

**ALANA DE PAULA SOUZA GUSELA  
ALEXANDRE KOIN KROUNSE DENTES  
LUCAS FREITAS DE SOUZA  
PALOMA CRUZ GENTIL FIALHO  
RODRIGO GATTÁS VOLPE**

**ESTUDO DE PRÉ-VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE  
TRANSPORTE DO TIPO VLT QUE INTERLIGARÁ SÃO BERNARDO  
DO CAMPO À REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DA CIDADE DE  
SÃO PAULO**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo, no  
âmbito do Curso de Engenharia Civil

São Paulo  
2009

**ALANA DE PAULA SOUZA GUSELA  
ALEXANDRE KOIN KROUNSE DENTES  
LUCAS FREITAS DE SOUZA  
PALOMA CRUZ GENTIL FIALHO  
RODRIGO GATTÁS VOLPE**

**ESTUDO DE PRÉ-VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE  
TRANSPORTE DO TIPO VLT QUE INTERLIGARÁ SÃO BERNARDO  
DO CAMPO À REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DA CIDADE DE  
SÃO PAULO**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo, no  
âmbito do Curso de Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Ettore Bottura

São Paulo  
2009

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos aos nossos familiares, que nos deram condições e total apoio para chegar até essa etapa de nossas vidas e aos nossos colegas de estudo, que nos acompanham durante todos esses anos e tornaram possível a realização deste trabalho.

À equipe da VETEC Engenharia, em especial o engenheiro José Roberto Baptista e a arquiteta Marcela da Silva Costa, pelo apoio e dedicação que tiveram em nossa empreitada.

Ao arquiteto Volker Link, pelo grande auxílio nos estudos de impactos ambientais.

Aos professores e funcionários da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo por todo conhecimento transmitido durante esses anos, possibilitando que nos tornemos pessoas e, principalmente, profissionais melhores no futuro.

E, principalmente, ao Prof. Dr. Ettore José Bottura – Professor Doutor em Infra-Estrutura de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela paciência, entusiasmo e confiança que depositou nesse trabalho.

## RESUMO

Este trabalho relata o resultado de um estudo de pré-viabilidade na implantação de um sistema de transporte público do tipo VLT (veículo leve sobre trilhos) na cidade de São Bernardo do Campo. O sistema interligará o centro de São Bernardo do Campo, mais precisamente o terminal de ônibus e trólebus localizado na Praça Samuel Sabbatini, à futura estação Tamanduateí de metrô, linha verde, em São Paulo.

Para começo de análise estudou-se os aspectos socioeconômicos do município de São Bernardo do Campo e os possíveis traçados para o sistema. Foram utilizados dados da Pesquisa Origem-Destino 2007, obtidas do site do Metrô do Estado de São Paulo, a fim de estimar a demanda a ser absorvida pelo novo meio de transporte. Uma vez definida a demanda pôde-se dimensionar todo o material rodante necessário na implantação, assim como os terminais, pátios e estações.

Foram expostas as questões ambientais que envolvem a construção de um sistema tão complexo como o de um veículo sobre trilhos. Foi realizado um estudo de impactos ambientais simplificado e possíveis medidas mitigadoras foram propostas.

Além disso, foi feito um estudo de viabilidade econômica, analisando-se os custos totais envolvidos e a receita anual prevista do sistema e, a partir deles, foi definido o período de retorno do investimento.

O resultado final pode contribuir para orientar futuras ações dos órgãos responsáveis na melhoria do sistema de transporte da região.

Palavras chave: transporte, VLT, São Bernardo do Campo.

## **ABSTRACT**

This paper reports the result of a pre-viability study on implementing a system of public transportation type VLT (light rail vehicle) in Sao Bernardo do Campo. The system will link the center of Sao Bernardo do Campo with the future metro station Tamanduateí in Sao Paulo.

This present paper started with the study of the socioeconomic aspects of the city of São Bernardo do Campo and the possible paths for the system. We used data from the origin-destination study 2007, obtained from the Metro of São Paulo State's website, to measure the demand that will be absorbed by the future light rail vehicle. After determining the demand all the rolling stock required can be scaled as well as terminals, yards and stations.

The environmental issues involving the construction of a system as complex as a vehicle on rails were exposed. A simplified environmental impact study has been done and possible mitigation measures have been proposed.

An economic viability study was proposed by analyzing the total costs involved and the expected annual revenue of the system and from that is defined the payback of the investment. The result may help to guide future actions of the responsible agencies for improving the transport system in the region.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Justificativa.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Diagnóstico do meio socioeconômico .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Alternativas de Traçado .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Avaliação das Alternativas de Traçado .....</b>	<b>26</b>
<b>7. Integração com outros Sistemas de Transporte .....</b>	<b>32</b>
<b>8. Estudo de Demanda, Carregamentos, Projeção, Tarifas e Receitas .....</b>	<b>35</b>
8.1 Estudo de Demanda.....	35
8.2 Estimativa do Carregamento ao Longo da Linha do VLT e Definição da Frota 44	
8.3 Definição dos Parâmetros de Funcionamento do Sistema .....	48
8.4 Projeção da Demanda no Horizonte de Projeto .....	50
8.5 Determinação das Tarifas Aplicadas ao Sistema.....	51
8.6 Estimativa da Receita Operacional do Sistema .....	54
<b>9. Infra-estrutura, material rodante e pátios/oficinas .....</b>	<b>55</b>
9.1 Via Permanente .....	55
9.2 Material Rodante.....	56
9.3 Fonte de Alimentação .....	57
9.4 Estações .....	58
9.5 Garagens e oficinas .....	58
9.6 Características da Implantação do VLT – Nível ou Elevado .....	59
9.7 Definição das Estações e Terminais .....	62
9.8 Descrição do Pátio Principal .....	111
<b>10. Estudo de Impacto Ambiental simplificado do VLT .....</b>	<b>115</b>
10.1 Alternativas tecnológicas .....	115
10.2 Definição da área de influência .....	119
10.3 Diagnóstico ambiental .....	119
10.4 Identificação e avaliação dos impactos ambientais.....	130
10.5 Plano de Gestão Ambiental .....	140
10.6 Plano de Monitoramento .....	143
10.7 Conclusões do Estudo de Impacto Ambiental Simplificado .....	143

<b>11.</b>	<b>Estudo de viabilidade econômica do projeto .....</b>	<b>144</b>
11.1	Avaliação dos custos de investimento .....	144
11.2	Avaliação dos custos de operação e manutenção .....	146
11.3	Estudo de Viabilidade Financeira .....	147
<b>12.</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>150</b>
<b>13.</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>151</b>

## 1. Introdução

### A Urbanização e o Transporte

A facilidade de deslocamento das pessoas é um fator muito importante na caracterização da qualidade de vida de uma sociedade e, por consequência, de seu grau de desenvolvimento econômico e social.

Considerando que atualmente mais de 70% da população mundial vive nas cidades é possível avaliar o quão importante é o adequado equacionamento da questão do transporte urbano no mundo.

A estrutura urbana de grande parte das metrópoles está sendo modelada para o automóvel em detrimento do transporte público. Tenta-se solucionar o problema de congestionamento através do aumento da capacidade do tráfego viário.

“Ferreira da Luz (2006) afirma que o excesso de veículos nas cidades é, ao mesmo tempo, causa e efeito, influência na forma de organização urbana e resultado dessa forma de ocupar o território”.

As teorias apontam para uma associação entre o urbanismo e o planejamento dos transportes. A cidade equilibrada, na visão de urbanistas e planejadores, tem algumas características que raramente vemos reproduzidas em nosso cotidiano (BAYLISS, 2000, p.05):

- A maioria dos cidadãos pode satisfazer adequadamente a maioria de suas necessidades de deslocamentos a pé, de bicicleta, ou com transporte público;
- Os serviços de transportes públicos devem ser suficientes para atender a todos e devem ser acessíveis e disponíveis, e
- O transporte público deve facilitar de maneira adequada os deslocamentos de longo percurso entre os centros urbanos.

Devido às crescentes distâncias a serem percorridas no espaço intra-urbano o transporte público é o elo entre vários componentes do sistema urbano, especialmente após o século XIX, quando o tráfego de veículos nas cidades passou a representar um problema sério (DYCKMAN, 1965).

O transporte público é um fator determinante no desenvolvimento dos centros urbanos, já que é a partir dele que os trabalhadores poderão locomover-se para chegar ao trabalho a tempo. O aumento de sua produtividade gera, portanto,



benefícios significativos a economia regional, e cujas melhorias na eficácia, eficiência e efetividade projetam-se ampliadamente por toda a sociedade.

### **A história do Transporte Público Urbano no Brasil**

Os primeiros tipos de veículos de transporte de massa no Brasil foram os bondes, que surgiram no século 18 e tornaram-se o principal meio de transporte até meados do século 19.



**Figura 1 – Transporte no Século XIX**

Na década de 50 do século passado, ocorre a implantação da indústria automobilística no país, aumentando progressivamente o número de carros em circulação nas ruas e concorrendo com o espaço dos bondes. O bonde começou a “atrapalhar” o trânsito e não o inverso.

Nas últimas décadas, os centros urbanos brasileiros, onde vivem mais de 80% da população, vêm sofrendo profundas alterações. Esta dinâmica decorre da globalização da economia, de novas tecnologias de comunicação, da reestruturação econômica, social e demográfica e do uso do solo das áreas metropolitanas, alterando os padrões de mobilidade das populações.

Esta mobilidade urbana exige ações no sentido de permitir aos cidadãos o direito de acesso seguro e eficiente aos espaços urbanos. Assim, um conjunto estruturado de modos, redes e infra-estruturas de transporte que garantam o deslocamento das pessoas nas cidades e mantenham fortes interações com as demais políticas urbanas, dispensando o uso intenso do transporte individual, impõe-se como necessidade de sobrevivência.

A mobilidade urbana no Brasil segue centrada na valorização de um único meio de transporte: o automóvel, o qual já vem mostrando diversos efeitos caóticos para as cidades brasileiras no que se refere tanto a segurança quanto a qualidade de vida. Esse modo é valorizado sobre os modos não motorizados e motorizados coletivos pela sua relação distância/tempo que, em muitos casos, é bastante reduzida. Além

disso, o automóvel é visto como um objeto de desejo de grande parte da população pelo status que representa.

As quebras de paradigma na história dos transportes foram conseguidas com soluções veiculares inovadoras. No atual sistema econômico, com a divisão do trabalho e internacionalização da manufatura, o fator tempo no transporte de pessoas, bens e informações é determinante. A infra-estrutura de transporte está em constante evolução, sendo que atualmente o que é mais importante não é a menor distância, mas sim, o menor tempo de viagem.

Este texto procura demonstrar que no caso brasileiro, onde grande parte da infra-estrutura de transporte sobre trilhos está ainda em fase de projeto e licitação, um sistema baseado em um VLT pode ser uma alternativa economicamente viável, capaz de melhorar a qualidade do transporte público, permitir o uso racional dos recursos energéticos, além de representar um salto tecnológico.

### **O Estado da Arte – VLT**

Nos dias de hoje as principais cidades do mundo já estão se adequando ao conceito de cidade equilibrada. No que diz respeito ao transporte público urbano observa-se um aumento de investimento em soluções inovadoras que conseguem associar baixo custo para usuários a viagens mais rápidas. Esta necessidade vem sendo suprida, em grande parte, por ônibus, metrô e trens.

Uma alternativa inovadora que já é utilizada em grandes metrópoles pelo mundo e de poucos impactos ambientais é o veículo leve sobre trilhos (VLT). Uma solução muito eficiente, um transporte rápido, seguro e de boa capacidade.

O termo VLT, Veículo Leve sobre Trilhos, decorre da sigla LRV (Light Rail Vehicle) inicialmente utilizada como um eufemismo para caracterizar uma evolução dos "streetcars" (americanos) ou "tramways" (ingleses). Atualmente, a abrangência do termo é muito maior e envolve conceitos como: leveza, que propicia menor consumo energético e desgaste da via, acessibilidade através do piso baixo e rampa de acesso para cadeiras de rodas e flexibilidade, apresentando bom desempenho operacional tanto em via segregada (desenvolvendo maiores velocidades) como em meio ao tráfego rodoviário urbano.

No gráfico abaixo nota-se a tendência a utilização do VLT como meio de transporte urbano ao redor do mundo.

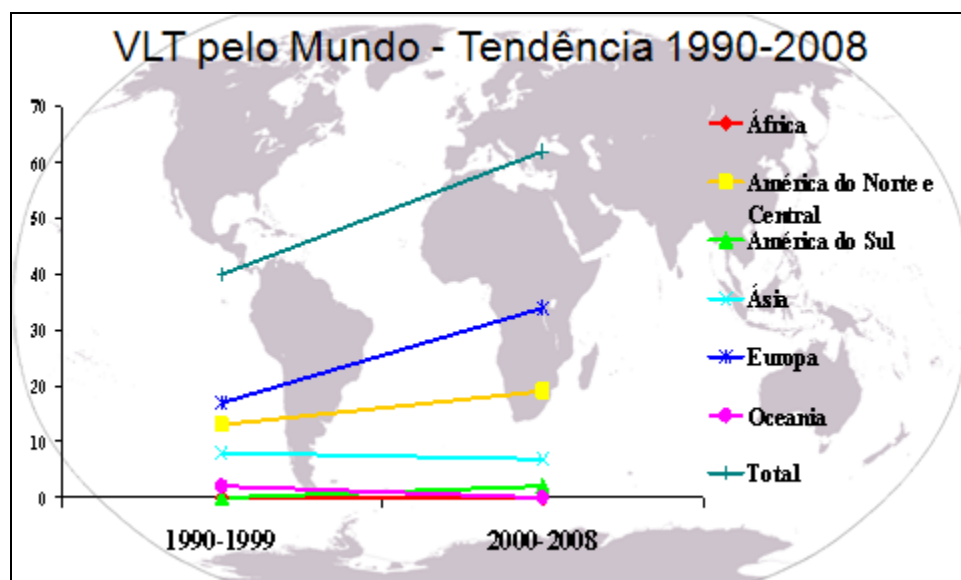


Gráfico 1 - Número de VLT em função do Tempo

A partir do início dos anos 90 o continente europeu passou a investir na tecnologia do VLT de forma mais acentuada. Iniciaram-se também, nessa mesma década, a serem notadas as principais vantagens do VLT em relação a outros tipos de transporte de massa.



Figura 2 – VLT em Amsterdam



Figura 3 – VLT em Orlando

Cidades modelo para o resto do mundo como Paris, Barcelona e Amsterdam já tem o VLT incorporado a sua malha viária há alguns anos. São sistemas, em geral, mais baratos de se construir que os tradicionais trens metropolitanos, mais silenciosos e, em muitos casos, mais rápidos.

Por conta disso, acredita-se que essa possa ser uma boa solução para o problema de transporte público brasileiro, e muitos estudos já estão sendo feitos em relação à inserção desse meio de transporte na malha viária de cidades como Recife,

Natal, Santos, Brasília, além de um projeto para expansão do expresso Tiradentes em São Paulo. O trabalho a seguir estudará a viabilidade da implantação de um VLT para conectar a cidade de São Bernardo do Campo, região do ABC, à São Paulo.

## 2. Objetivo

Este trabalho de conclusão de curso consiste em um projeto funcional e um estudo de impacto ambiental simplificado para implantação de um VLT (Veículo leve sobre trilhos) que interligará o centro de São Bernardo do Campo até a futura estação Tamanduateí em São Paulo.

Foram avaliadas as viabilidades técnica, ambiental, econômica e financeira do VLT, bem como suas vantagens e desvantagens em relação a outros modais.

O escopo do projeto foi dividido em sete etapas principais, são elas:

### I. Diagnóstico do meio sócio-econômico

Nesta etapa foram levantadas as características mais relevantes das cidades atendidas em termos de população e dados socioeconômicos. Também foi caracterizado o sistema de transporte coletivo e individual atualmente em operação na área de estudo.

### II. Análise e Consolidação da diretriz de traçado

Foram avaliadas as diretrizes de traçado em termos de: sistema viário, topografia, interferências, uso e ocupação do solo, locais de atendimento, integração com sistemas de transporte urbano e metropolitano, etc.

### III. Estudos de Demanda

Foram definidos os parâmetros para simulação: velocidade, capacidade, frequência ou intervalos para os períodos de pico e diário, condições de integração, tarifa por modo e integrada, entre outros.

O objetivo foi estimar o carregamento ao longo da linha de VLT (demanda diária, demanda horária, demanda por sentido, demanda no pico). Este é um dado fundamental para a definição dos parâmetros de funcionamento do sistema e para atestar a necessidade de implantação de um VLT, em detrimento de outro meio de transporte coletivo.

#### IV. Terminais, Estações de Transferência, Pátios e Oficinas

Nessa etapa foram definidas as localizações e pré-dimensionamento dos terminais e estações de transferência.

Também foi feito um levantamento de prováveis terrenos para implantação de pátios, oficinas e do CCO (Centro de Controle Operacional).

#### V. Via Permanente e Material Rodante

Nesse capítulo foi definido as características dos veículos a serem utilizados além de suas especificações técnicas visando segurança, conforto, redução de ruído e vibração (bitola, trilho, tipo de veículo, composição de via, equipamentos, etc.).

#### VI. Estudo de Impacto Ambiental

Nesse capítulo foi feito o estudo de viabilidade ambiental do empreendimento. Os impactos foram identificados, avaliados e medidas foram apontadas de forma a mitigar os impactos negativos do empreendimento.

#### VII. Estudo de viabilidade econômica

Estimativa de investimento, custos operacionais e de manutenção e receita prevista anual. A partir desses dados foi avaliada a viabilidade econômica da implantação do sistema.

### **3. Justificativa**

Uma das motivações para realizarmos o projeto atual é o intenso tráfego de veículos na Via Anchieta em direção a São Paulo, que é por sua vez é a principal via de ligação entre os dois municípios e encontra-se saturada.

Durante muito tempo a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) investiu em projetos viários voltados ao transporte individual em detrimento do transporte coletivo. O resultado disso são crescentes índices de congestionamento que elevam o tempo de viagem, pioram a qualidade de vida e geram importantes impactos ambientais, principalmente na qualidade do ar, ocasionando problemas de saúde pública.

O transporte coletivo da área é um corredor de ônibus que atualmente liga o terminal Ferrazópolis, localizado na região central de São Bernardo do Campo, a estação final da linha azul do metrô, terminal Jabaquara. Essa estação dista 6 km a mais da estação Sé (centro de São Paulo) do que a estação Tamanduateí.

O veículo leve sobre trilhos se apresenta como uma solução viável de transporte coletivo para a região, assim como vem se mostrando em diversas cidades ao redor do mundo, nas quais sua implantação trouxe melhorias na mobilidade urbana e na qualidade de vida da população.

#### **4. Diagnóstico do meio socioeconômico**

O município de São Bernardo do Campo está inserido na Região Metropolitana de São Paulo, ou Grande São Paulo. Além disso, São Bernardo do Campo faz parte do ABCD, que é também formado por Santo André, São Caetano do Sul e Diadema.

##### **Economia**

São Bernardo é um dos municípios mais ricos do Estado de São Paulo, apresentando PIB per capita de R\$ 24.663,00 (IBGE/2005). Sua economia é, em grande parte, baseada na indústria automobilística, sendo sede das primeiras montadoras de veículos do Brasil, tais como Volkswagen, Ford, Scania, Toyota, Mercedes-Benz, Karmann Ghia, além das indústrias de autopeças que as suportam.

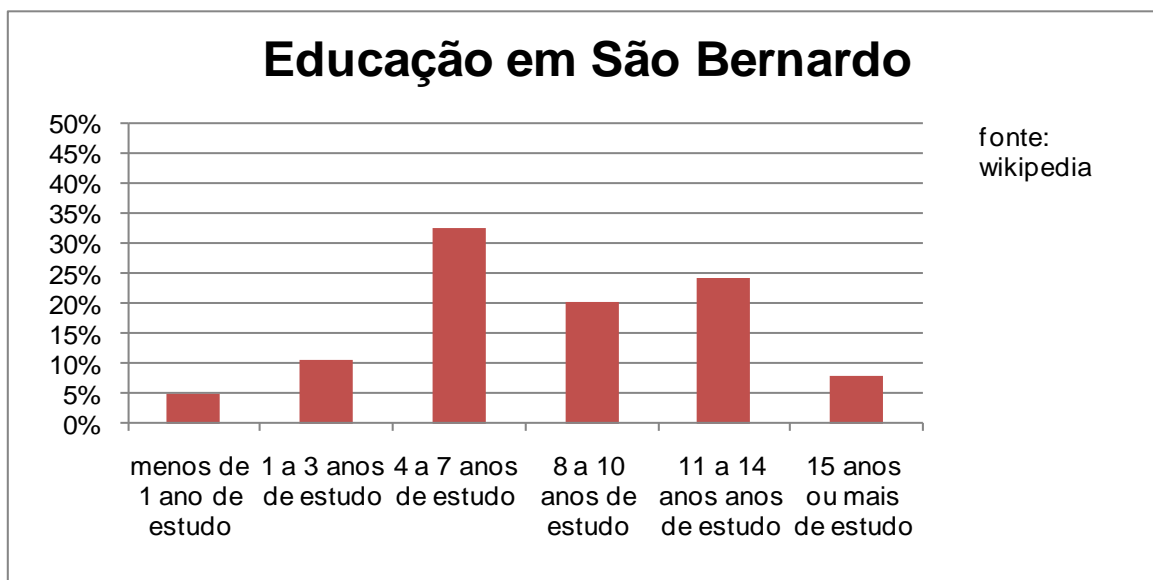
Na última década a economia da região teve uma grande diversificação, o que elevou a importância do setor de serviços na cidade. O comércio é variado e encontrado em todos os bairros, destacando-se o tradicional comércio da Rua Marechal Deodoro e adjacências, e o conhecido Centro Moveleiro da Rua Jurubatuba. A construção civil e a reforma urbana impulsionaram-se em 2008, com a construção do trecho sul do Rodoanel, com a duplicação e canalização do córrego Saracantan na Avenida Pery Ronchetti, além da construção de elevado número de edifícios residenciais, reformas do Shopping Metrôpole, do Golden Shopping e da nova Câmara da Prefeitura Municipal.

##### **Educação**

Os níveis de alfabetização dos municípios de São Caetano e São Bernardo são extremamente altos, praticamente 100% da população sabe ler e escrever. A ênfase dada a educação é visível nas diversas universidades presentes no ABC, dentre elas estão: Centro Universitário da FEI, Faculdade SENAI de tecnologia ambiental, Universidade Bandeirantes (UNIBAN), Faculdade de direito de São Bernardo do Campo, Unidade Metodista de São Paulo (UMESP), entre outras.

