
Áreas de hospitais, casas de saúde, creches e escolas	0,3	0,3
Área predominantemente residencial	0,3	0,3
Área mista, com vocação comercial e administrativa	0,4	0,3
Área predominantemente industrial	0,5	0,5

Portanto, com base no que determina a legislação vigente, conforme exposto anteriormente, foram realizadas *avaliações de ruído e vibrações ao longo do traçado* projetado da Linha 15 - Branca, em diferentes pontos ao longo do seu eixo referencial através de *duas etapas distintas*:

- (i) uma *1ª campanha* de medições de campo, executada em dezembro de 2009, contemplando o trecho situado entre as Estações Orfanato e Aricanduva, incluindo o Poço Raimundo Correa, conforme projeto da Linha 15 – Branca àquela época;
- (ii) uma *2ª campanha* de medições de campo, executada em julho de 2012, contemplando o “trecho complementar” da Linha 15 – Branca, situado entre as Estações Paulo Freire e Dutra, incluindo os Poços Basuca e Júlio Colaço.

A primeira campanha foi executada pela empresa 01dB Brasil e a segunda campanha pela empresa EM - Engenharia e Meio Ambiente.

Em cada ponto de medição selecionado foram feitas *medições de nível sonoro*, com um período de amostragem mínimo de 10 minutos, desde que o valor do  $L_{eq}$  estivesse estabilizado, conforme as determinações da norma CETESB - DD-100/2009.



Por sua vez, a *avaliação de vibrações* foi feita em amostragens de no mínimo 5 minutos em cada ponto, tendo sido anotados, entre outros parâmetros, a aceleração RMS (0,8 Hz a 20 kHz), velocidade RMS (0,8 Hz a 20 kHz), pico máximo de velocidade (3,15 Hz a 20 kHz).