Além de ser alfabetizada, grande parte da população de São Bernardo (32%) tem mais de 11 anos de estudo o que é um índice bastante elevado em termos nacionais. No entanto, ainda há muito a ser feito nessa área, pois quase 50% da população não terminou o ensino médio, como pode ser observado no gráfico abaixo:

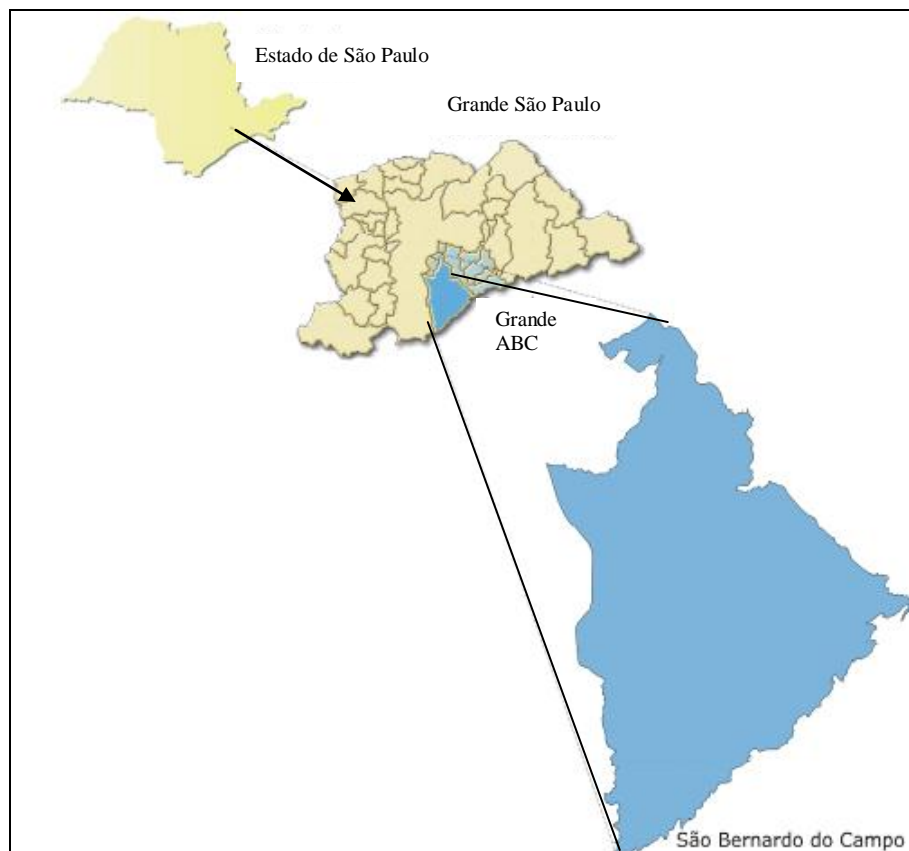




**Gráfico 2: Anos de estudo em São Bernardo do Campo**

## Geografia

A área estimada de São Bernardo do Campo é de aproximadamente 408,45 km<sup>2</sup> (IBGE/2007), correspondendo a 49,5 % da superfície do ABC e 5% da Grande São Paulo. A seguir pode-se verificar o mapa de situação de São Bernardo do Campo.



**Figura 4 – Mapa de situação de SBC (EMPLASA)**

Já na tabela a seguir têm-se as distâncias de São Bernardo em relação a outros centros urbanos.

<b>Distância de São Bernardo do Campo para</b>	<b>Distâncias Rodoviárias (km)</b>	<b>Limites</b>
Santo André	5,9	Leste
São Caetano do Sul	12,8	Nordeste
Diadema	12,5	Noroeste
Cubatão	45,0	Sul
São Vicente	44,0	Sul
São Paulo	21,7	Norte e Oeste
Aeroporto de Congonhas	22,3	

**Tabela 1: Distância São Bernardo – Centros Urbanos**

O município de São Bernardo do Campo se situa no alto da Serra do mar. Essa região é estratégica do ponto de vista da logística devido à proximidade das rodovias Imigrantes e Anchieta, com as quais se acessa o Porto de Santos. Na tabela acima se percebe que o centro de São Bernardo está a pouco mais de 20 km do centro da capital e se situa a menos de 50 km do litoral.

## População/Faixa etária

A população total estimada pelo IBGE/2005 é de aproximadamente 801.580 habitantes, possuindo a 4ª. maior população do Estado de São Paulo. A seguir é apresentada a distribuição por faixa etária da população:

Faixa	Quantidade
0 a 3	47.552
4 anos	11.579
5 e 6 anos	23.327
7 a 9 anos	36.110
10 a 14 anos	63.691
15 a 17 anos	40.618
18 a 19 anos	28.529
20 a 24 anos	68.063
25 a 29 anos	63.407
30 a 39 anos	121.683
40 a 49 anos	94.922
50 a 59 anos	55.274
60 a 64 anos	17.215
65 a 69 anos	12.151
70 a 74 anos	8.973
75 a 79 anos	5.267
80 anos e mais	4.816

**Tabela 2: Perfil de idade da população**

Durante muito tempo se falou que o Brasil era um país jovem. Essa constatação ainda é verdadeira no norte e no nordeste do país. No entanto, na região sudeste, principalmente nas áreas mais urbanizadas, pode-se dizer que a maior parte da população é adulta. Esse fenômeno é consequência da menor taxa de natalidade e do desenvolvimento da ciência.

Em São Bernardo do Campo 16,9 % da população tem até 9 anos, 14,8% tem entre 10 e 17 anos, 61,4% tem entre 18 e 59 anos e 6,9% tem mais de 60 anos. Para os próximos anos é esperado um envelhecimento ainda maior da população aumentando a fatia com mais de 60 anos.

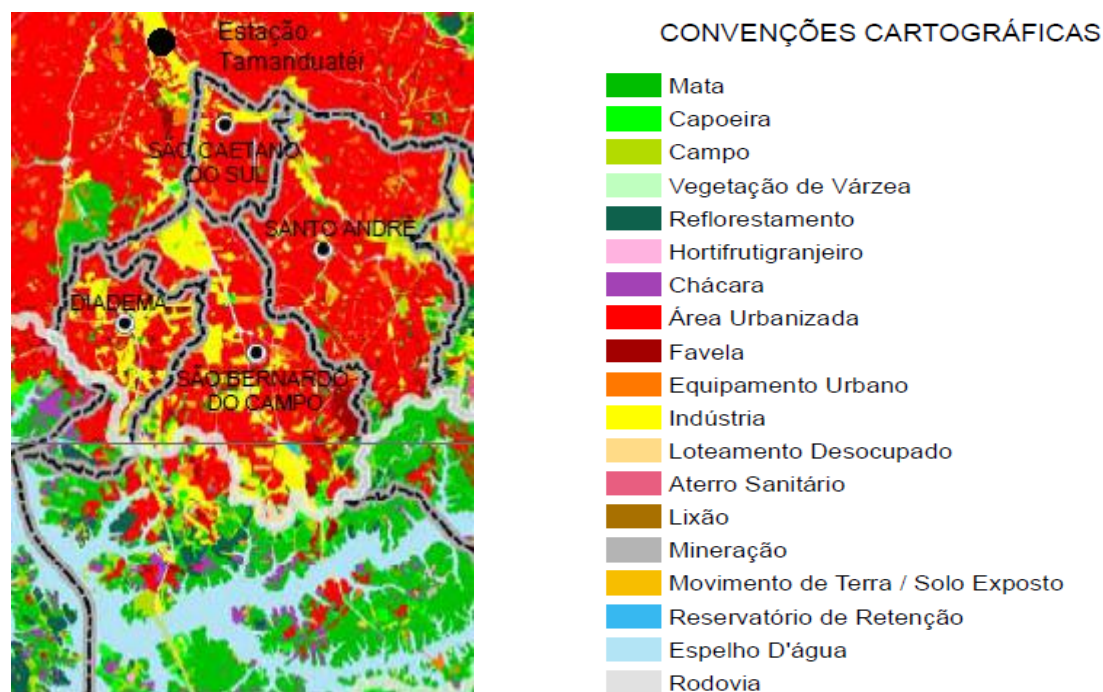
## Uso e ocupação do solo

Os usos do solo predominantes nos municípios de São Caetano, São Bernardo e Santo André são indústria e área urbanizada. Há muito pouca área verde nesses municípios se limitando a pequenas praças nas áreas urbanizadas.

A oeste do empreendimento se situa no município de São Paulo o Parque do Estado. Mais ao sul ainda há bastante área verde nas margens da represa Billings, no entanto, a mancha urbana se aproxima cada vez mais dessa importante fonte de água para a Região Metropolitana de São Paulo.

O município de São Caetano do Sul se orgulha de não ter nenhuma favela. Já no município de São Bernardo é possível observar favelas na região sudeste da cidade e em outras regiões, embora caracterizadas como área urbanizada, também é constatada a presença de moradias precárias.

As figuras a seguir ilustram o descrito acima:



**Figura 5: Uso e Ocupação do Solo (fonte: Emplasa adaptado)**

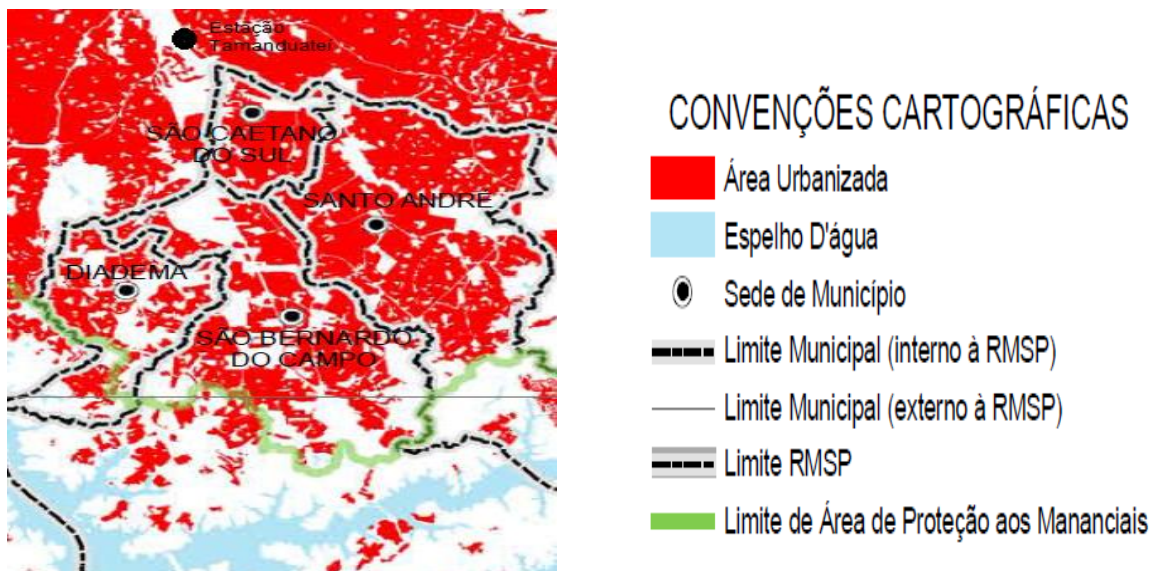


Figura 6: Área urbanizada e limite da área de proteção aos mananciais

### Sistema de Transporte Público de São Bernardo do Campo

A rede de Transporte Público do município de São Bernardo do Campo é composta pela SBCTrans, que opera as linhas municipais e pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU), que opera a linha intermunicipal, ou o Corredor Metropolitano São Mateus – Jabaquara.

O Corredor Metropolitano São Mateus - Jabaquara interliga São Bernardo do Campo (Terminal São Bernardo e Ferrazópolis) aos municípios Diadema, Santo André e São Paulo. A figura a seguir ilustra a interligação da rede.

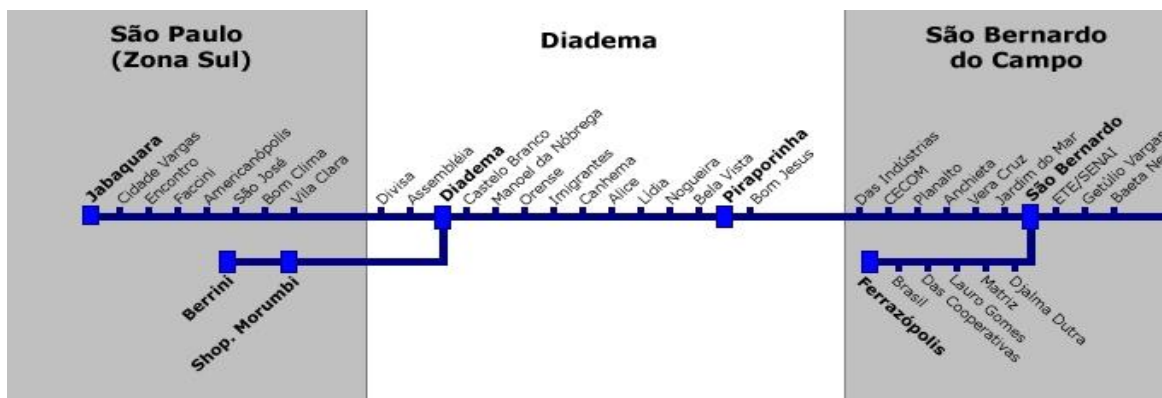


Figura 7 – Interligação da rede do corredor São Mateus (EMTU)

A empresa que detém a concessão do corredor é a Metra, que tem como responsabilidade a manutenção e conservação da infra-estrutura e do sistema viário.

A principal linha que interliga São Bernardo do Campo a São Paulo é a Terminal Ferrazópolis – Terminal Jabaquara. Essa linha possui extensão de 16,5 km, e é formada por trólebus articulados (ônibus movido à eletricidade) e por ônibus convencionais.



**Figura 8 -Terminal Ferrazópolis – SBC**



**Figura 9 -Terminal Jabaquara – São Paulo**

O trólebus interliga o Terminal Ferrazópolis, em São Bernardo do Campo, ao Terminal Piraporinha, em Diadema, em um total de 11,2 km. A partir do Terminal Piraporinha, o trajeto da viagem é realizado por ônibus convencional, sendo necessário que os passageiros realizem baldeação, ou seja, troca de veículo. O trajeto do Terminal Piraporinha até o Terminal Jabaquara possui 5,4 km.

O trajeto em questão é dotado de vias segregadas ao trânsito, nos corredores, e por vias de uso comum.

A partir de imagens obtidas pelo Google Earth foi possível traçar o trajeto, como é apresentado a seguir.



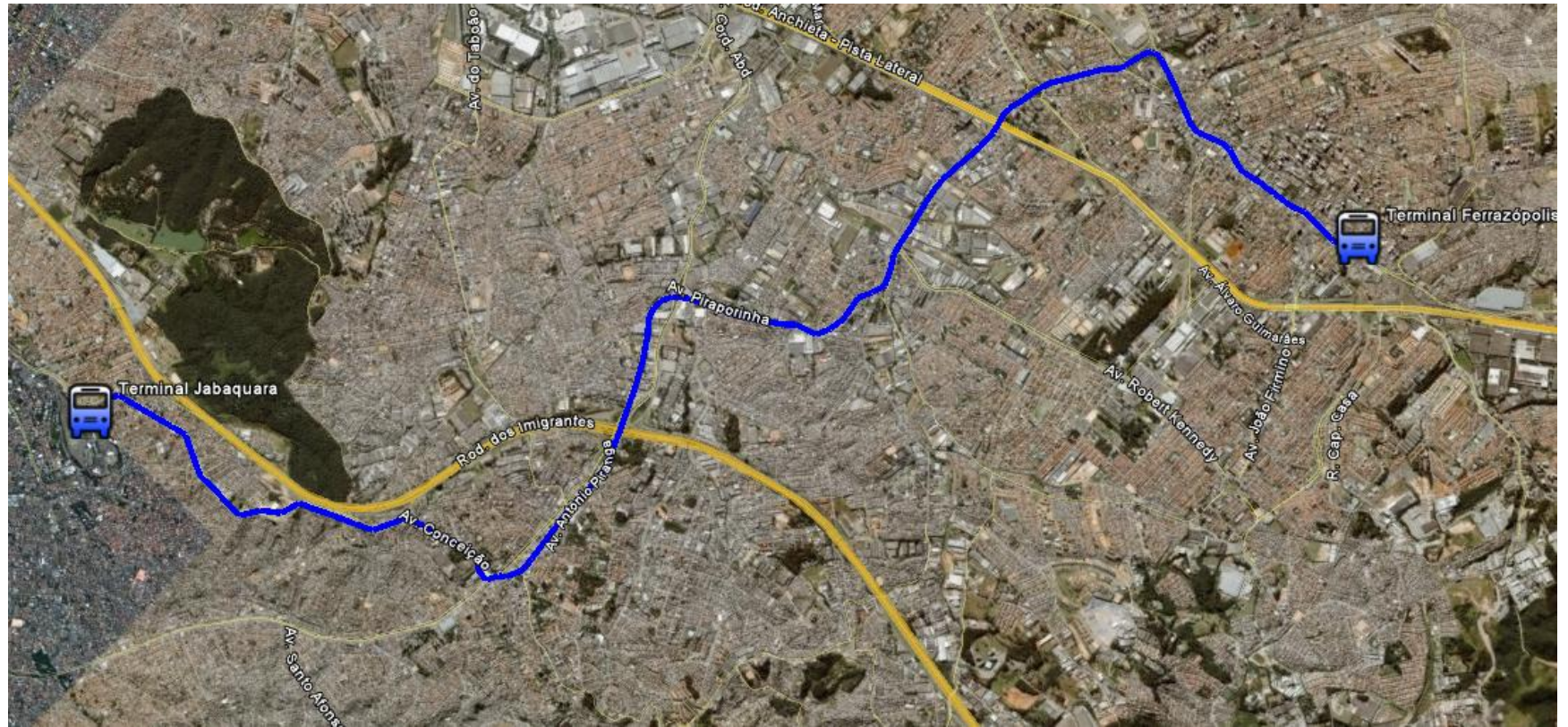


Figura 10 – Traçado SBC – Terminal Jabaquara

O trajeto em questão é caracterizado pela presença de trechos com grande concentração de veículos, ocasionando tempos de viagem variáveis em função do horário de saída do ônibus ou trólebus. O grande volume de veículos se dá tanto nos corredores presentes em São Bernardo do Campo e em Diadema, como nas vias comuns.

O tempo elevado de viagem traz muitos desconfortos aos usuários, além disso, o fato da necessidade de troca de veículos no Terminal Piraporinha tem como consequência um menor nível de serviço e menor conforto do meio de transporte.

No Terminal Jabaquara, os usuários têm a possibilidade de fazer a integração com a rede de transporte de SPtrans da cidade de São Paulo, bem como, com a linha azul do Metrô, no Jabaquara, não apresentando no entanto, conexão com a CPTM. Além disso, para chegar ao centro da cidade de São Paulo, é necessária a utilização do metrô.

## **5. Alternativas de Traçado**

Para uma definição preliminar do melhor trajeto a ser percorrido pelo VLT foi necessário analisar diversas alternativas de traçado.

Primeiramente definiu-se o ponto de partida melhor localizado para a estação inicial do VLT. Verificou-se que o mais coerente é implantar a estação inicial num local em que há integração com outros modais, ou seja, com um terminal de ônibus ou trólebus.

Os terminais mais importantes de São Bernardo do Campo são o Ferrazópolis, situado na Avenida Faria Lima, e o Terminal São Bernardo, situado na Praça Samuel Sabatini.

No trajeto do Terminal Ferrazópolis para o Terminal São Bernardo há a existência de uma via segregada para a passagem do trólebus, sendo assim, decidiu-se implantar a estação inicial do VLT no Terminal São Bernardo, visto que haverá a possibilidade de integração do trólebus com o VLT.

Com relação à estação final do VLT definiu-se no objetivo do projeto que a integração com outros meios de transporte faria-se necessária e crucial. Sendo assim, as possibilidades de integração são com a CPTM, com o Metrô e com a SPtrans.

Além disso, houve a necessidade de decidir o traçado mais pertinente entre as estações iniciais e finais já definidas. Foram avaliadas alternativas de traçado que atravessam lugares com maior concentração de pessoas, ou seja, com maior



demanda. Também foram considerados os locais que apresentavam geometria pertinente para instalação da via permanente e posterior funcionamento do VLT.

Vale salientar que a análise de demanda foi feita de maneira preliminar, já que nesta fase de trabalho o estudo não se encontra ainda finalizado. Ou seja, os resultados da análise preliminar foram obtidos após visitas do grupo a São Bernardo e devidas observações às vias lá existentes.

A partir das premissas acima citadas, chegou-se a duas alternativas plausíveis de traçado. Sendo elas:

- Alternativa 1: Traçado Via Anchieta
- Alternativa 2: Traçado Ribeirão dos Meninos



Figura 11 – Alternativas de Traçado



### Características Físicas do Traçado: Via Anchieta

A alternativa de traçado pela Via Anchieta apresenta as seguintes características:

1. Estação Inicial na Praça Samuel Sabatini, local em que haverá interligação com a rede de ônibus e trólebus de São Bernardo do Campo.

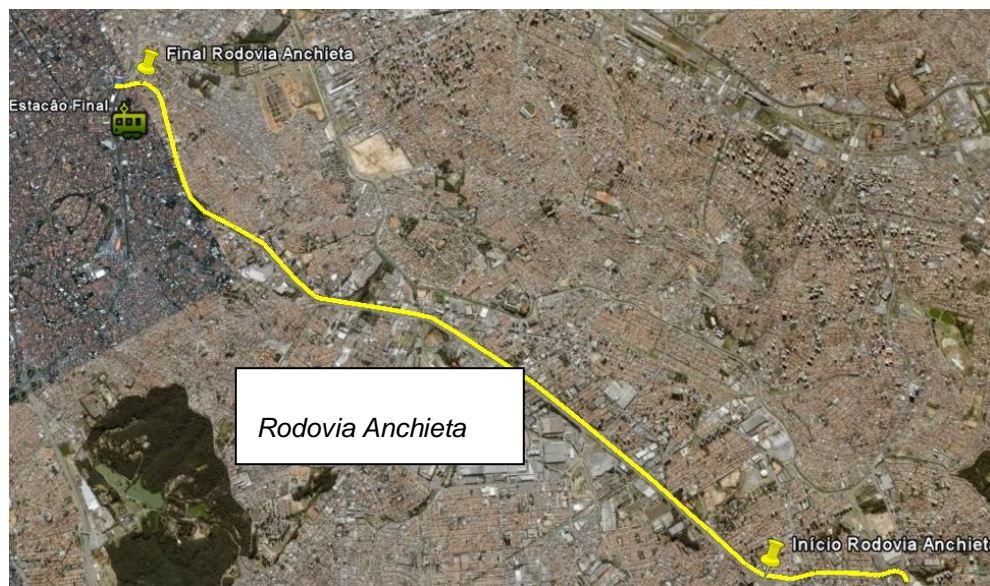
O VLT percorrerá a Av. Lucas Nogueira Garcez por 1,8 km. O trajeto em questão é apresentado a seguir.



**Figura 12 – Trajeto na Av. Lucas Garcez**

2. Após percorrer a avenida anteriormente citada, o VLT percorrerá a Rodovia Anchieta

O VLT percorrerá a Rodovia Anchieta por uma extensão de 10,4 km. O trajeto em questão é apresentado a seguir.



**Figura 13 – Traçado na Via Anchieta**

3. Após percorrer a Rodovia Anchieta, o VLT percorrerá o trecho final do trajeto pelo Complexo Viário de Engenharia Mackenzie, chegando à estação final, localizado próximo à Estação Sacomã do Metrô (situado na linha verde).

O trecho em questão é curto, apresentando 340 m de extensão, como pode ser visto a seguir,



**Figura 14 – Trecho final do trajeto**



O traçado pela Rodovia Anchieta apresenta extensão total de 12,6 km, iniciando-se em São Bernardo do Campo, e término de trajeto em São Paulo. Consideramos que por facilidade para implantação da via permanente, o VLT será inserido no canteiro central da rodovia, podendo situar-se entre a via local e a via expressa. Vale salientar que haverá espaço suficiente de aproximadamente 6,5 m de largura.

### **Características Físicas do Traçado Ribeirão dos Meninos**

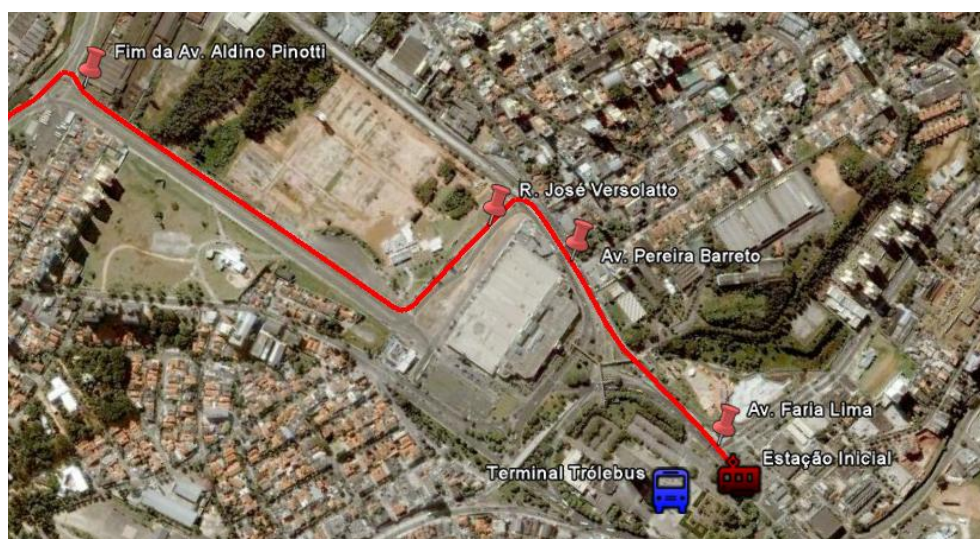
A alternativa de traçado pelo Ribeirão dos Meninos apresenta as seguintes características:

1. Estação Inicial na Praça Samuel Sabatini, local em que haverá interligação com a rede de ônibus e trólebus de São Bernardo do Campo.

O VLT percorrerá pequenos trechos iniciais, sendo eles:

- Avenida Faria Lima: trecho com extensão de 310 m;
- Avenida Pereira Barreto: trecho com extensão de 340 m;
- Rua José Versolato: trecho com extensão de 270 m;
- Avenida Aldino Pinotti: trecho com extensão de 1,0 km.

O trecho inicial do trajeto é apresentado na figura a seguir.



**Figura 15 – Trecho inicial do trajeto**

2. O trajeto seguirá pela Av. Lauro Gomes, que é uma via marginal ao Ribeirão dos Meninos. Essa avenida é caracterizada por apresentar 4 faixas de 3 metros cada uma, e extensão adicional ao lado do Ribeirão dos Meninos.

O trecho em questão apresenta 4,1 km de extensão e é apresentado a seguir.

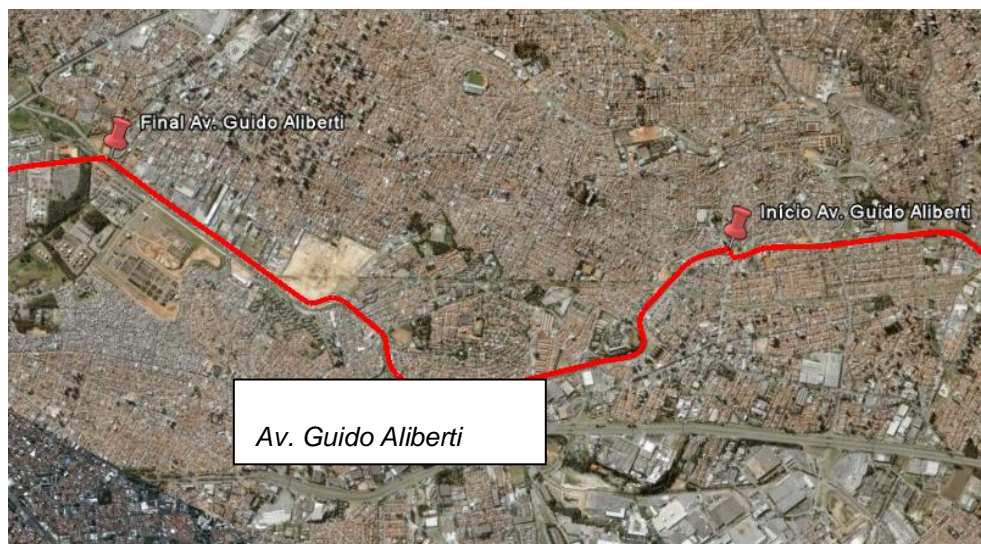


**Figura 16 – Trajeto na Av. Lauro Gomes**

3. O trajeto continuará pela Av. Guido Aliberti, sendo necessário que o VLT realize uma curva horizontal para que haja mudança do trajeto para a referida avenida.

Assim como o trecho da Av. Lauro Gomes, o trecho em questão é também em uma via marginal ao Ribeirão dos Meninos. Apresenta extensão de 6,6 km como é demonstrado a seguir.





**Figura 17 – Traçado na Av. Guido Aliberti**

4. Após percorrer a Av. Guido Aliberti, o VLT seguirá pela Av. Presidente Wilson, que é paralela à linha ferroviária da CPTM.

No trecho final do trajeto, o VLT fará integração com a linha de trem da CPTM e também com a futura estação Tamanduateí do metrô, que faz parte da linha verde.

O trecho em questão apresenta extensão de 1,82 km e pode ser verificado na figura a seguir.



**Figura 18 – Trajeto final do traçado na Av. Presidente Wilson**

O traçado pelo Ribeirão dos Meninos apresenta extensão total de 14,4 km. Tem como característica o fato da estação inicial situar-se no município de São Bernardo do Campo, e também atravessar os municípios de Santo André e São Caetano do Sul, no trecho da Av. Guido Aliberti. A estação final situa-se em São Paulo, próximo a Av. Do Estado.

O trecho também é caracterizado por apresentar vias largas, com possibilidade para implantação do VLT, ou seja, largura suficiente para implantação de aproximadamente 6,5 m.



## 6. Avaliação das Alternativas de Traçado

Como foi exposto no item anterior, as alternativas de traçado foram geradas a partir de uma análise preliminar da área em estudo. Levou-se em conta o objetivo do trabalho que é a integração de São Bernardo do Campo e ABC à região central de São Paulo através de um meio de transporte com maior nível de serviço que os existentes atualmente. Para que esse objetivo seja atingido, é totalmente relevante o traçado definitivo do VLT, pois dele dependerá o tempo de viagem, a facilidade e segurança ao acesso, facilidade e importância de integração com outros modais, custos para implantação, etc.

Após a definição das duas alternativas de traçado plausíveis (Rodovia Anchieta e Ribeirão dos Meninos) é necessário avaliar a melhor delas, ou seja, a que trará um melhor desempenho de operação do VLT, e conseqüentemente, maior benefício à população de São Bernardo do Campo e Grande ABC.

Há uma grande importância em uma definição criteriosa do melhor traçado a ser implantado, já que a partir dele poderá ser iniciado os estudos para realização do atual projeto.

Para avaliação da melhor alternativa entre a Rodovia Anchieta e o Ribeirão dos Meninos, foi necessário listar vantagens e desvantagens de cada traçado. Comparando-se então a seguinte lista, chegou-se a alternativa escolhida, como é apresentado nos itens a seguir.

### Avaliação do Traçado da Rodovia Anchieta

Para avaliação do traçado da Via Anchieta discorre-se sobre as vantagens e desvantagens na operação do VLT, como apresentado a seguir:

- **Vantagem 1:** Maior disponibilidade de espaço para implantação da via permanente

Por se tratar de uma rodovia, essa alternativa de traçado apresenta maior disponibilidade de espaço, já que o canteiro central é largo, não necessitando de qualquer alteração na geometria da via para a implantação do VLT.

O canteiro central apresenta em média 9 m de largura, dividindo os dois sentidos da pista, e também há canteiros que dividem a pista expressa da pista local.

➤ **Vantagem 2:** Menores custos de desapropriação

O trajeto do traçado proposto se dá em 85% sobre a Rodovia Anchieta, mais precisamente, sobre o canteiro central. Diante desse fato, pode ser verificado que não há a necessidade de desapropriação, já que é um espaço utilizado somente para a separação de pistas e principalmente por não se tratar de propriedade particular.

➤ **Desvantagem 1:** Maiores riscos de acidentes por situar-se em uma rodovia expressa

A Rodovia Anchieta é uma rodovia expressa, com velocidade de projeto de 110 km/h. A implantação do VLT nessa via, com certeza aumentaria os riscos de acidentes tanto aos usuários do VLT quanto aos veículos que utilizam a via.

Esses acidentes podem ser gerados por um aumento de motoristas que estacionarão em acostamentos para deixarem pessoas que utilizarão o VLT. Além disso, haverá passageiros que atravessarão a rodovia, mesmo com a presença de cercas em torno dela.

Em termos de segurança é uma alternativa muito ruim.

➤ **Desvantagem 2:** Necessidade de construção de Passarela-Plataforma

A alternativa estudada remete à necessidade de construção de obras-de-arte especiais como passarelas para acesso às plataformas.

Estas passarelas necessitarão serem construídas do vão central aos dois lados da rodovia, para que cubram a demanda do lado direito e esquerdo da Rodovia Anchieta.

Além disso, a rodovia apresenta trechos com até cinco faixas de cada lado, mais as pistas marginais, ou seja, as passarelas terão comprimento de até 70 metros, fato que elevaria muito o custo de implantação.

➤ **Desvantagem 3:** Não cobre a demanda de áreas centrais de São Bernardo do Campo e de São Caetano.

A Rodovia Anchieta não se situa na região central de São Bernardo do Campo, além disso, seu trajeto somente faz a conexão entre São Paulo e São Bernardo,

não passando, entretanto, por outros municípios do ABC, como São Caetano e Santo André.

Pelo fato de não se situar numa região central, é facilmente verificado que o VLT cobriria a demanda das áreas marginais à rodovia, e a demanda das áreas mais centralizada não seriam atendidas.

Vale ressaltar que apesar da avaliação de não cobertura da demanda, não houve qualquer estudo de demanda que comprovasse esse fato, mas sim, uma análise qualitativa da região em questão pelos integrantes do projeto.

### **Avaliação do Traçado do Ribeirão dos Meninos**

Para avaliação do traçado do Ribeirão dos Meninos discorre-se sobre as vantagens e desvantagens na operação do VLT, como apresentado a seguir:

➤ **Vantagem 1:** Maior facilidade de acesso e cobertura da demanda

O traçado pelo Ribeirão dos Meninos é feito utilizando-se um trajeto que cobre bairros centrais de São Bernardo do Campo. Esse fato apresenta grande importância, já que os centros das cidades são os locais onde é encontrado um maior número de pessoas, e conseqüentemente, uma maior demanda por transporte público urbano.

Sendo assim é facilmente verificado que a implantação do VLT nesse traçado trará maior facilidade de acesso para a população, e também uma maior cobertura de demanda, pois além atravessar a área central de São Bernardo do Campo, ela também atravessa outros bairros periféricos da região,

Outra grande vantagem desta alternativa é a cobertura de demanda de outras cidades como Santo André e São Caetano, fato que é considerado como premissa no referido projeto.

➤ **Vantagem 2:** Maior segurança para os usuários na utilização

O trajeto em questão será realizado por vias de tráfego de intensidade muito pequena se comparados aos praticados em uma rodovia. Além disso, os acessos ao VLT serão feitos através de faixas de pedestres semaforizadas na via, fato que eleva o nível de segurança.

➤ **Vantagem 3:** Conexão com a CPTM e Estação Tamanduateí do Metrô

A estação final do VLT será integrada ao sistema ferroviário da CPTM e à futura Estação Tamanduateí do Metrô.

A vantagem apresentada pela integração à futura estação do metrô é a facilidade de acesso à região central de São Paulo.

A CPTM, por sua vez, integra o VLT ao centro, à periferia de São Paulo, e a municípios da região metropolitana de São Paulo.

➤ **Desvantagem 1:** Maiores impactos ambientais

A alternativa de traçado estudada tem seu trajeto realizado pela via marginal ao Ribeirão dos Meninos. Esse fato trará impactos ambientais na região, dado que haverá necessidade de intervenções, podendo alterar o regime atual do córrego.

Além disso, o traçado será feito por uma via urbana, que trará impactos à população durante a construção e operação do sistema de VLT.

Os impactos ambientais gerados serão discutidos com maior detalhamento em itens posteriores.

➤ **Desvantagem 2:** Maiores custos com desapropriação

O traçado é feito por ruas e avenidas onde existem comércios e residências. Deverá ser avaliado na fase de projeto geométrico se haverá necessidade de desapropriação e quais os custos decorrentes desta necessidade.

É facilmente verificado que o traçado pelo Ribeirão dos Meninos exigirá uma maior preocupação com os imóveis lá situados, dado que o trajeto se dá por vias de tráfego urbano, diferentemente da alternativa pela Rodovia Anchieta.

## **Escolha do Traçado**

Para a escolha da melhor alternativa de traçado foi feita uma análise critérios referentes aos benefícios gerados por cada alternativa. Com isso, foram ponderadas as vantagens e desvantagens, e só assim, pôde-se chegar a uma definição.

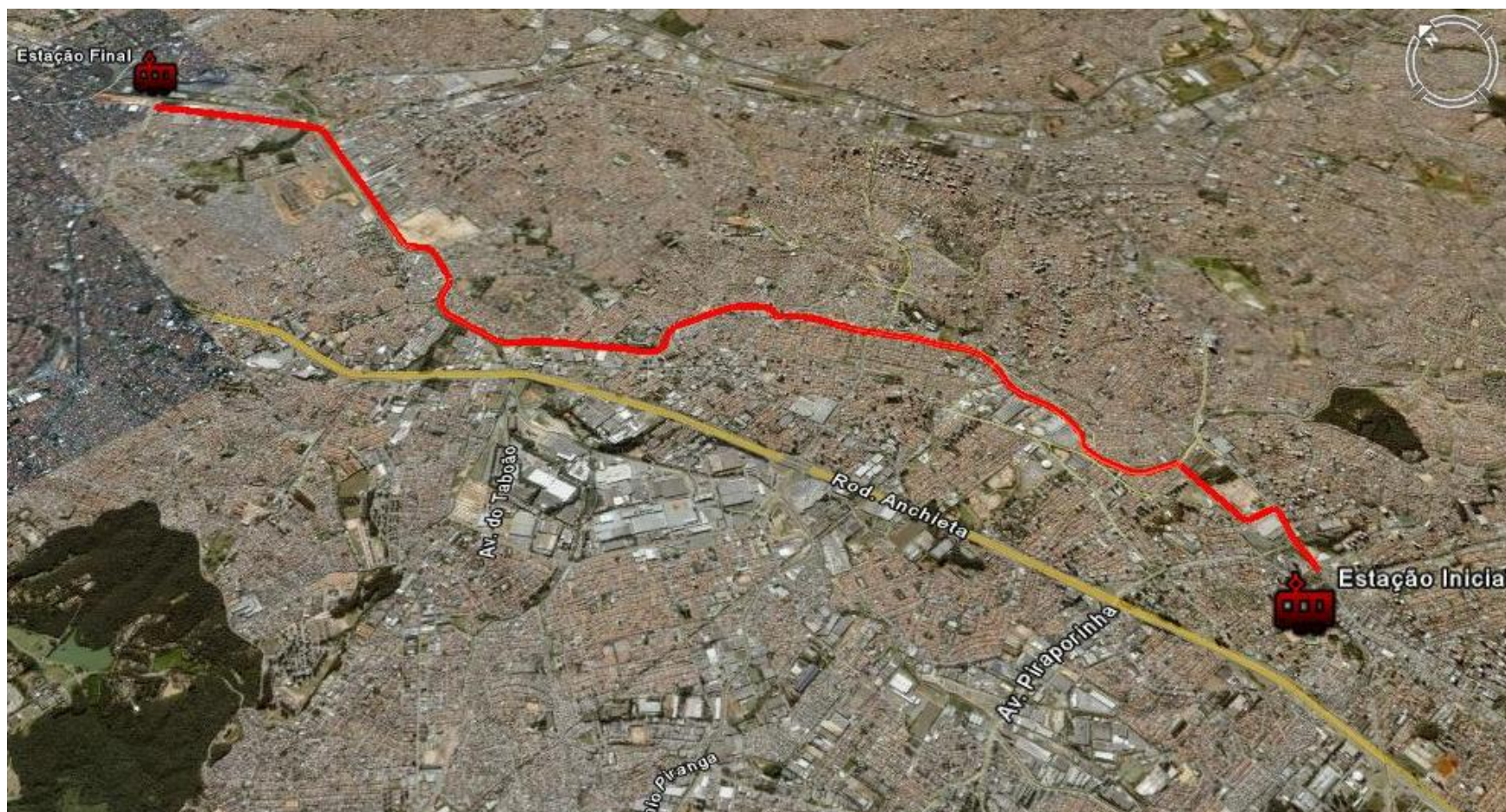
Analisando-se vantagens e desvantagens chegou-se a conclusão de que a melhor alternativa é a do trajeto pelo Ribeirão dos Meninos. Esse trajeto trará uma ótima integração entre o ABC (São Bernardo, São Caetano e Santo André) e a região central de São Paulo, além de atender boa parte da demanda dos bairros periféricos e centrais de São Bernardo do Campo, e de alguns bairros periféricos de Santo André e São Caetano do Sul.

O traçado pelo Ribeirão dos Meninos é representado na figura a seguir.

**Extensão do Trecho:** 14,4 km

**Estação Inicial:** Praça Samuel Sabatini – SBC

**Estação Final:** Futura Estação Tamanduateí do Metrô



**Figura 19 – Traçado Escolhido**



## 7. Integração com outros Sistemas de Transporte

O Veículo Leve Sobre Trilhos, ou VLT, é caracterizado por ser um meio de transporte que faz a conexão ou integração com outros modais já existentes. No caso do projeto em questão essa situação também é aplicada.

Pode-se perceber que há trocas e conexões com outros modais nas estações iniciais e finais do VLT Ribeirão dos Meninos.

Essas integrações serão aprofundadas na Fase Final do projeto, onde serão relevantes questões estruturais e geométricas da conexão. Na fase inicial serão apenas apresentadas as integrações:

### Integração Modal na Estação Inicial

A estação inicial do VLT é localizada na Praça Samuel Sabatini, local em que também está presente o Terminal São Bernardo do Campo.

O terminal em questão opera linhas municipais referentes a SBCtrans, e linhas intermunicipais da EMTU. Ônibus e trólebus também percorrem esse terminal que possui alto índice de usuários utilizando o sistema diariamente.

Usuários de bairros mais distantes em relação centro de São Bernardo do Campo terão a possibilidade de utilizar a rede de transporte municipal do município e então fazer a integração com o VLT na estação inicial.

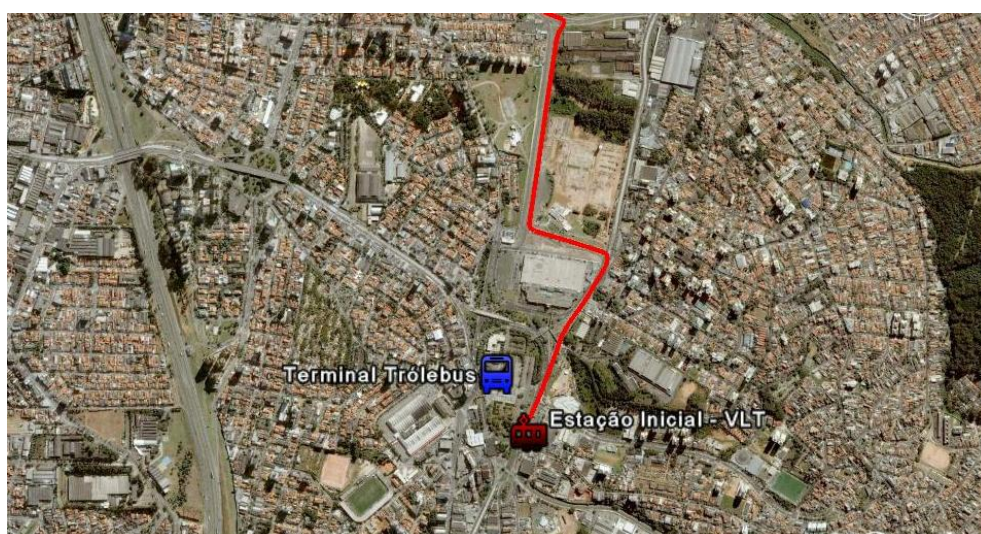


Figura 20 - Integração na estação inicial

## Integração Modal na Estação Final

A integração da estação final do VLT será realizada na estação Tamanduateí (linha D) da CPTM ou na futura estação Tamanduateí do Metrô (linha 2 ou verde).

É importante observar que haverá duas possibilidades de integração, fato que aumenta a facilidade de acesso à São Paulo.

A seguir é apresentada a figura com as integrações.



**Figura 21 – Integração na estação final**

No mapa a seguir podem ser verificadas as estações do Metrô, da CPTM e da EMTU





Estação Final - VLT



Figura 22 – Integração dos Modais

## **8. Estudo de Demanda, Carregamentos, Projeção, Tarifas e Receitas**

### **8.1 Estudo de Demanda**

#### **Introdução**

O estudo de demanda é uma etapa fundamental do planejamento de um sistema de transporte, pois através dos dados fornecidos por estes estudos, definem-se uma série de parâmetros utilizados no projeto e na operação deste sistema.

#### **Objetivos**

No estudo da implantação de um sistema de veículo leve sobre trilhos, ligando a cidade de São Bernardo do Campo à São Paulo, a principal informação que procura-se obter através do estudo da demanda é a estimativa do carregamento ao longo da proposta linha de VLT. Este carregamento é apresentado como demanda diária, ou seja, o número de passageiros que utilizaria aquele sistema durante um dia, destacando-se as diferenças da demanda por sentido (ida e volta) e horários de pico.

Deve-se ressaltar que o carregamento de projeto para o sistema não é o próprio resultado do estudo de demanda, cuja metodologia será descrita a seguir, mas sim o resultado da análise combinada entre (i) a demanda de usuários por sistemas de transporte coletivo com a oferta de sistemas de transportes já existente e (ii) o impacto da implementação do sistema proposto. Isso significa que não são todos os usuários que atualmente utilizam o transporte público da região, ou mesmo aqueles que utilizam transportes individuais, que passarão a usar o VLT estudado após sua construção, mas sim, alguns usuários para os quais o novo sistema trará mais benefícios que os sistemas vigentes até então.

De um modo geral, essa análise conjunta é feita com auxílio de redes de simulação, as quais utilizam bases georreferenciadas e informações sobre demanda e oferta de transportes para simular o comportamento da rede de transportes existente e a rede de transportes proposta. Os dados de entrada da simulação são parâmetros que avaliam as preferências dos usuários, tais como tarifas, tempos de espera, tempos de viagem dentro do sistema e tempos de caminhada para se ter acesso ao sistema. Entretanto, para fins do presente trabalho, será adotada uma série de simplificações para estimativa da demanda ao longo da linha do VLT.

Os dados de demanda servirão de subsídio para as seguintes análises:

- Decisão sobre a implantação do sistema em questão: dependendo do carregamento encontrado, pode-se chegar à conclusão que a demanda encontrada não justifica o investimento nesse sistema. Neste caso, deverão ser avaliados também outros critérios, tais como: inserção urbana, aspectos ambientais, qualidade do serviço, etc..

- Escolha entre possíveis alternativas de traçado: o carregamento encontrado pode auxiliar na definição de qual traçado recolheria a demanda esperada de forma mais eficiente.
- Definição dos parâmetros de funcionamento do sistema: pontos de parada, estações, velocidade, frequência, tamanho da frota, tarifas, entre outros.

## **Metodologia**

### **Obtenção de Dados**

Os dados utilizados para a realização do estudo de demanda do VLT de São Bernardo do Campo foram obtidos através da Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de São Paulo de 2007, conhecida como Pesquisa OD.

Esta pesquisa, coordenada pelo METRÔ, é realizada a cada 10 anos, desde 1967, com investimentos do próprio Metrô (parcela mais significativa) e de outras entidades como a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), a Empresa Metropolitana de Trens Urbanos (EMTU), a SPTrans e a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), além de contar com a colaboração das concessionárias de energia elétrica.

A Pesquisa OD fornece informações sobre os deslocamentos diários dos cidadãos, ou seja, as principais rotas, os meios de transporte utilizados, duração das viagens, assim como informações socioeconômicas, constituindo um retrato dos hábitos da população da RMSP. Esses dados são obtidos através de visitas domiciliares em que são preenchidos questionários específicos para a pesquisa.

A Pesquisa OD contempla também a Pesquisa de Linha de Contorno, que contempla a contagem de veículos e passageiros em vias de acesso à RMSP.

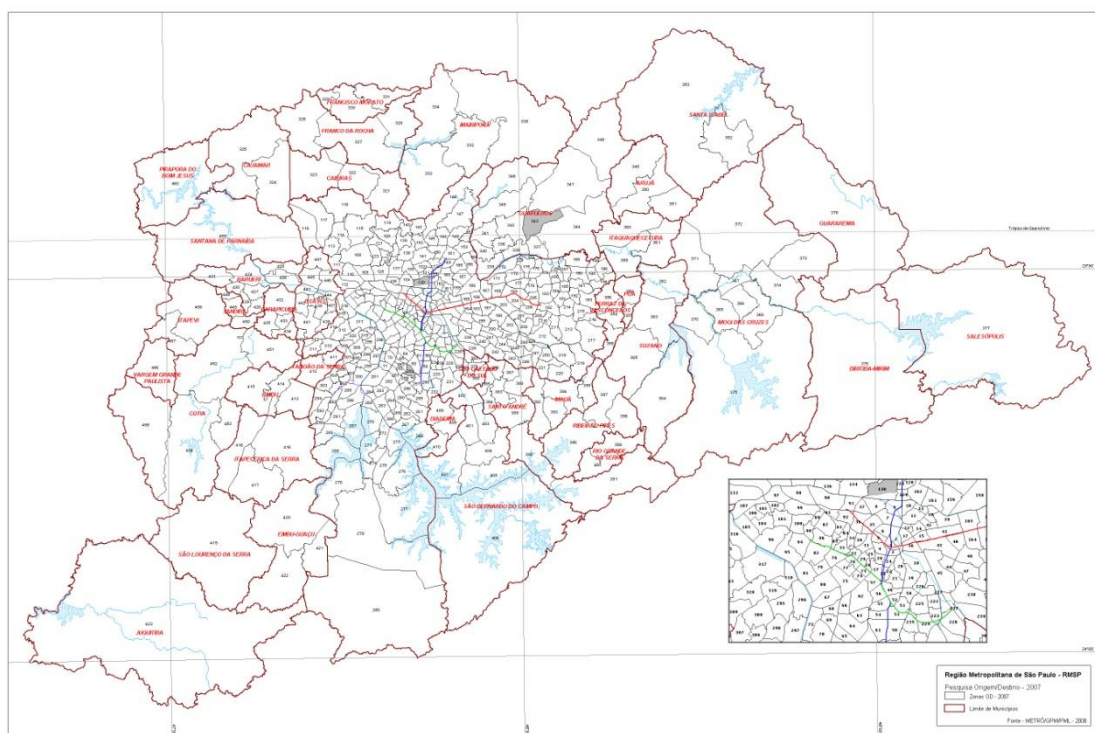
A OD é a principal ferramenta utilizada no planejamento de sistemas de transportes, e também em outros setores da economia, como saúde, educação e segurança, contribuindo para nortear políticas públicas. Os resultados da OD também são disponibilizados e utilizados por empresas do setor privado em estudos de diferentes naturezas.

A Pesquisa OD 2007 foi disponibilizada no *site* do Metrô neste ano, mediante um cadastro. Neste endereço eletrônico são encontrados todos os seus resultados bem como a base matemática da pesquisa, mapas, zoneamento, tabelas e matrizes de viagens, assim como um relatório síntese das principais conclusões obtidas com a pesquisa.

Para efeito de simplificação para o estudo em questão, foram considerados apenas os dados referentes ao transporte coletivo, que engloba metrô, trem, ônibus, transporte fretado, transporte escolar, vans, microônibus e lotação. Sendo assim, usuários de transportes individuais motorizados, como táxis e automóveis, e não motorizados, como bicicletas e a pé, não foram considerados nesta etapa, para fins de estimativa da demanda.

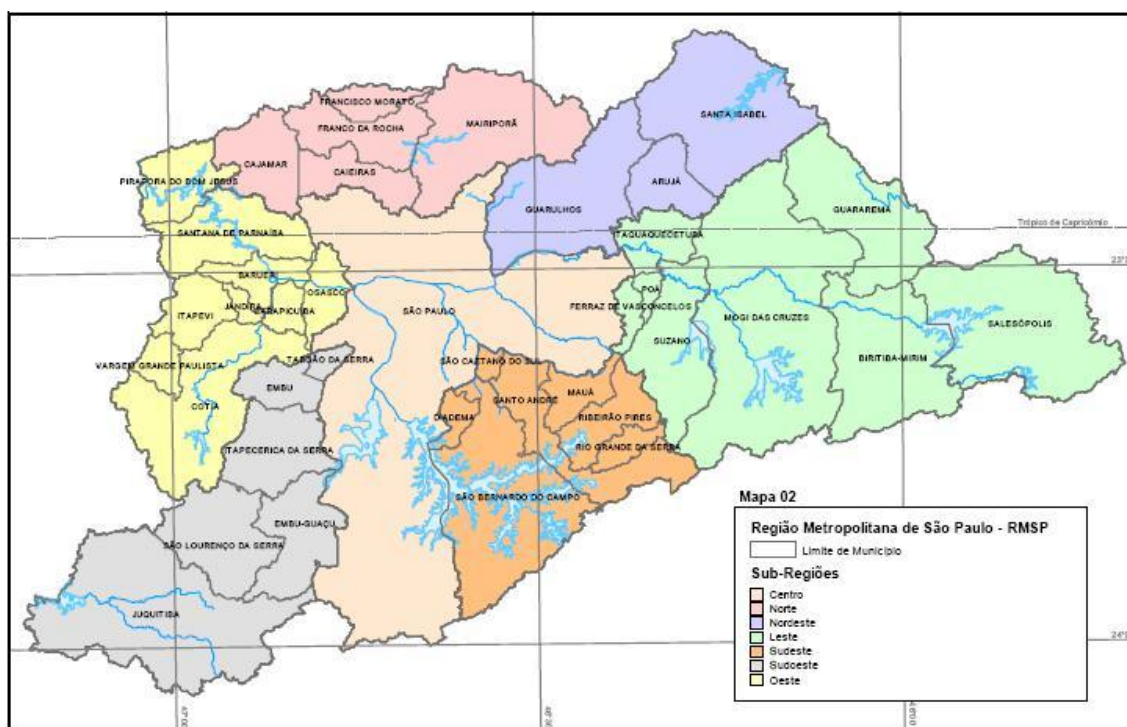
## Zoneamento da OD 2007

A pesquisa OD divide a região estudada, no caso a Região Metropolitana de São Paulo, em zonas, o que permite a localização espacial da população e de suas viagens nestas zonas, determinando suas origens e seus destinos. A determinação destas zonas pelos pesquisadores se dá em função de critérios como a rede de transportes existente, barreiras físicas e geográficas, limites entre municípios e distritos, densidade demográfica, assim como comparação com o zoneamento da versão anterior da pesquisa. Na pesquisa OD 2007, a RMSP foi dividida em 460 zonas, sendo que só o município de São Paulo foi dividido em 320 zonas. O zoneamento é mostrado na figura a seguir:



**Figura 23 – Zoneamento da OD 2007 (Fonte: Pesquisa OD RMSP 2007)**

Para fins de apresentação dos resultados, a RMSP também foi dividida em sub-regiões da Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos, a STM. Essas sub-regiões são: Centro, Norte Nordeste, Leste, Sudeste, Sudoeste e Oeste. A figura que representa a divisão da RMSP em sub-regiões é mostrada abaixo.



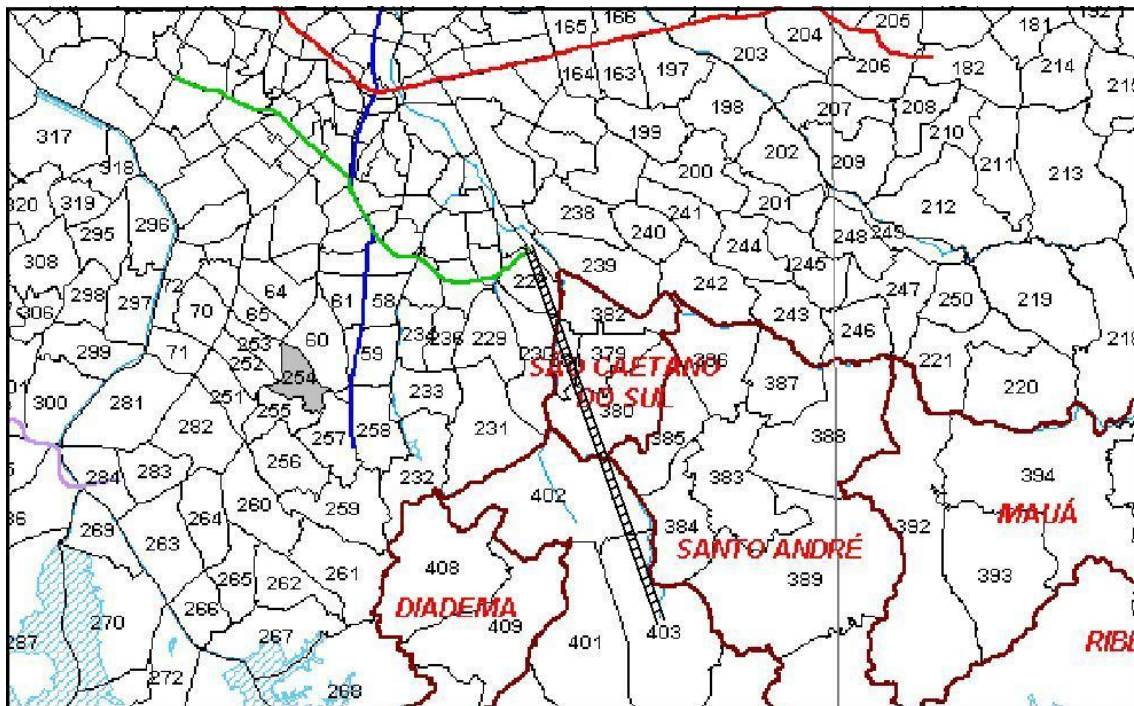
**Figura 24 – Divisão da Região Metropolitana de São Paulo em sub-regiões (Fonte: Pesquisa OD RMSP 2007)**

### Agregação de zonas

Como já dito anteriormente, algumas simplificações foram adotadas para a realização deste trabalho. No caso do estudo de demanda, além de só se utilizar dados referentes a deslocamentos em transporte coletivo, também foi feita uma agregação das zonas originais publicadas pela OD, para reduzir seu número e facilitar o estudo, sem que houvesse significativa perda de representatividade dos dados.

A primeira etapa para a realização da agregação das zonas foi determinar, sobre a planta das zonas originais, o local aproximado onde é prevista a passagem do VLT, já que a agregação é proporcional à distância das zonas em relação à área de interesse. Isso significa que, quanto mais perto do VLT a zona estiver, menos agregada ela será. As zonas que são atravessadas pela linha do VLT foram mantidas desagregadas, pois são áreas diretamente afetadas pela presença do sistema de transporte proposto. Sendo assim, os deslocamentos da população que tem origem ou destino nessas regiões devem ser estudados de forma mais detalhada do que nas outras regiões mais distantes, onde a implantação do VLT terá menor impacto. A figura a seguir representa o traçado do VLT.





**Figura 25 – Representação da passagem do VLT na planta de zoneamento da OD 2007**

Mantidas desagregadas as zonas de passagem do VLT, o próximo passo foi a progressiva agregação das zonas adjacentes, em função da distância e da oferta de outros modos de transporte público. Neste caso, foi considerada somente a oferta da rede de metrô, através das possíveis conexões com a rede de VLT proposta.

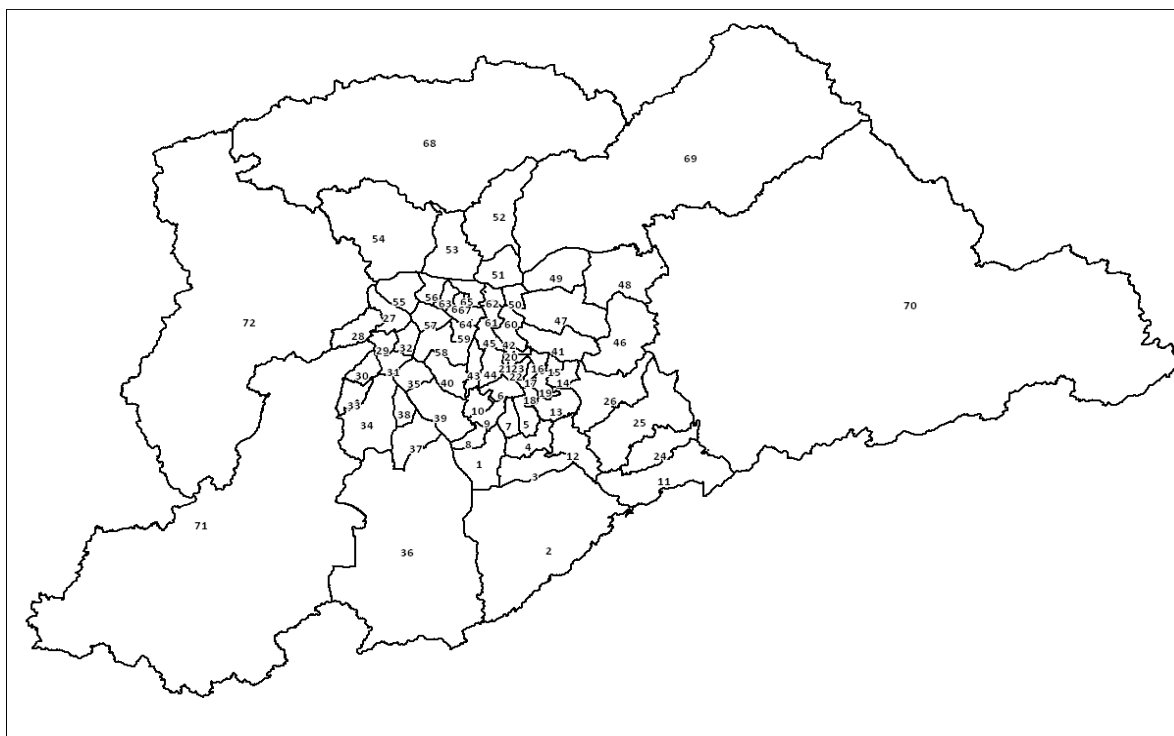
Com exceção das sub-regiões Centro, composta apenas pelo município de São Paulo, e Sudeste, composta pelos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra, as outras sub-regiões foram agregadas cada uma em uma única zona, pois estão localizadas muito longe da área estudada.

Dentro do município de São Paulo, a agregação foi feita em pequenas zonas, devido à grande densidade populacional, à grande demanda por meios de transporte e à grande oferta de outros modos. O primeiro critério adotado foi reunir zonas de um mesmo bairro. Para regiões com elevada demanda em função das atividades que concentram, como é o caso da Sé, que possuiu ainda uma densa rede de transportes, não foi feita agregação a outros bairros, apenas uniu-se as três zonas originais nas quais o bairro havia sido desagregado em uma única zona. Já para regiões mais afastadas do eixo do VLT, chegou-se a agregar mais de um bairro em uma mesma zona.

Este processo foi realizado para todas as zonas, seguindo os critérios apresentados acima de forma simplificada, tomando-se dois principais cuidados:

- Não agregar zonas que não estejam geograficamente ligadas.
- Não agregar zonas, mesmo pertencentes a um mesmo bairro, que estejam separadas pela passagem de uma linha de outro modo de transporte.

Sendo assim, chegou-se a um novo zoneamento, formado agora por apenas 72 zonas, que pode ser observado na figura abaixo:



**Figura 26 – Novo Zoneamento Adotado**

Após a definição do novo zoneamento, o último passo foi alterar a matriz de viagens para transporte coletivo original da OD, relacionando-a com as novas zonas definidas e recalculando os números de viagens da matriz para a situação de interesse.

### **Traçado das linhas de desejo**

As linhas de desejo constituem uma forma de representação gráfica da demanda. Cada linha representa o volume de viagens em termos de sua origem e destino, tendo como base o zoneamento adotado. As linhas são desenhadas conforme uma escala pré-determinada, onde a espessura de cada linha representa a quantidade de viagens entre as diferentes zonas. No caso deste trabalho, a representação das linhas de desejo foi feita através de cores, onde as cores quentes representam os maiores intercâmbios de viagens e as cores frias os menores intercâmbios. Cada cor, portanto, representa um intervalo de número de viagens. Através das linhas de desejo, foi possível observar os principais fluxos e intercâmbios entre as zonas de tráfego.

Para o traçado das linhas de desejo de acordo com o novo zoneamento proposto, dividiu-se a Região Metropolitana de São Paulo em três zonas de estudo:

- **Área de Influência Direta (AID):** é composta pelas zonas diretamente afetadas pela implantação do sistema de transporte proposto, ou seja, são aquelas zonas lindeiras ao eixo do VLT, e nas quais, devido à proximidade, deverá concentrar maior número de potenciais usuários.

- Área de Influência Indireta (AII): é formada pelas zonas adjacentes às zonas da AID, nas quais a operação do sistema de VLT pode ter influência, ou seja, pode atrair demanda para sua utilização, mas não de forma direta. Isso significa que os usuários do VLT que tem origem ou destino na AII utilizam além deste outros sistemas de transporte para que possam ter acesso ao sistema estudado. Por exemplo, um usuário que utiliza uma linha de ônibus para ir até um ponto de parada do VLT, e assim poder utilizar este serviço.
- Área de Influência Remota (AIR): representam toda a RMSP exceto a AID e a AII. São zonas que, devido à grande distância em relação à área de implantação do VLT, sofrem uma influência muito menor deste processo se comparada às outras regiões. Os usuários desta região que utilizarão o VLT só o farão devido à integração com o Metrô ou com a CPTM.

Em função do grande número de fluxos existentes na matriz de viagens, mesmo com o zoneamento reduzido (uma matriz 72x72 fornece dados de números de viagens em mais de 5000 diferentes combinações de origens e destinos), representamos apenas as linhas de desejo internas à Área de Influência Direta, ou seja, só representaremos as viagens que tem origem e destino dentro da AID. Os fluxos de viagens entre as diferentes zonas de influência podem ser observados na tabela abaixo:

	<b>AID</b>	<b>AII</b>	<b>AIR</b>	<b>Total</b>
<b>AID</b>	420341	205557	282565	908463
<b>AII</b>	205564	426448	278253	910265
<b>AIR</b>	286656	283541	11523916	12094113
<b>Total</b>	912561	915546	12084734	13912841

**Tabela 3: Número de viagens entre as zonas de influência**

Portanto, como visto na tabela acima, representamos através das linhas de desejo 420.341 viagens, distribuídas em 169 possíveis fluxos, apresentados em uma matriz de viagens 13x13.

Por fim, as linhas de desejo representam fluxos bidirecionais, ou seja, cada linha representa a soma do fluxo que vai de uma determinada zona à outra, em ambos os sentidos. Assim, a matriz final representada através das linhas de desejo corresponde à tabela mostrada abaixo:



		Zona de Destino												
		4	5	6	7	17	18	20	21	22	23	42	44	45
Zona de Origem	4	24525	83891	44996	7899	0	2023	0	0	573	0	3897	3529	129
	5		31327	16216	21750	816	2783	1520	92	3521	103	741	1415	1603
	6			7184	3346	1350	2288	1620	181	3642	953	1068	4290	3084
	7				7546	0	0	0	61	557	1568	0	1678	1671
	17					799	2269	803	574	0	287	741	0	312
	18						497	205	0	509	879	0	0	254
	20							624	183	10120	1989	1891	3536	384
	21								272	1928	182	57	0	744
	22									2966	15023	1498	1522	4276
	23										2378	57	638	1497
	42											5138	2277	3725
	44												11264	31404
45													11206	

Tabela 4: Matriz de viagens internas à AID, com fluxos bidirecionais

Finalmente, mostra-se a seguir o traçado das linhas de desejo:

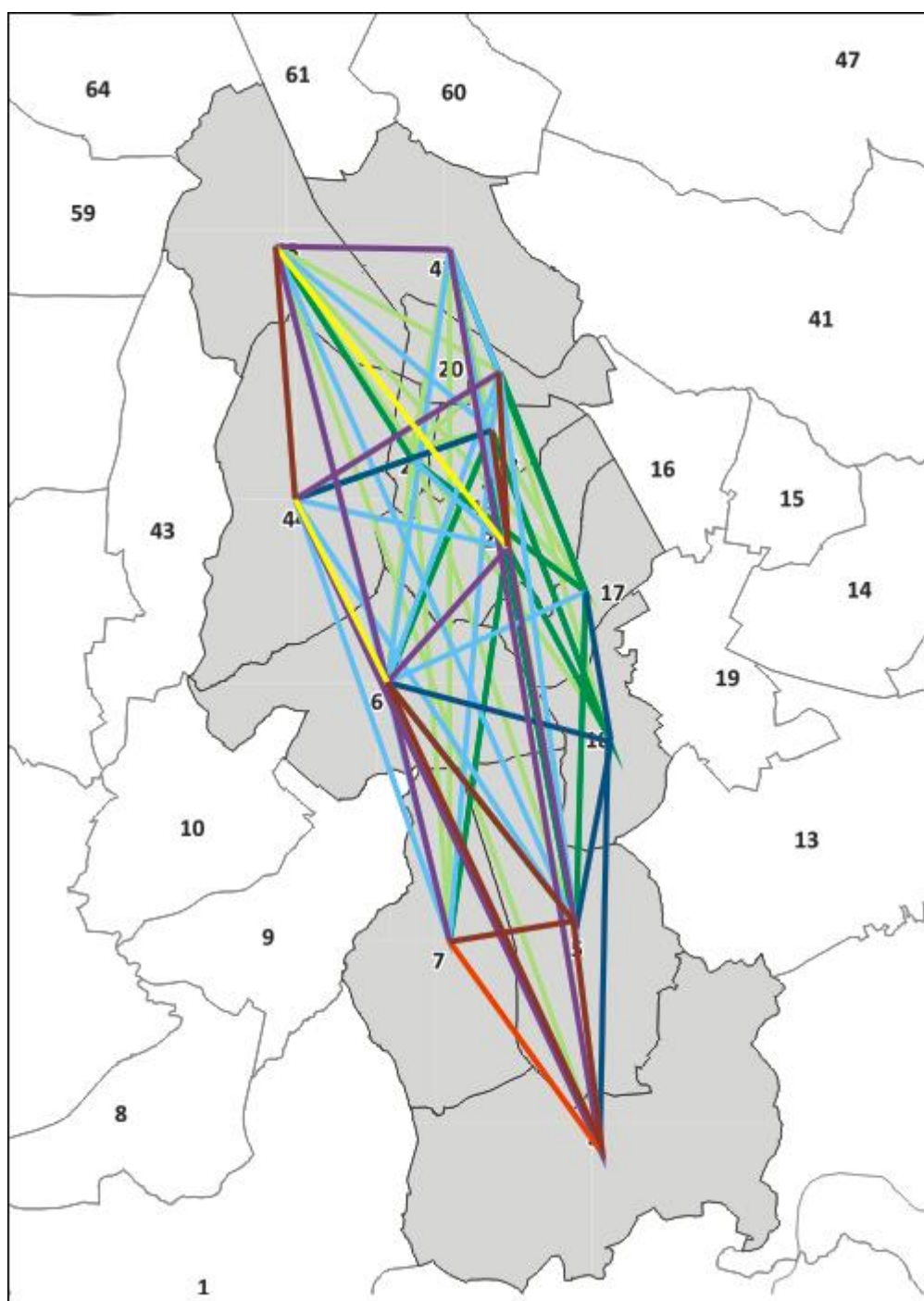


Figura 27 – Traçado das linhas de desejo

## **8.2 Estimativa do Carregamento ao Longo da Linha do VLT e Definição da Frota**

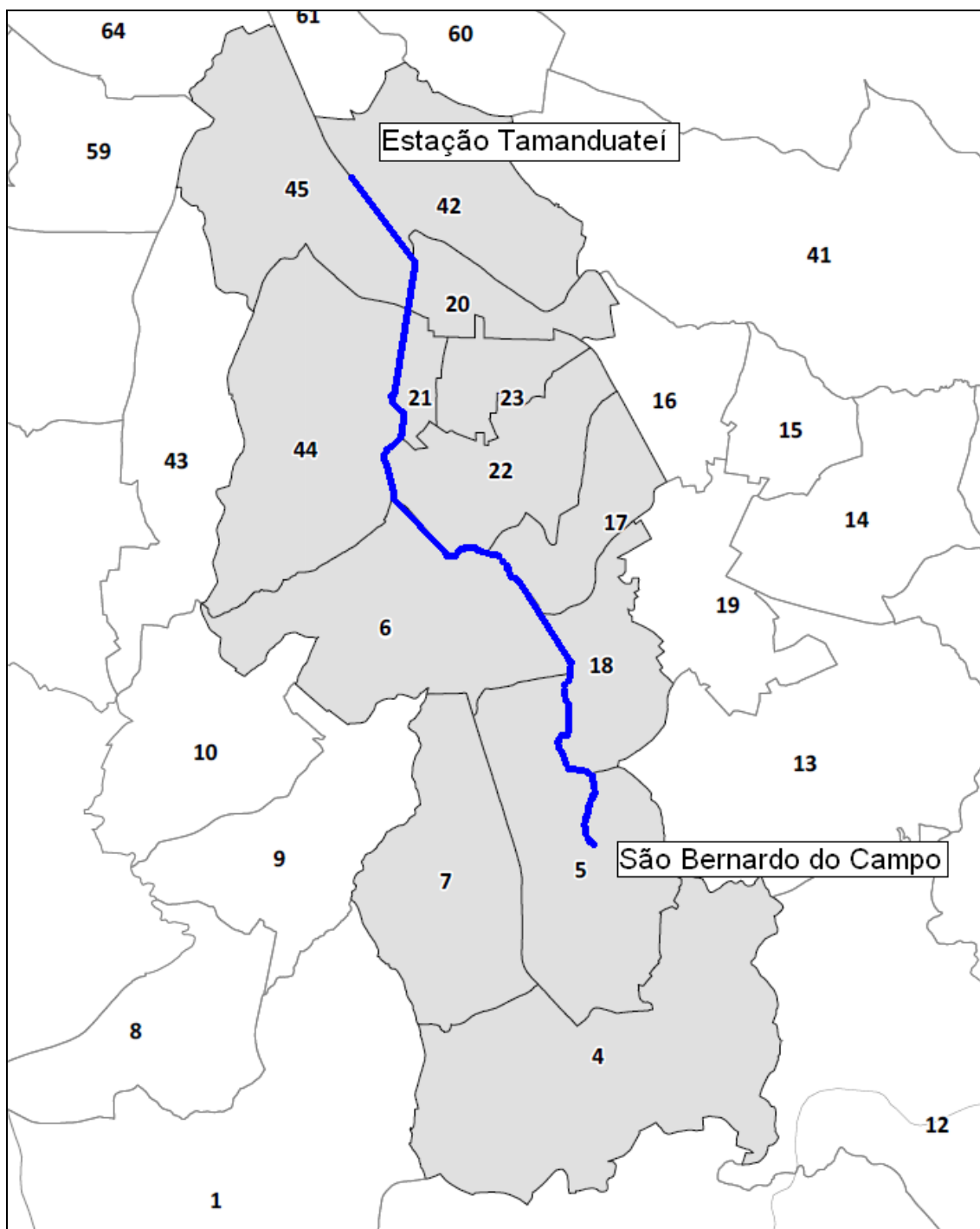
### **Objetivos e considerações**

A determinação do carregamento ao longo da linha de um sistema de transporte, ou seja, a estimativa do número de potenciais usuários que o sistema deverá comportar é etapa fundamental do projeto desse sistema, pois é com base neste número que serão determinados todos os parâmetros de funcionamento desse, tais como a frota (no caso do VLT, o número de composições e o número de vagões em cada composição), tempo de ciclo do sistema, tempo de espera, frequência e tarifas. O carregamento ao longo da linha servirá também para auxiliar na locação das estações, de forma que essas recolham de forma mais eficiente possível a demanda, que é distribuída de forma desigual ao longo do traçado.

No projeto de um sistema de transporte, a estimativa do carregamento é feita através de um software de simulação, que utiliza como dados de entrada a oferta de sistemas de transporte já existentes, o sistema proposto e alguns parâmetros de funcionamento pré-definidos desse, para que o software possa calcular a demanda para o sistema estudado com base nas preferências dos usuários. No estudo do VLT de São Bernardo do Campo, como não há ferramentas para a construção de uma rede de simulação real, algumas simplificações foram adotadas com base em outros estudos semelhantes.

### **Metodologia**

O primeiro passo para a determinação do carregamento ao longo da linha é a definição do traçado do VLT em relação às zonas de estudo definidas anteriormente. A premissa adotada para os cálculos que serão mostrados a seguir é que haja apenas 1 estação ou terminal por zona, sem que necessariamente esta configuração tenha de ocorrer na prática. Sendo assim, percebe-se que as zonas atravessadas pelo percurso do VLT são as zonas 5, 6, 17, 18, 20, 21, 22, 42, 44 e 45, como se mostra na figura a seguir. Deve-se notar que foram definidas 10 zonas, que resultarão em 10 estações, ou 2 terminais e 8 estações. Quanto à premissa adotada, o número de estações deve ser igual ao número de zonas, entretanto, sua locação pode variar.



**Figura 28 – Traçado do VLT em relação ao zoneamento proposto**

Definidas as zonas que serão estudadas, o próximo passo consiste no cálculo da contribuição de cada uma destas para a linha do VLT. Para tal, utilizou-se novamente a matriz de viagens da pesquisa OD da RMSP de 2007, contabilizando-se todas as viagens que tem como origem a zona estudada com destino a qualquer outra zona e as viagens que tem como origem qualquer outra zona com destino na zona estudada. Além disso, utilizou-se a divisão da Região Metropolitana de São Paulo em suas áreas de influência: Área de Influência Direta (AID), Área de Influência Indireta (AII) e Área de Influência Remota (AIR), definidas no capítulo 9, Estudo de Demanda. Portanto, para cada

zona de interesse, contabilizou-se todos os fluxos tendo como origem ou destino a zona estudada, separadamente dentro de cada área de influência. Por exemplo, para a zona 5, calculou-se o número de viagens quem tem a zona 5 como origem e destino em alguma zona da AID e vice-versa, o número de viagens com origem na zona 5 e destino em qualquer zona dentro da All e vice-versa e o mesmo em relação à AIR. O resultado deste processo pode ser verificado na tabela abaixo:

ZONA	Viagens nas Zonas de Interesse					
	Zona - AID	AID - Zona	Zona – All	All - Zona	Zona - AIR	AIR - Zona
5	104.853	92.252	57.814	59.470	20.489	23.502
6	47.953	49.449	34.723	33.866	19.181	20.244
17	3.717	5.032	7.996	6.619	7.377	7.018
18	6.945	5.259	17.967	16.630	7.382	7.423
22	23.651	25.448	9.406	9.686	13.932	13.435
21	2.327	2.218	2.654	2.808	847	1.929
20	11.505	11.992	1.825	1.955	7.510	7.799
44	35.507	37.312	11.745	13.715	57.564	54.290
45	36.172	35.323	9.984	9.756	69.384	71.950
42	13.447	12.779	4.377	4.347	39.155	39.031

**Tabela 1: Fluxos de viagens entre as zonas de interesse**

Entretanto, o carregamento da linha de VLT não será simplesmente a soma das contribuições encontradas, mas sim uma parcela destas que correspondem à parte da população que passará a utilizar o sistema estudado em detrimento a outros sistemas de transporte em operação.

Essa parcela de usuários que passaria a utilizar o VLT seria calculada através das redes de simulação, mas como descrito no início deste capítulo, algumas simplificações foram adotadas. No caso deste trabalho, foram adotados alguns valores de contribuição para cada uma das áreas de influência, com base nos estudos de demanda e simulação do Sistema Integrado Metropolitano da Baixada Santista (SIM RMBS), realizado pelo Consórcio Metrô Leve e na experiência de Consultores em Projetos de Sistemas de Transporte de média capacidade:

- AID: 20%. Ou seja, 20 % dos usuários que percorrem os fluxos mostrados na tabela acima passarão a usar o VLT, para cada zona. Esse número engloba tanto os usuários que utilizarão o sistema para curtas distâncias, como por exemplo, para se locomover dentro da própria AID, como por aqueles que o utilizarão o sistema para fazer as conexões com o Metrô e a CPTM.
- All: 7%. Este número é menor que o de potenciais usuários provenientes da AID, já que o sistema está fisicamente mais afastado, concentrando um menor número de potenciais usuários.

- AID: 2,5%. Representa a menor parcela das contribuições previstas, representada por aqueles usuários que utilizarão o sistema apenas pelas conexões que ele proporciona.

O resultado final, utilizando-se estes critérios descritos, pode ser contemplado na tabela abaixo, que representa a contribuição diária de cada área de influência para o sistema de VLT estudado:

Região	Movimentação total (pax/dia)	Contribuição	Usuários VLT
AID	563.142	20%	112.628
AII	317.344	7%	22.214
AIR	489.441	2,5%	12.236
TOTAL DE USUÁRIOS TRANSPORTADOS			147.078

**Tabela 2: Total de passageiros transportados**

Portanto, de acordo com a tabela, o sistema estudado comportará uma demanda diária de 147.078 passageiros, que representa a soma da contribuição de cada área de influência a linha de VLT.

Por fim, os parâmetros do sistema são calculados não para o carregamento total diário, mas sim, para a hora-pico, que é o horário de maior solicitação da linha, e no sentido dominante, ou seja, aquele no qual ocorre o fluxo mais intenso, que neste caso, é de São Bernardo em direção à São Paulo no período da manhã e o inverso no período da tarde. Novamente, foram utilizados dados fornecidos por Consultores em sua experiência com projetos semelhantes, e definiu-se os seguintes números:

- 10% da demanda diária encontra-se na hora-pico.
- 80% da demanda da hora-pico encontra-se no sentido de tráfego dominante.

O resultado da aplicação dos fatores acima à demanda diária resulta em uma solicitação do sistema na hora-pico e no sentido dominante de 11.766 passageiros. Entretanto, o projeto dos parâmetros de funcionamento deve ser feito em relação ao trecho crítico da linha do VLT. O valor exibido acima representa o total de passageiros que utilizam o sistema na hora crítica, mas sua presença na linha não ocorre de forma simultânea, pois enquanto alguns passageiros entram no sistema, outros saem dele. Sendo assim, deve-se determinar qual parcela do carregamento horário crítico se concentra no mesmo instante, e para tal, utilizou-se mais uma vez dados fornecidos por Consultores, segundo os quais:

- 70% da demanda na hora mais solicitada se concentra em um trecho crítico.

Dessa forma, o carregamento crítico de projeto resulta em 8.236 passageiros.



### 8.3 Definição dos Parâmetros de Funcionamento do Sistema

A partir do carregamento crítico do sistema estimado no capítulo anterior, serão definidos os parâmetros de funcionamento do VLT.

#### Definição do tempo de ciclo da linha

O tempo de ciclo de uma linha de transporte corresponde ao tempo que um veículo toma para realizar uma volta completa, ou seja, para sair do ponto inicial, ir até o ponto final e retornar ao ponto de partida. Este cálculo foi realizado com base na velocidade operacional do sistema, extraída dos estudos do SIM RMBS, correspondendo ao valor de 30km/h. Este valor representa uma velocidade média, que considera os seguintes parâmetros:

- Velocidade máxima do sistema, ou seja, a velocidade máxima na qual o VLT circula nos trechos entre paradas;
- Tempo de troca de sentido, ou seja, o tempo que a composição leva para manobrar no pátio;
- Tempo de parada nos dois terminais;
- Tempo de parada nas oito estações.

Considerando a extensão da linha de 14.4 km, encontrou-se ao tempo de ciclo de 58 minutos, ou seja, aproximadamente uma hora.

#### Definição da frota e do headway

Definido o tempo de ciclo, o próximo passo é a determinação da frota de veículos, de sua capacidade e do *headway* oferecido. Assim como para o cálculo do tempo de ciclo, foi necessária a definição de alguns parâmetros. Dos manuais técnicos do sistema de VLT, definiu-se:

- 3 vagões por composição, com capacidade total de 400 passageiros, o que significa um nível de ocupação de aproximadamente 6 pax/m<sup>2</sup>.

Além destes valores, utilizaram-se os valores previamente estimados:

- Demanda na hora-pico e sentido dominante: 8.236 passageiros
- Tempo de ciclo: 1 hora (60 minutos)

Sendo assim, determinou-se a frota do sistema como sendo:

$$FROTA = \frac{Demanda}{Capacidade} = \frac{8236}{400} = 20,59 = 21 \text{ veículos}$$

**Equação 1: Determinação da frota**

Portanto, a frota operacional do VLT deve ser de 21 veículos para que a demanda seja devidamente atendida. Definido o número de trens em circulação, determinou-se o headway da linha, como sendo:

$$Headway = \frac{TempoCiclo}{Frota} = \frac{60}{21} = 2,9 \text{ Minutos}$$

**Equação 2: Determinação do headway**

Portanto, o *headway* do sistema, ou seja, o tempo entre a passagem de dois veículos é de aproximadamente 3 minutos, proporcionando assim um serviço com um baixo tempo de espera.

Além da frota em operação, o sistema exige que haja uma frota de reserva, utilizada quando ocorre alguma manutenção nos veículos em operação. Baseando-se nos estudos do SIM RMBS, essa frota de manutenção deve ser 20% da frota operacional. Para um total de 21 veículos, 20 % representa 4.2 veículos, portanto adotou-se 4 veículos de reserva.

Sendo assim, a frota total exigida para o funcionamento do VLT de São Bernardo do Campo deve ser 25 composições.

Abaixo, segue tabela resumindo todos os parâmetros de funcionamento do sistema:

Numero de estações	8
Numero de terminais	2
Velocidade media operacional (km/h)	30
Comprimento do trecho (km)	14,4
Tempo de ciclo (min)	60
Numero de vagões por composição	3
Capacidade de cada composição (pax)	400
Nível de Ocupação (pax/m <sup>2</sup> )	6
Frota operação	21
Headway (min)	2,9
Frota manutenção	4
Frota Total	25

**Tabela 3: Resumo dos parâmetros de funcionamento do sistema**

## 8.4 Projeção da Demanda no Horizonte de Projeto

No estudo de implantação de um sistema de transporte, deve-se considerar o dimensionamento para um horizonte de projeto, ou seja, um período durante o qual o sistema deva vigorar. A projeção da demanda consiste na estimativa do crescimento populacional ao longo do período que se deseja estudar, que neste caso, adotou-se ser ao longo do período de concessão, determinado em 30 anos.

Com base neste estudo, pode-se determinar os ajustes que devem ser feitos a frota, para que esta continue atendendo a demanda necessária, e também os custos e receitas decorrentes destes reajustes, incorporando-os aos fluxo de caixa do empreendimento.

Mais uma vez, com base na experiência de Especialistas consultados para a realização deste trabalho, adotou-se um crescimento da demanda de 1,5% ao ano nos primeiros 10 anos da concessão e depois 1% ao ano nos próximos anos até o final do período.

A projeção da demanda no horizonte de projeto desejado pode ser observada no gráfico a seguir. Vale ressaltar que a projeção foi realizada sobre a demanda de projeto, ou seja, o carregamento do trecho crítico, inicialmente de 8.236 passageiros.

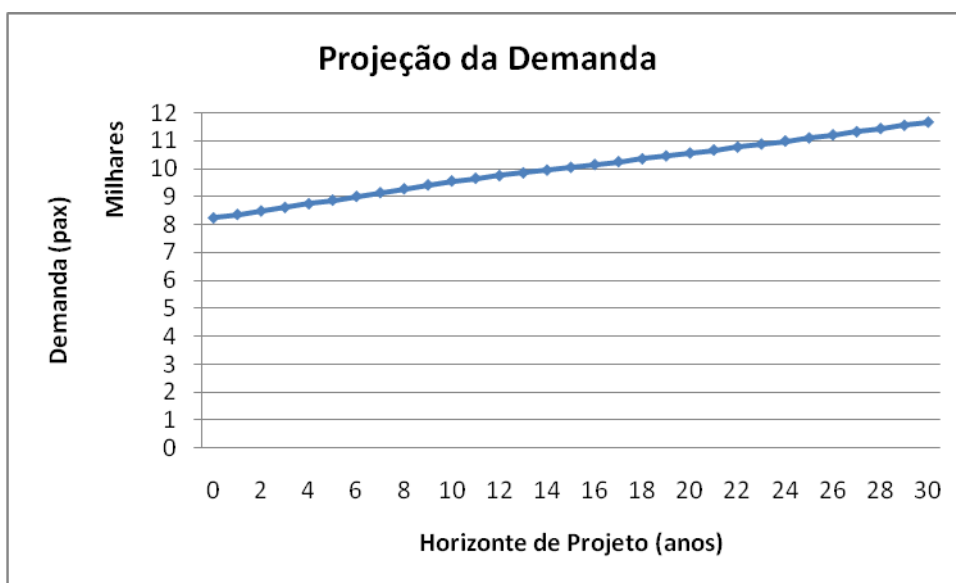


Gráfico 3: Projeção da demanda ao longo do horizonte de projeto

## **8.5 Determinação das Tarifas Aplicadas ao Sistema**

O sistema proposto da linha de VLT apresenta dois tipos de usuário: aqueles que são exclusivos do VLT, ou seja, aqueles que utilizarão somente o VLT para alcançarem seus destinos e os integrados, que representam aqueles que além do VLT ainda utilizarão outro meio de transporte, fazendo uma integração, que pode ser feita com o Metrô ou a CPTM, na futura Estação Tamanduateí, ou mesmo com alguma linha de ônibus. Cada um destes usuários pagará uma tarifa diferente para utilizar o sistema, como é mostrado a seguir.

### **Tarifa exclusiva do VLT**

Para a determinação da tarifa que será cobrada dos passageiros exclusivos do VLT, tomou-se como base as linhas de ônibus intermunicipais da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU), pois estas representam de forma mais aproximada o que há atualmente de oferta de sistemas transporte de média capacidade interligando São Paulo à São Bernardo do Campo. Sendo assim, o primeiro passo foi a obtenção da pesquisa no site da EMTU de todas as linhas intermunicipais ligando as duas cidades, com suas respectivas tarifas e extensões, seguida do cálculo, para cada linha, da tarifa/km.

Número	Descrição da Linha	Tarifa Autorizada	Extensão	Tarifa/km
4	SBC (Parque Alvarenga)/ SP (Terminal Sacomã)	3,60	34,38	0,10
6	SBC (Jardim Nazareth)/ SP (Terminal Sacomã)	3,30	27,04	0,12
50	SBC (Paço Municipal)/ SP (Saúde)	3,10	20,88	0,15
050EX1	SBC (Paço Municipal)/ SP (Saúde)	3,10	20,88	0,15
050EX2	SBC (Paço Municipal)/ SP (Campo Belo)	3,10	25,26	0,12
51	Diadema (Vila São José)/ SP (Saúde)	2,50	15,78	0,16
051EX2	Diadema (Vila São José)/ SP (Saúde)	2,50	10,13	0,25
69	Santo André (TM Santo André-Oeste)/SP (Fabrica Trol)	2,05	8,85	0,23
70	Santo André (TM Santo André Oeste)/SP (Fabrica Trol)	2,50	12,86	0,19
151	Santo André (Jardim Cambui)/ SP (Fabrica Trol)	2,50	15,36	0,16
151DV1	Santo André (Jardim Cambui)/ SP (Fabrica Trol)	2,50	16,73	0,15
152	SBC (Vila Euro)/ SP (Terminal Sacomã)	3,60	31,37	0,11
152EX1	SBC (Area Verde)/ SP (Terminal Sacomã)	3,60	29,47	0,12
153	SBC (Conjunto Terra Nova Ii)/SP (Terminal Sacomã)	3,60	30,09	0,12
154	SBC (Jardim Nazareth)/ SP (Terminal Sacomã)	3,60	33,31	0,11
182	SBC (Acampamento dos Engenheiros)/Diadema (TM de Diadema)	2,45	12,35	0,20
217	SBC (Conjunto Terra Nova Ii)/SP (Terminal Rodoviario Tiete)	3,90	34,07	0,11
218	SBC (Área Verde)/SP (Terminal Rodoviario Tiete)	3,90	34,45	0,11
218EX1	SBC (TM Ferrazópolis)/SP (Glicerio)	3,90	25,58	0,15
218EX2	SBC (TM Ferrazópolis)/SP (Glicerio)	3,90	24,72	0,16
280	Osasco (Centro)/SBC (TM de SBC)	6,00	38,50	0,16
280B1	SP (Cidade Universitária)/SBC (TM de SBC)	6,00	32,32	0,19
284M	SP (TM São Mateus)/SBC (Shopping Metrôpole)	2,55	14,15	0,18
285	SP (TM São Mateus)/SBC (TM Ferrazópolis)	2,55	17,20	0,15
288	SBC (TM Ferrazópolis)/SP (TM Jabaquara)	2,55	17,25	0,15
314	SBC (Jardim Las Palmas)/SP (Terminal Rodoviario Tiete)	3,65	39,10	0,09
323	Santo André (TM Santo André Oeste)/SP (Jardim Climax)	2,50	15,27	0,16
359	SBC (Paço Municipal)/ SP (Saúde)	3,10	20,85	0,15
359EX1	SBC (Paço Municipal)/ SP (Saúde)	3,10	20,85	0,15
406	Santo André(TM Santo André-Leste)/SP (Fabrica Trol)	2,50	10,15	0,25
431	SBC (Jardim Las Palmas)/SP (Terminal Sacomã)	3,60	32,28	0,11
446	SBC (Vila Florida)/ SP (Saúde)	2,50	11,89	0,21

**Tabela 4: Linhas de ônibus da EMTU São Bernardo do Campo – São Paulo**

Da relação apresentada acima, pode-se extrair as seguintes informações:

- O aumento da tarifa não ocorre linearmente em relação ao aumento da extensão da linha
- O valor da tarifa por quilômetro é tão menor quanto maior for a extensão da linha

Portanto, para deduzir o valor da tarifa que será definida para o VLT, não pode ser feita uma relação direta com a lista de linhas mostrada na tabela. O procedimento adotado para contornar a situação consiste nas seguintes etapas:

- Definição de um intervalo de extensão das linhas no qual esteja incluída a extensão da linha estudada. O objetivo é extrair uma relação entre as tarifas apenas das linhas que possuírem características semelhantes a linha que deseja-se projetar, proporcionando um resultado mais consistente. Dessa forma, definiu-se o intervalo entre 10,0 e 17,0 km, obtido da Grade Tarifária da EMTU, compreendendo a extensão da linha em questão, de 14,4 km de extensão.
- Exclusão das linhas que estiverem fora deste intervalo, conforme é apresentado na tabela a seguir:

Número	Descrição da Linha	Tarifa Autorizada	Extensão	Tarifa/km
51	Diadema (Vila São José)/ SP (Saúde)	2,50	15,78	0,16
051EX2	Diadema (Vila São José)/ SP (Saúde)	2,50	10,13	0,25
70	Santo André (TM Santo André Oeste)/SP (Fabrica Trol)	2,50	12,86	0,19
151	Santo André (Jardim Cambui)/ SP (Fabrica Trol)	2,50	15,36	0,16
151DV1	Santo André (Jardim Cambui)/ SP (Fabrica Trol)	2,50	16,73	0,15
182	SBC (Acampamento dos Engenheiros)/Diadema (TM de Diadema)	2,45	12,35	0,20
284M	SP (TM São Mateus)/SBC (Shopping Metrôpole)	2,55	14,15	0,18
323	Santo André (TM Santo André Oeste)/SP (Jardim Clímax)	2,50	15,27	0,16
406	Santo André(TM Santo André-Leste)/SP (Fabrica Trol)	2,50	10,15	0,25
446	SBC (Vila Florida)/ SP (Saúde)	2,50	11,89	0,21

**Tabela 5: Linhas da EMTU utilizadas como referência para cálculo da tarifa**

- Cálculo da média das tarifas/km das linhas remanescentes, representadas na tabela acima.

Realizando o procedimento descrito, encontra-se uma tarifa média por quilômetro de R\$ 0,19. Aplicando este valor sobre o trecho em questão, de 14,4 km, o valor final da tarifa que será cobrada dos usuários exclusivos do VLT é de R\$ 2,70.

### Tarifa integrada

O valor da tarifa integrada utilizada é proveniente de uma relação de proporção com o modelo de integração tarifária vigente atualmente, entre o metrô e ônibus (já que na região não há outro sistema do tipo VLT). Considerando que o bilhete do metrô encontra-se hoje a R\$ 2,55 e o bilhete integrado custa R\$ 3,60 para o usuário dos dois meios de transporte, fazendo uma proporção com a tarifa exclusiva definida para o VLT de R\$ 2,70, encontramos um valor de tarifa integrada de R\$ 3,90, como mostra a tabela abaixo:

Tarifa exclusiva do VLT	2,7	Metrô	2,55
Tarifa integrada	3,90	Integrado	3,6

**Tabela 6: Tarifas**



## 8.6 Estimativa da Receita Operacional do Sistema

A receita operacional consiste no valor de arrecadação que o sistema fornece ao final de um ano de operação. Ela é composta pelo pagamento das tarifas dos usuários exclusivos e dos integrados. A composição deste cálculo seguiu algumas premissas, como foi orientado pelos Especialistas consultados:

- A arrecadação oriunda dos passageiros exclusivos é 100% direcionada para a receita do sistema VLT.
- Quanto aos usuários integrados, adotou-se que apenas 50% da arrecadação é convertida para o sistema VLT, enquanto os outros 50% são direcionados para a administração dos outros meios de transporte da integração.
- Definiu-se que 1 ano operacional possui 320 dias, pois este valor incorpora a contribuição dos sábados e domingos, já que o funcionamento do sistema nestes dias é menor que durante a semana, representando portanto, menor contribuição.

O resumo dos cálculos realizados para definir o valor da receita operacional pode ser contemplado na tabela a seguir:

	Nº Usuários	% dos usuários	Tarifa	Dias/Ano	Arrecadação Total	% da Receita para o VLT	Receita VLT
<b>Pax Exclusivos VLT</b>	112.628	77%	2,70	320	97.310.878,85	100%	97.310.878,85
<b>Pax Integrados</b>	34.450	23%	3,90	320	42.993.761,24	50%	21.496.880,62
<b>RECEITA OPERACIONAL ANUAL DO VLT</b>							<b>118.807.759,47</b>

**Tabela 7: Receita Operacional Anual Estimada do VLT**

## 9. Infra-estrutura, material rodante e pátios/oficinas

Nesse item vamos apresentar os principais elementos relacionados à infraestrutura do sistema, dando ênfase também ao material rodante.

### 9.1 Via Permanente

A via permanente consiste basicamente nos trilhos pelos quais o VLT vai se movimentar. A sua função essencial é assegurar a continuidade mecânica do seguimento que suporta o material rodante, garantindo condições adequadas de segurança, conforto vibratório e acústico e máxima vida útil.

Um dos grandes diferenciais do VLT em relação aos sistemas de trem comuns, é que o VLT possui características técnicas e operacionais que garantem bom desempenho tanto em via férrea segregada quanto em meio ao tráfego rodoviário urbano. No segundo caso, para que o sistema tenha preferência em relação aos carros, existem alguns artifícios que podem ser empregados, tais como gramar um determinado trecho ou criar uma diferença de nível entre a faixa comum e a do VLT, inibindo o motorista de mudar de pista. Existe também a possibilidade de se segregar completamente a via do VLT da via comum.



**Figura 29 - VLT trafegando em região gramada**

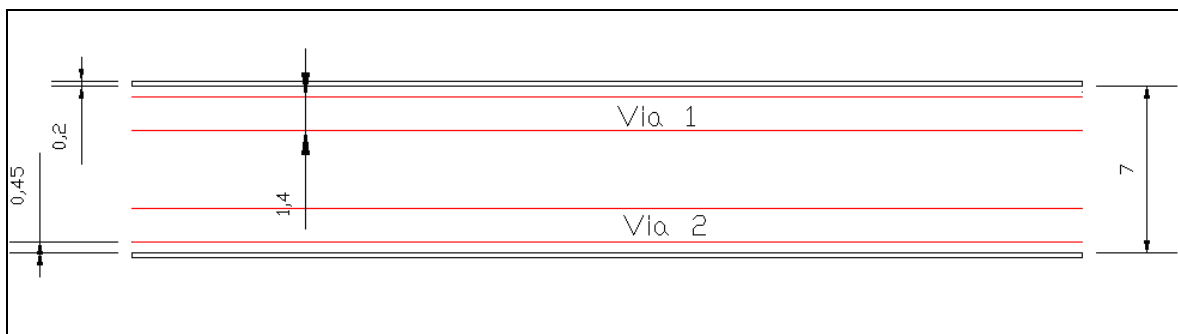


**Figura 30– Curva de pequeno raio**

Outro diferencial desse sistema é sua maior mobilidade. Por ser menor e mais leve, ele consegue vencer maiores declividades e realizar curvas com menor raio. Essas características tornam muito mais simples a inserção do sistema no ambiente urbano.

No trecho em questão será necessária a implantação 7,0 m de largura de via para o tráfego do VLT. Os trilhos do VLT possuem largura de 1,40 m, seus carros possuem 2,90 m, portanto, haverá uma distância de 1,20 m entre os trens de diferentes sentidos (na Via 1 e na Via 2). É importante salientar que haverá trechos de implantação em nível (no nível das ruas) e trechos elevados, conforme descrito em itens a seguir.

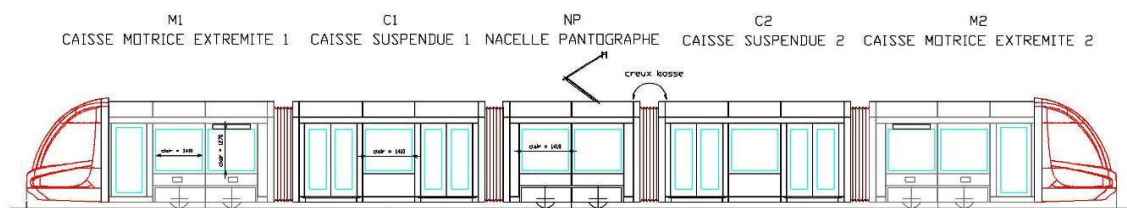
A seguir é apresentado um croqui da via permanente em planta.



**Figura 31 – Croqui de Dimensões da Via Permanente**

## 9.2 Material Rodante

O material rodante é composto de módulos ligados entre si por articulações e peças de intercirculação, possibilitando a instalação de largas passagens e fácil circulação de uma extremidade à outra do veículo, como pode ser observado na figura abaixo:



**Figura 32 - Esquema do material rodante com articulações**

No dimensionamento do material rodante se considera que ele estará acolhendo o numero máximo de passageiros, determinado para as horas de pico.

Abaixo, seguem as especificações técnicas do VLT, extraídas de texto da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU).

1. Número de Composições	2, 3 ou 4 carros engatados
2. Movimentação	Bidirecional
3. Comprimento do cada carro	16 m
4. Largura Externa Máxima	3 m
5. Altura máxima do Veículo	4 m
6. Espaço Necessário para os dois carros	12 m
7. Tipo de Motorização	Elétrica
8. Peso Máximo por Eixo	10.000 kgf
9. Capacidade Média de Passageiros/Carro	170 passageiros
10. Velocidade Máxima Operacional	80 km/h
11. Aceleração e Desaceleração Máximas	0,9 e 1,2 m/s <sup>2</sup>
12. Raio Mínimo de Curva Vertical	400 m
13. Raio Mínimo de Curva Horizontal	30 m
14. Peso Estimado do Veículo em Tara	28,5 ton
15. Peso Estimado do Veículo Carregado	40 ton

**Tabela 8: Especificações técnicas do VLT**

Esses dados podem apresentar alguma variação para cada tipo de veículo e fabricante, dado que existem vários modelos diferentes para atender a diferentes exigências de projeto.

### **9.3 Fonte de Alimentação**

O sistema de VLT pode ser tracionado por meio de energia elétrica ou utilizando motores a combustão e sistema de transmissão dinâmica. Nesse projeto optou-se pela utilização do sistema elétrico, por ser menos poluente.

Os carros podem receber a energia de duas maneiras: a primeira, e mais comum é a linha aérea de contato, composta por postes e catenárias. Os carros captam a energia utilizando um sistema que é composto de uma haste metálica que tange a rede aérea; a segunda opção é a captação feita pelo solo. Esse sistema tem custo muito mais elevado, e costuma ser utilizado em regiões onde a rede aérea causaria um desconforto visual muito grande, como em praças, por exemplo. Nesse caso a alimentação é feita por uma faixa que fica no meio dos trilhos. O sistema funciona de forma que só estarão eletrificados os trechos que estiverem sob o VLT. Dessa forma, eliminasse o risco de pedestres serem eletrificados.

Para se adequar a tensão do VLT, a energia será transformada nas diversas subestações elétricas instaladas ao longo da linha e equipadas com retificadoras. As subestações elétricas poderão se situar no solo, sobre o domínio público, ou enterradas, no caso de não haver áreas disponíveis em nível.



**Figura 33– Aparelhos das subestações**

## 9.4 Estações

As estações de passageiros devem facilitar a espera dos usuários, contando com local adequado para a proteção contra intempéries, e devem ser modeladas de forma que seja facilitado o embarque e desembarque dos passageiros. Para isso, usualmente as estações são construídas em nível com o piso do veículo, e a distância entre o veículo e o piso da estação deve ser mínima, garantindo maior acessibilidade ao sistema.



**Figura 34- -Estação de parada de VLT**



**Figura 35- Estação de parada de VLT**

As estações e terminais serão detalhados em itens a seguir.

## 9.5 Garagens e oficinas

Usualmente, a garagem deve acolher as oficinas e os equipamentos de manutenção da totalidade do sistema de VLT, bem como a troca das composições. Ela deverá acolher todos os equipamentos necessários, portanto, deve ser prevista uma grande área para essa finalidade.

Uma garagem deve agrupar as funções de manutenção dos materiais rodantes e equipamentos fixos da linha e de abrigo para os veículos. Pode também ter



funções operacionais, como ser a sede das salas administrativas ou da central de controle operacional.



**Figura 36 - Exemplo de oficina**



**Figura 37 - Estação de parada de VLT**

## **9.6 Características da Implantação do VLT – Nível ou Elevado**

O veículo leve sobre trilhos do ABC, em sua maior parte, margeia o córrego Ribeirão dos Meninos. A região enfrenta um problema crônico de inundação e a solução desse problema depende de diversas medidas estruturais e não estruturais.

O VLT terrestre apresenta inúmeras vantagens sobre o aéreo, levando isso em consideração, esse projeto considera que todas as intervenções propostas no Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT) estão concluídas, e dessa forma, o período de retorno para transbordamento do córrego é de 100 anos.

As principais vantagens são: menor emissão de ruídos, maior inserção urbana, não geração de sombreamento, menor poluição visual, maior acessibilidade, não dificulta a dispersão de poluentes e menores custos.

Com exceção dos custos e da acessibilidade, todos os outros problemas poderiam ser bastante minimizados se o VLT estivesse inserido em um via bastante larga e este fosse elevado a uma altura de pelo menos 5 metros. Na região de implantação do VLT isso não seria possível em grande parte do traçado.

No trajeto do VLT de São Bernardo do Campo a São Paulo foi necessário definir os trechos em que o VLT será implantado em nível e os trechos em que o mesmo será elevado.

Os trechos em nível são caracterizados pela implantação da Via Permanente no nível da rua ou via em que o VLT se encontrará inserido. Já os trechos em elevado, têm o nível aumentado progressivamente (nos locais de mudança de em nível para elevado, ou elevado para em nível) até o patamar máximo descrito a seguir.



Os trechos em nível são justificados pela presença de vias em que há a possibilidade geométrica de instalação da via permanente do VLT e suas estações, ambas inseridas na cota de nível da via urbana.

No caso das estações há a necessidade de 6,5 m para instalação da via permanente e de 5,0 m adicionais para instalação da plataforma. Já para os terminais, há a necessidade de 7,0 m adicionais para a instalação da plataforma.

Os trechos em elevado são justificados pela pequena largura de faixa da via existente, em que não há possibilidade de manter o tráfego de veículos leves e a via permanente do VLT. Adicionalmente, julgou-se necessário tornar trecho elevado em casos em que haja curvas com raio pequeno, como é o caso do trecho em que o VLT trafega da Av. Lauro Gomes para a Av. Guido Aliberti.

A cota mínima da estrutura da via permanente é de 4,5 m em relação à via de tráfego de veículos. Julgou-se que essa altura é confortável, pois possibilita que caso haja veículos pesados, seu tráfego não seja limitado pela presença do VLT.

A seguir é apresentado o quadro resumo com as descrições dos trajetos em nível ou elevado.

<b>Estações</b>	<b>Sentido da Via</b>	<b>Tipo de Plataforma</b>	<b>n. de faixas total da via</b>	<b>n. de faixas a desocupar</b>	<b>Larg. Canteiro Central (m)</b>	<b>Largura das Faixas (m)</b>	<b>Diferença de nível Plataforma/Via (m)</b>	<b>Comprimento Plataforma (m)</b>	<b>Largura Plataforma (m)</b>
Terminal São Bernardo do Campo	único	Elevada	6	1	-	19	4,5 + 1 = 5,5	85	7
Estação Shopping Metr�pole	duplo	Em nível	3+3	2	4,0	9,9+9,9	0,3	70	5
Est��� Nádia Montanheiro	duplo	Elevada	2+2		-	15,13	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Est��� Jo��o Daprat	duplo	Elevada	2+2		-	15,13	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Est��� Anel Viário Metropolitano	�nico	Em nível	4		-	14	0,3	70	5
Est��� Instituto Mau��	duplo	Elevada	1+1		-	10	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Est��� Bartolomeu Bueno	duplo	Elevada	2+2		-	12,4	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Est��� CEU Meninos	duplo	Em nível	3+3	2	5,6	10+10	0,3	70	5
Est��� Presidente Wilson	duplo	Em nível	1+1		-	14	0,3	70	2,5 (plataforma Intercalada)
Terminal Tamandateí	duplo	Em nível	1+1	2	-	13	0,3	115	7

Tabela 9: Quadro resumo de trechos elevados e em nível

## 9.7 Definição das Estações e Terminais

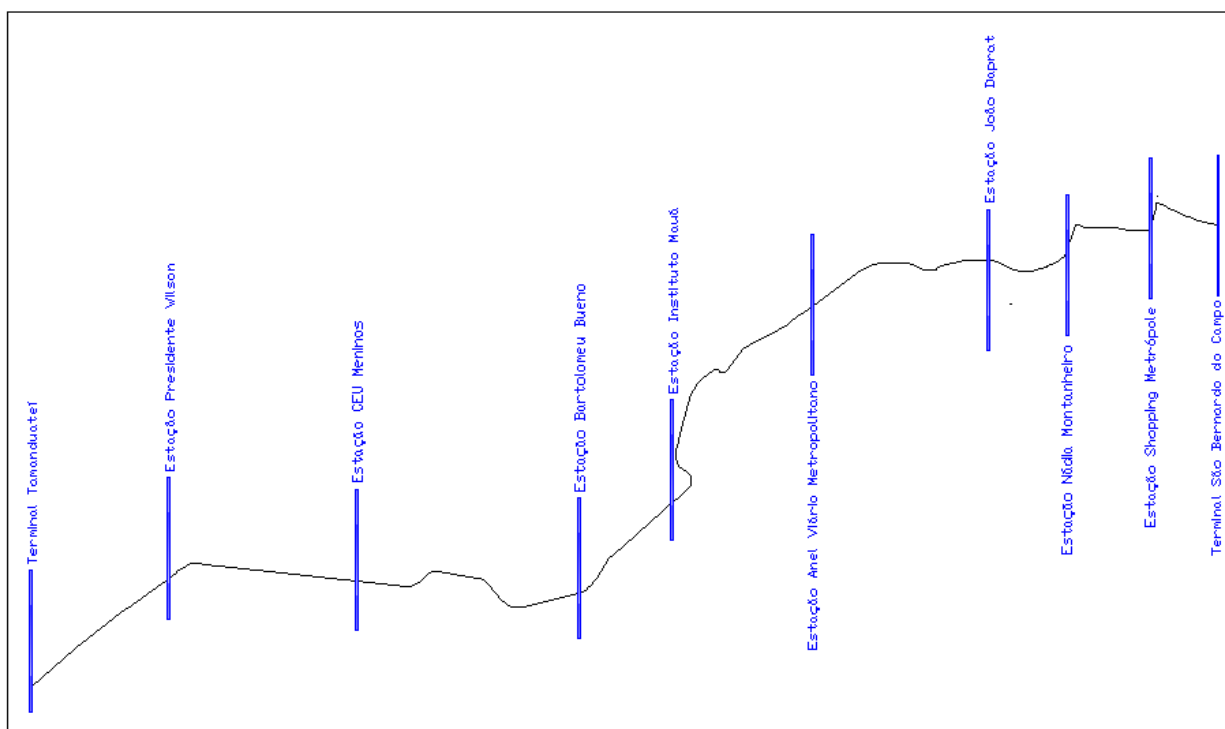
### Características Gerais

A projeto atual do VLT no trecho compreendido entre São Bernardo do Campo e São Paulo prevê a implantação de 2 terminais de transferência e de conexão e 8 estações que têm função de captação e distribuição de demanda estimada para o carregamento.

Foi priorizada a instalação de ao menos uma estação em cada zona de influência direta, de forma que a totalidade da demanda de cada uma dessas zonas fosse captada. Além disso, os terminais foram implantados nos extremos da linha do VLT.

Para a definição dos locais de implantação das estações foi necessária uma análise detalhada, que será apresentada adiante.

A seguir é apresentada a figura ilustrativa com a disposição das estações e terminais.



**Figura 38 - Disposição entre estações e terminais**

As distâncias entre as estações são apresentadas na tabela a seguir.

<b>Estação</b>	<b>Extensão Acumulada (m)</b>	<b>Intervalo entre estações (m)</b>
Terminal São Bernardo do Campo	0	
Estação Shopping Metr�pole	850	850
Estação Nádia Montanheiro	1880	1030
Estação João Daprat	2940	1060
Estação Anel Viário Metropolitano	4870	1930
Estação Instituto Mauá	7250	2380
Estação Bartolomeu Bueno	8640	1390
Estação CEU Meninos	10810	2170
Estação Presidente Wilson	12880	2070
Terminal Tamandateí	14200	1320

**Tabela 10: Estações e terminais do VLT do ABC**

### **Padrões a serem utilizados**

As estações e os terminais, de maneira geral, deverão ser dotados de identidade visual e sistema de informações ao usuário, além de serem construídos de acordo com os padrões internacionais acessibilidade.

A seguir são listadas as principais características das estações e terminais:

- Equipamentos associados ao sistema de transporte, tais como painéis informativos orientando os usuários a circular na rede de transporte, tempo estimado de viagem e tempo de espera para o próximo veículo;
- Itens de conforto e segurança, como proteção contra intempéries, bancos de apoio, iluminação, pisos antiderrapantes, gradis de proteção, corrimões e rampas, com especial atenção às necessidades das pessoas com deficiência (física, sensorial, mental ou múltipla) e das pessoas com mobilidade reduzida. Em algumas dessas estações poderá haver câmeras de TV conectadas à Central Integrada de Monitoramento da rede;
- Para estações ou terminais serão utilizadas coberturas metálicas a fim de proteger os passageiros de intempéries;
- No caso da estação em nível, o piso da plataforma de embarque e desembarque deve estar em nível superior ao da sarjeta do leito carroçável para facilitar o acesso dos usuários. Para as estações elevadas, o também

deverá estar em nível superior à plataforma, de modo a facilitar o acesso dos usuários;

- No caso de estação elevada, serão implantados sistemas de elevadores e escadas rolantes de degraus largos para uso de deficientes e idosos, gerando fácil acessibilidade. Para o restante da demanda, a utilização será somente por escada rolante;
- Na entrada do acesso às estações ou terminais, no nível da rua, será implantado sistema de catracas de bilhetagem para entrada restrita de usuários;
- Nas estações e terminais serão implantadas paredes de vidro e portas de correr nos locais de acesso ao VLT;
- Deverão ser implantados pontos de venda de bilhetes;
- Equipamentos de uso público, como lixeiras e pontos de informação.

Além disso, como os transbordos nos terminais de transferência exigem caminhada entre a plataforma e os outros modais (metrô, trem, trólebus), o deslocamento deverá ser através de calçadas com cobertura metálicas, a fim de proteger contra intempéries. Os pisos das calçadas e as travessias de pedestres deverão ser sinalizados e iluminados.

No caso das estações em nível deverão ser implantados semáforos de pedestres, além de implantação e intensificação da sinalização de regulamentação de velocidade, e de advertência. Além disso, torna-se necessária implantação de sinalização horizontal, como faixa de pedestres.

### **Dimensionamento - Estações e Terminais**

No caso de terminais, pelo elevado volume de passageiros decorrentes de transbordo ou troca de modais torna-se necessário realizar um dimensionamento relativo a área necessária para implantação, de forma que seja mantida segurança e conforto aos usuários.

Para o dimensionamento dos terminais as seguintes premissas foram adotadas:

- 80 % da demanda na hora-pico utilizarão o terminal da zona a qual ele pertence, e os 20 % restantes utilizarão outra estação que se situa na mesma zona;
- 20 % da demanda do terminal estarão presentes no mesmo intervalo de tempo;
- Como condição de conforto para os usuários, adotou-se o valor máximo de 2 passageiros/m<sup>2</sup>.

Nos itens a seguir estarão demonstradas as planilhas de cálculos da área dos terminais.

No caso das estações, de forma a simplificar, utilizou-se uma área padrão para todas as estações, de forma que não seja criado desconforto para a estação mais crítica.

Para as estações adotou-se largura de plataforma de 5,0 m e comprimento de 70,0 m. Ambas as dimensões tem capacidade de suprir a demanda de passageiros na hora-pico.

### **Justificativa de escolha - Estações e Terminais**

#### **Terminal São Bernardo do Campo – VLT**

O terminal São Bernardo do Campo atenderá demanda das áreas centrais de São Bernardo. Adicionalmente, ele permitirá troca de modais entre Trólebus e VLT.

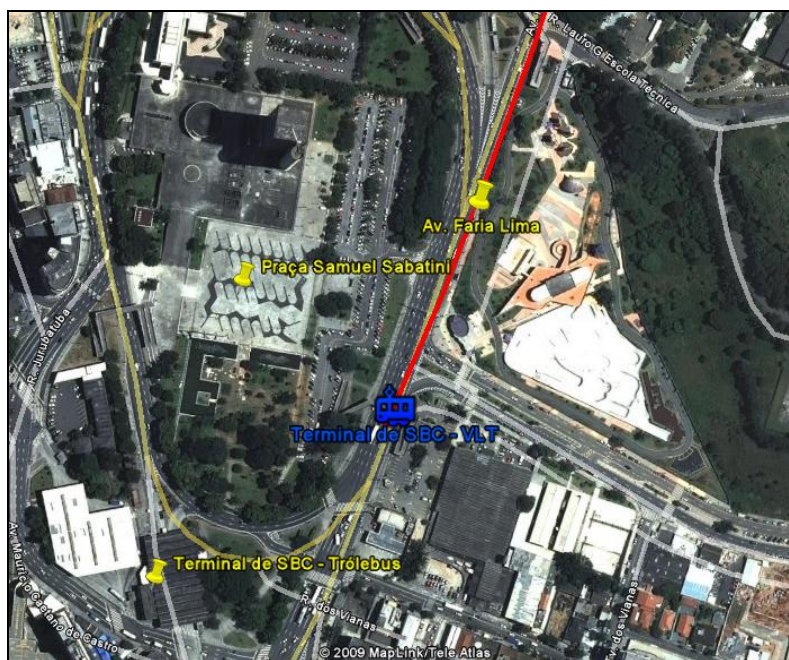
Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que o terminal está inserido na zona 5, ou seja, possui demanda de 7.403 passageiro na hora-pico. Para fins de projeto de dimensionamento, considera-se, por segurança, que 80 % da demanda irá utilizar o terminal, e não a Estação Shopping Metrôpole, também inserida na zona 5. Além disso, adotou-se que 20 % da demanda que utilizará o Terminal o utilizarão no mesmo período. A tabela a seguir mostra o dimensionamento da área necessária de Terminal para atender a demanda.



Terminal São Bernardo do Campo		
Descrição	Quantidade	Unidade
Demanda da Zona 5 na Hora-Pico	7.402,6	pax/hora pico
Demanda do Terminal -> 80% da demanda hora-pico da zona 5	5.922,1	pax/hora pico
20% da Demanda do Terminal	1.184,4	pax/hora pico
Condição de conforto	2	pax/m <sup>2</sup>
Área Necessária	592	m <sup>2</sup>
Comprimento	85	m
Largura	7,0	m

**Tabela 11: Características do Terminal São Bernardo do Campo**

O Terminal São Bernardo do Campo atenderá às áreas centrais de São Bernardo, tendo como início a Av. Faria Lima, situada em frente à prefeitura do município, à Praça Samuel Sabatini e ao Terminal de Trólebus.



**Figura 39 - Imagem da conexão entre os modais**

A edificação referente ao Terminal é elevada, apresentando dois níveis diferentes em relação ao nível da rua. O primeiro nível é o correspondente à plataforma-passarela, e apresenta altura de 4,5 m em relação ao nível da rua, já o segundo nível é o referente à plataforma de embarque. A implantação de dois níveis diferentes foi necessária, pois permite que os usuários tenham acesso à plataforma de embarque do VLT de forma segura.

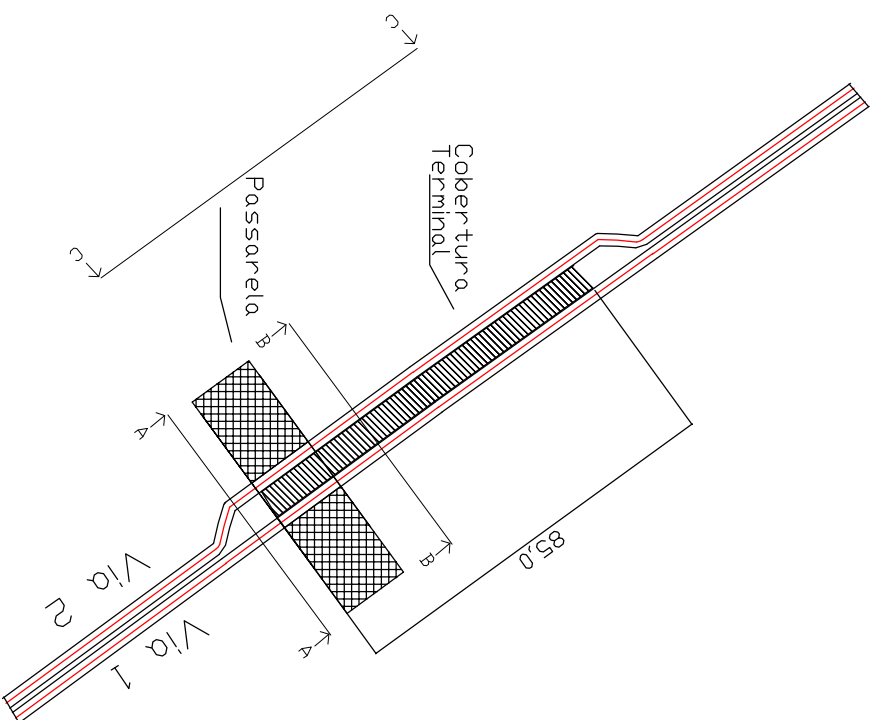
A entrada do acesso à plataforma-passarela é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete. O acesso à plataforma-passarela é realizado através de elevador e de escadas rolantes (em ambos os lados da avenida). O acesso à plataforma de embarque do VLT é realizado através de escadas rolantes (de ampla largura e degrau).

A conexão com o Terminal São Bernardo do Campo de Trólebus será feita através de intensificação de sinalização para os pedestres que necessitarão atravessar a rua que corta a Praça Samuel Sabatini, utilização de gradis na área de praça, a fim de direcionar o tráfego de passageiros, apresentado, portanto, maior segurança. Para o conforto dos usuários, na interligação entre o Terminal de Trólebus e Ônibus e o Terminal de VLT será implantado cobertura metálica.

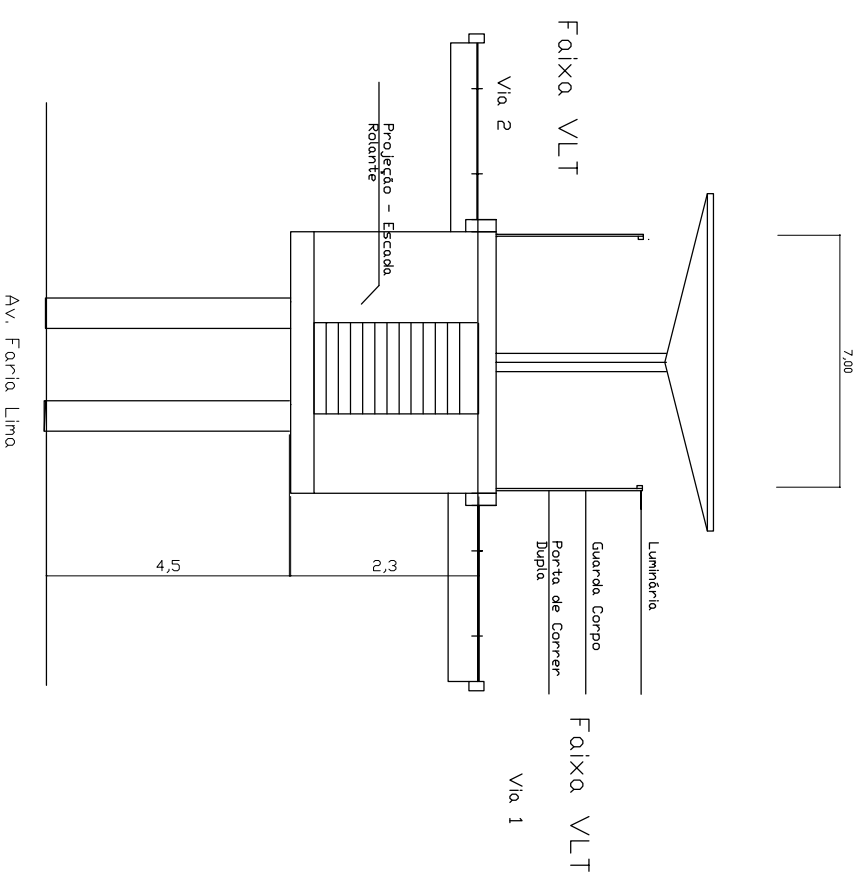
Os croquis referentes ao terminal, bem como as modificações necessárias na conexão entre o Terminal de VLT e o Terminal de Ônibus e Trólebus são apresentadas a seguir.

# TERMINAL SÃO BERNARDO DO CAMPO

VISTA EM PLANTA



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

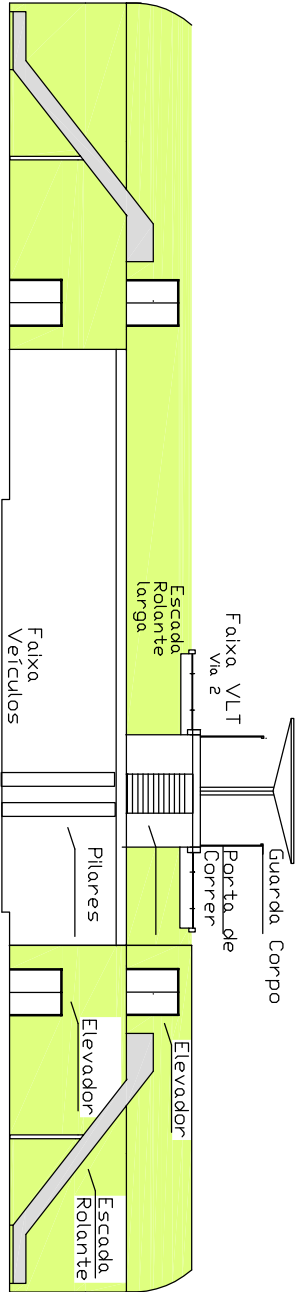
NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

TERMINAL SÃO BERNARDO DO CAMPO

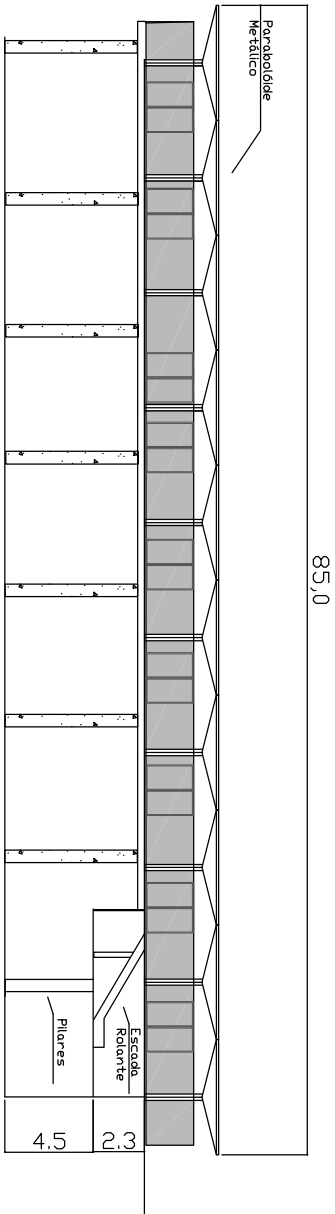
VISTA A-A

VISTA TRANSVERSAL INTERNA  
Passarela e Plataforma de  
Embarque



VISTA C-C

PERFIL LONGITUDINAL



s/ escala

Observação:

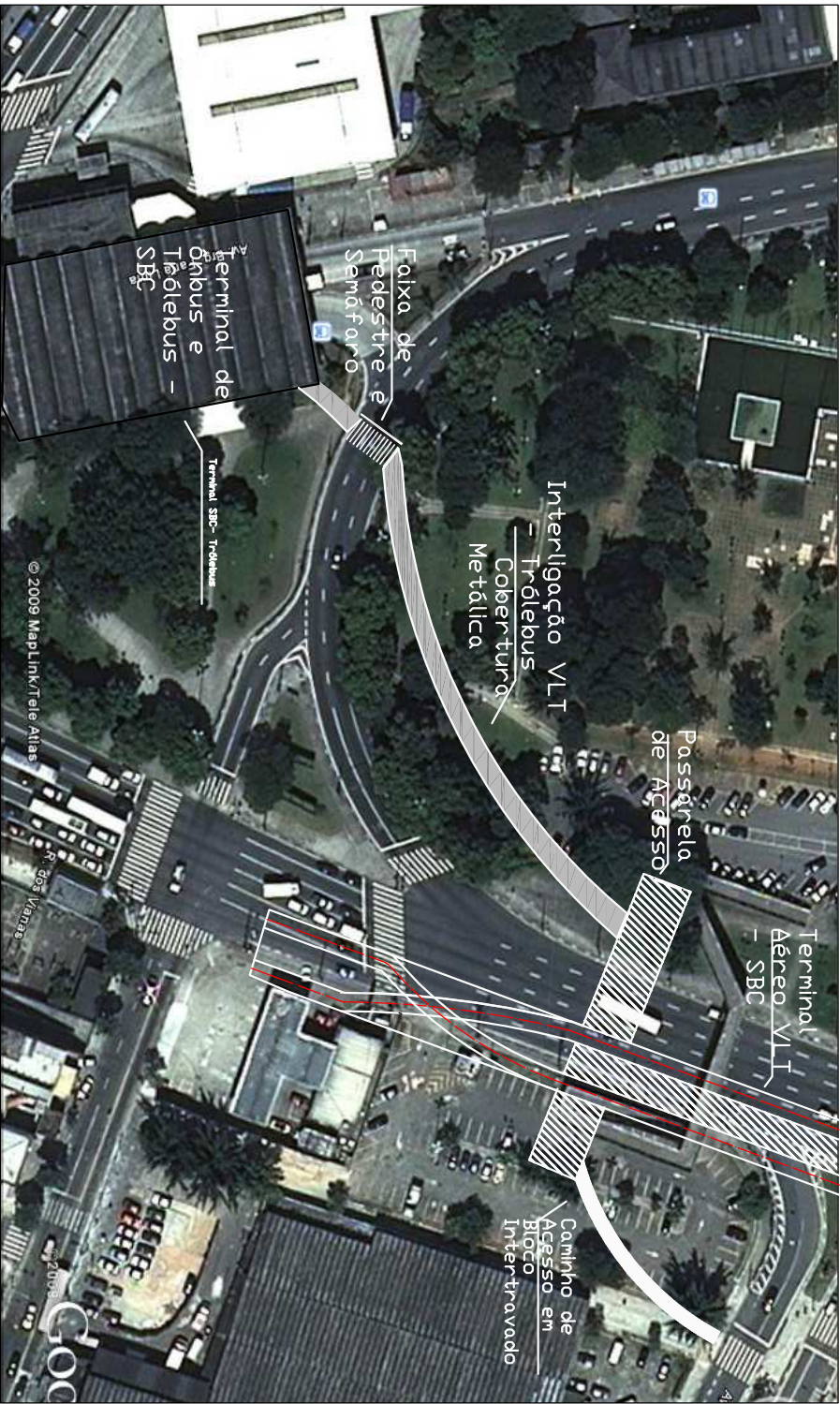
Croqui sem escala

EXTENSAO DO TRACADO: 14,4 km

NUMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

CONEXÃO MODAIS - TERMINAL TROLEBUS E VLT



Observação:

Croqui sem escala

CROQUI DE CONEXÃO MODAIS

VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS



## Estação Shopping Metr pole

A Est    Shopping Metr pole atenderá demanda das áreas centrais de São Bernardo e especificamente, usuários do Shopping Metr pole, que é um dos maiores shoppings da região do ABC. Apresentar , portanto, maior facilidade e mobilidade aos usuários do shopping.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a Est    Shopping Metr pole está inserida na zona 5, ou seja, possui demanda de 7.403 passageiro na hora-pico. Entretanto, adota-se que uma pequena porcentagem da demanda da zona 5 utilizará esta est   , devido ao fato de não haver fácil conexão com o sistema de trólebus e  nibus.

Na figura a seguir é apresentada a localização da Est    Shopping Metr pole.



**Figura 40: Est    Shopping Metr pole**

A Est    Shopping Metr pole estará situada na Rua José Versolato. Adicionalmente, esta est    apresenta proximidade de outras vias de grande importância em São Bernardo do Campo, como a Av. Pereira Barreto, Av. Senador Vergueiro, Av. Aldino Pinotti.

A est    se situar  entre os dois sentidos da Rua José Versolato, ou seja, no atual canteiro central da via. A est    será implantada no nível da via, sendo necessária adoção de sinalização vertical, horizontal e semafórica a fim de possibilitar níveis aceitáveis de segurança aos usuários.

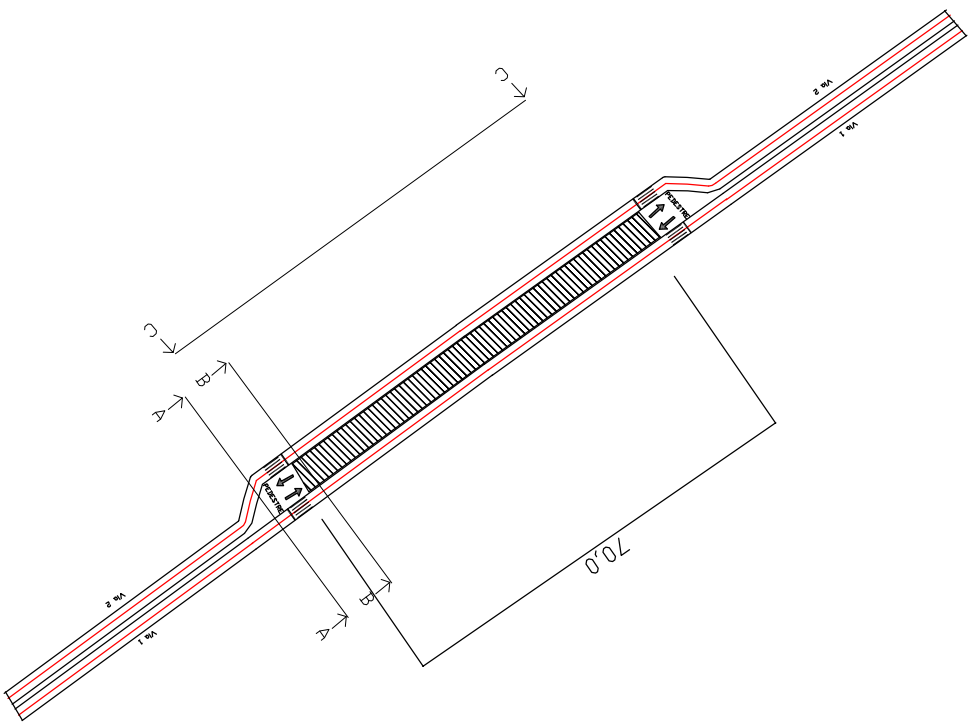


A entrada do acesso à estação é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete.

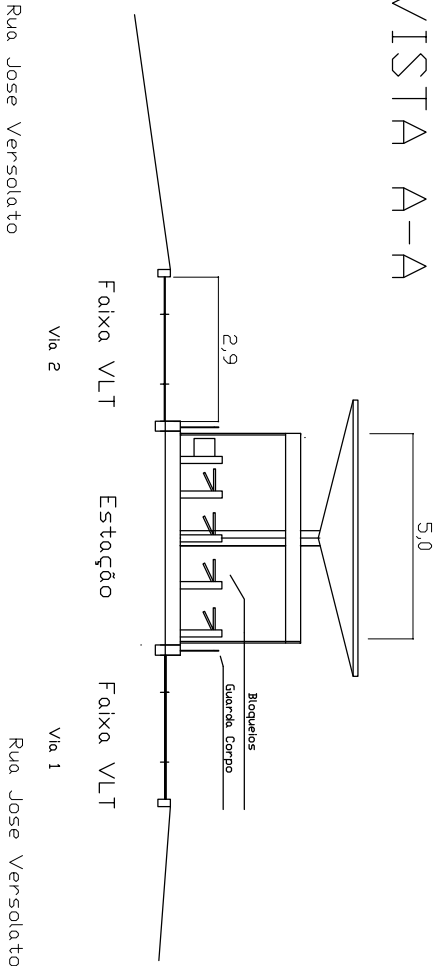
A seguir são apresentados os croquis de implantação.

# ESTACAD SHOPPING METROPOLE

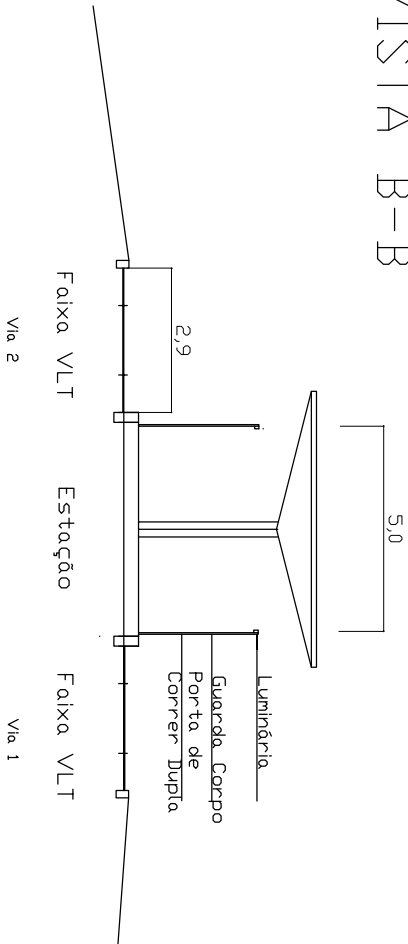
VISTA EM PLANTA



VISTA A-A



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

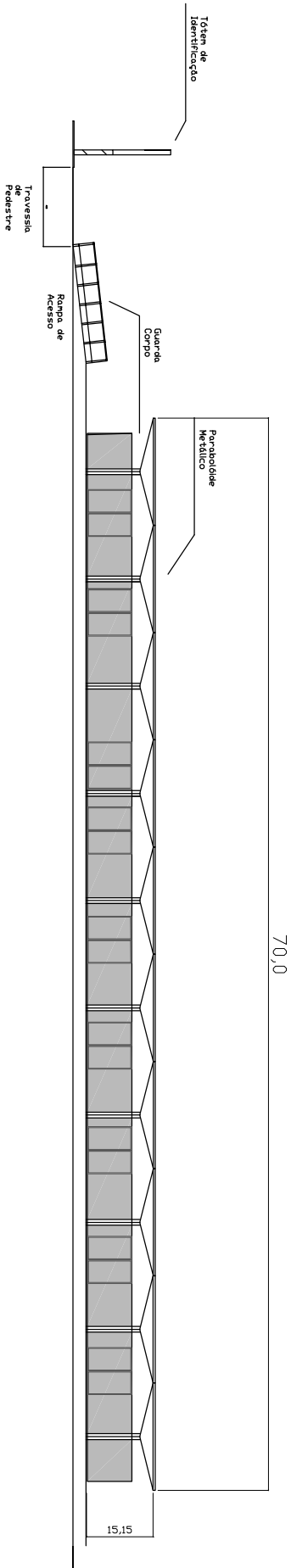
EXTENSAO DO TRACADO: 14,4 km

NUMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

ESTACAD SHOPPING METROPOL

VISTA C-C



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS

VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

## Estação Nádia Montanheiro

A Estação Nádia Montanheiro atenderá demanda das áreas centrais de São Bernardo e também de áreas periféricas. Está situada em área predominantemente residencial e margeada pelo Ribeirão dos Meninos.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a estação está inserida na zona 5, ou seja, zona que possui demanda de 7.403 passageiro na hora-pico. Entretanto, adota-se que uma pequena porcentagem da demanda da zona 5 utilizará esta estação, devido ao fato de não haver fácil conexão com o sistema de ônibus ou Trólebus.

Na figura a seguir é apresentada a localização da Estação Nádia Montanheiro.



**Figura 41: Estação Nádia Montanheiro**

A Estação Nádia Montanheiro estará situada na Avenida Lauro Gomes, apresentando proximidade de outras vias de grande importância em São Bernardo do Campo, como a Av. Senador Vergueiro, Av. Aldino Pinotti.

A estação situa-se na margem esquerda do rio Ribeirão dos Meninos, e deve ser elevada.

A edificação referente à estação é elevada, apresenta dois níveis diferentes em relação ao nível da rua. O primeiro nível é o correspondente à plataforma-passarela, e apresenta altura de 4,5 m em relação ao nível da rua, já o segundo

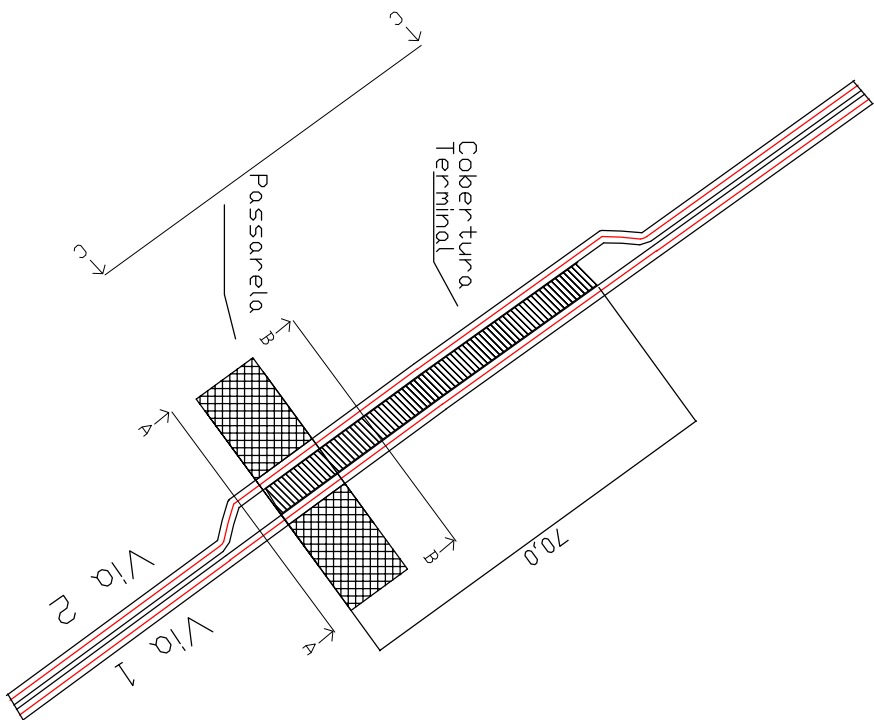
nível é o referente à plataforma de embarque. A implantação de dois níveis diferentes foi necessária, pois permite que os usuários tenham acesso à plataforma de embarque do VLT de forma segura.

A entrada do acesso à plataforma-passarela é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete. O acesso à plataforma-passarela é realizado através de elevador (para uso exclusivo de portadores de deficiência e idosos) e de escadas. O acesso à plataforma de embarque do VLT é realizado através de escadas rolantes (de ampla largura e degrau).

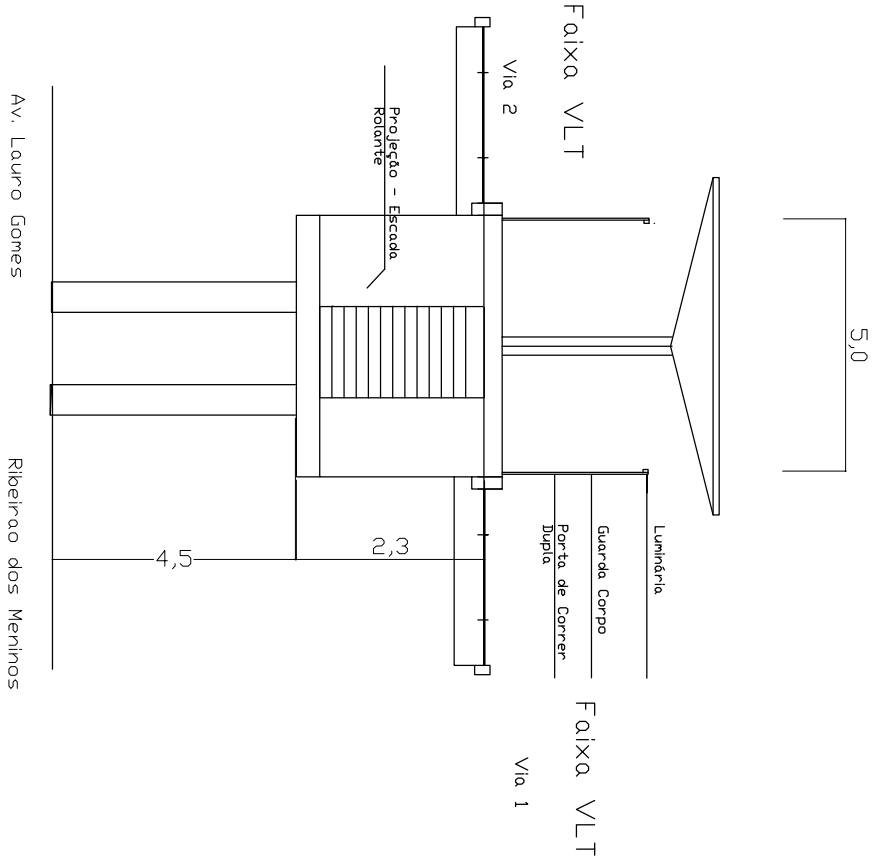
A seguir são apresentados os croquis de implantação.

ESTACAD NADIA MONTANHEIRO

VISTA EM PLANTA



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

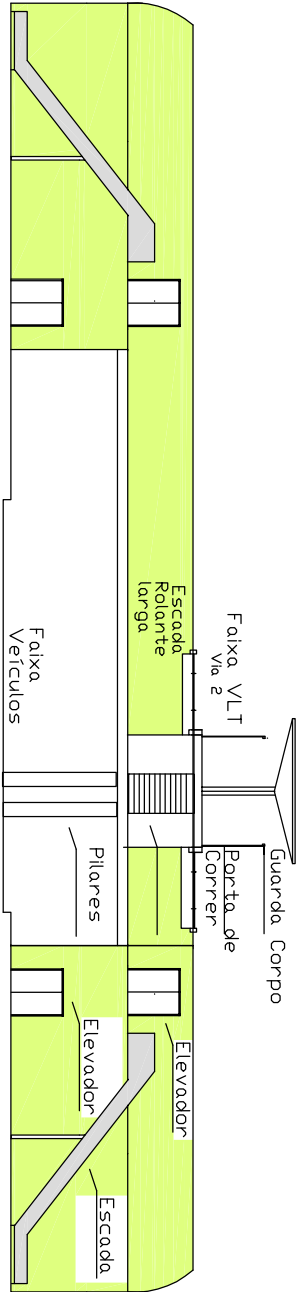


ESTACAD NADIA MONTANHEIRO

VISTA TRANSVERSAL INTERNA

Passarela e Plataforma de  
Embarque

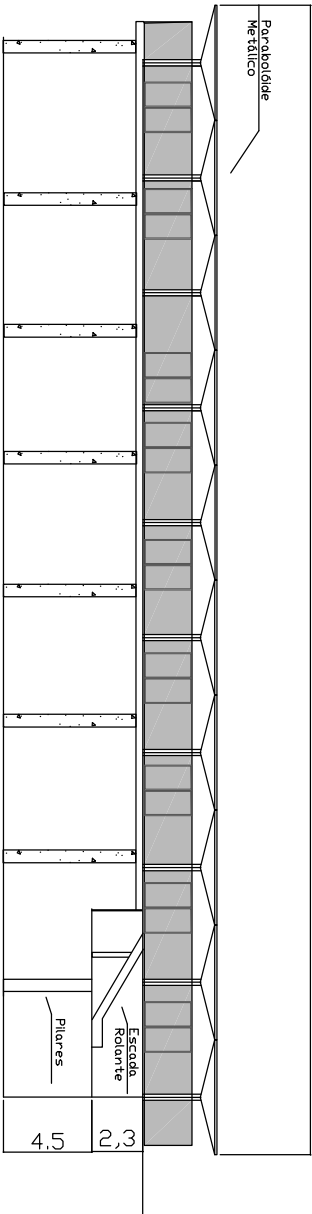
VISTA A-A



PERFIL LONGITUDINAL

VISTA C-C

70,0



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

## Estação João Daprat

A Estação João Daprat atenderá demanda das áreas centrais de São Bernardo e também de áreas periféricas. Está situada em área predominantemente residencial e margeada pelo Ribeirão dos Meninos.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a estação João Daprat está inserida na zona 5, ou seja, zona que possui demanda de 7.403 passageiro na hora-pico. Entretanto, adota-se que uma pequena porcentagem da demanda da zona 5 utilizará esta estação, devido ao fato de não haver fácil conexão com o sistema de ônibus ou Trólebus.

Na figura a seguir é apresentada a localização da Estação João Daprat.



**Figura 42: Estação João Daprat**

A Estação João Daprat situa-se na Avenida Lauro Gomes, apresentando proximidade de outras vias de grande importância em São Bernardo do Campo, como a Av. Senador Vergueiro, Rua João Daprat.

A estação situa-se na margem esquerda do rio Ribeirão dos Meninos, e deve ser elevada.

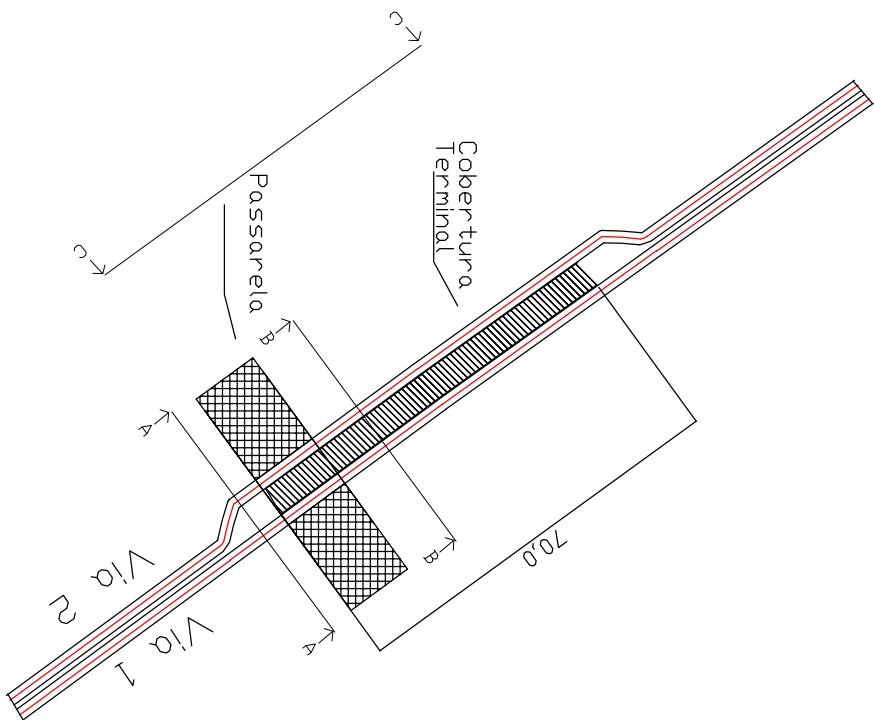
A edificação referente à estação é elevada, apresenta dois níveis diferentes em relação ao nível da rua. O primeiro nível é o correspondente à plataforma-passarela, e apresenta altura de 4,5 m em relação ao nível da rua, já o segundo nível é o referente à plataforma de embarque. A implantação de dois níveis diferentes foi necessária, pois permite que os usuários tenham acesso à plataforma de embarque do VLT de forma segura.

A entrada do acesso à plataforma-passarela é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete. O acesso à plataforma-passarela é realizado através de elevador (para uso exclusivo de portadores de deficiência e idosos) e de escadas. O acesso à plataforma de embarque do VLT é realizado através de escadas rolantes (de ampla largura e degrau).

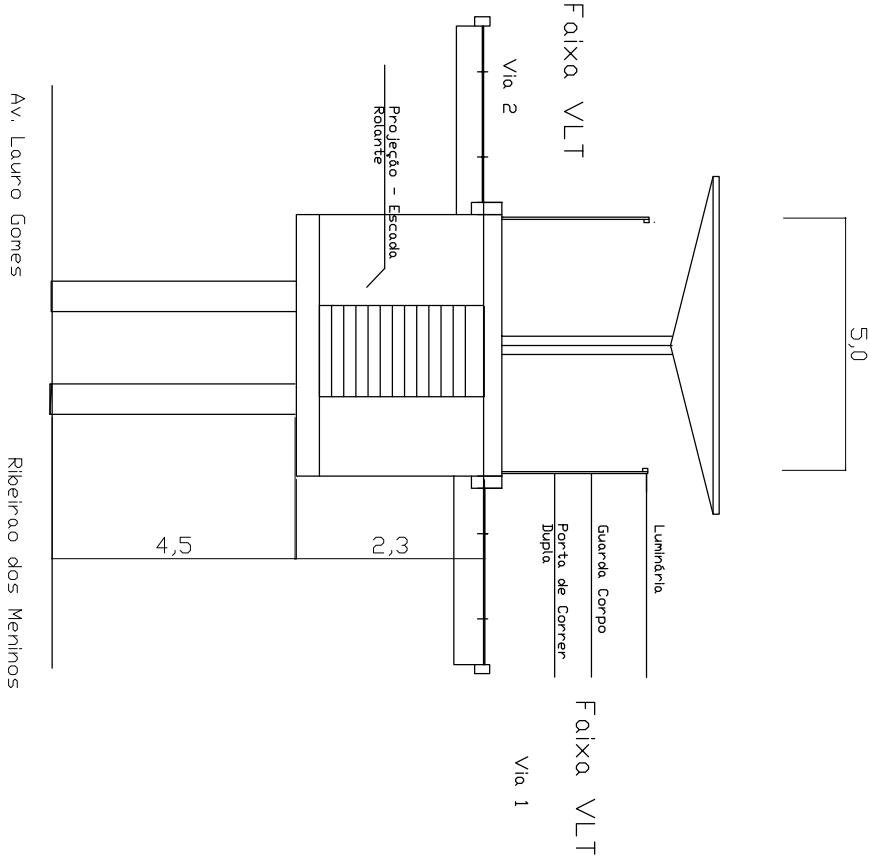
A seguir são apresentados os croquis de implantação.

ESTACAD JOAO DAPRAT

VISTA EM PLANTA



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

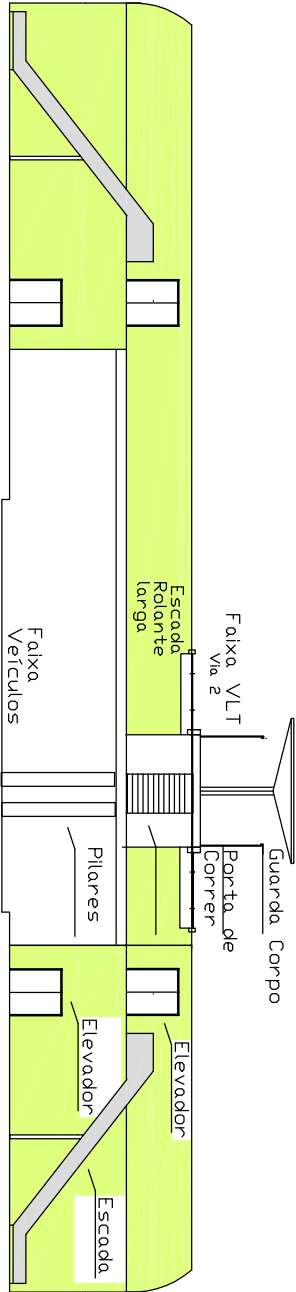
NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

ESTACAO JOAO DAPRAT

VISTA A-A

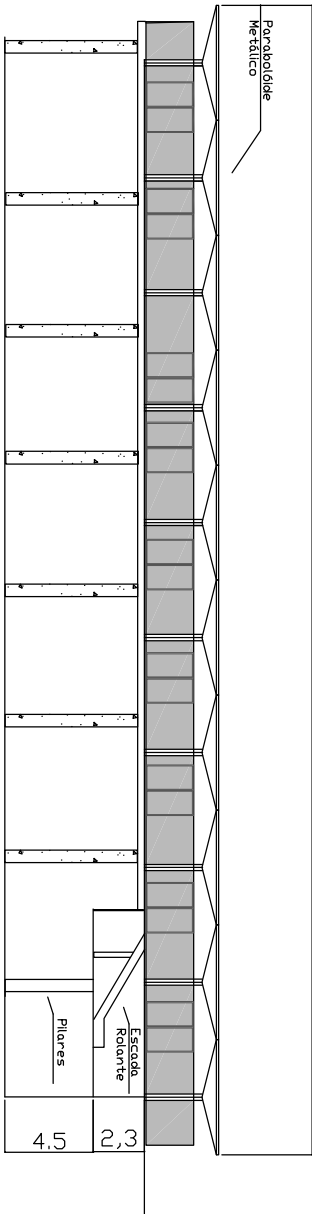
VISTA TRANSVERSAL INTERNA  
Passarela e Plataforma de  
Embarque



PERFIL LONGITUDINAL

VISTA C-C

70,0



s/ escala

Observação:

Croqui sem escala

EXTENSAO DO TRACADO: 14,4 km

NUMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

## Estação Anel Viário Metropolitano

A Estação Anel Viário Metropolitano atenderá demanda das áreas periféricas de São Bernardo do Campo, São Caetano e Santo André. Está situada em área predominantemente residencial e margeada pelo Ribeirão dos Meninos.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a estação Anel Viário Metropolitano está inserida entre as zonas 6, 17 e 18, ou seja, zonas que possuem demanda de 7.309 passageiro na hora-pico (a somatória das demandas). Entretanto, somente na zona 18 há uma única estação, com demanda de 1.375 passageiros na hora-pico. Para as outras zonas, apenas uma parcela da demanda irá utilizar a estação.

Na figura a seguir é apresentada a localização da Estação Anel Viário Metropolitano.



**Figura 43: Estação Anel viário Metropolitano**

A Estação Anel Viário Metropolitano situa-se na Avenida Lauro Gomes, apresentando proximidade com o Anel Metropolitano, que possui alto volume diário de tráfego, ou seja, é um local de fácil acesso tanto para linhas de ônibus existentes, quanto para veículos que deixam passageiros na estação.

A estação situa-se na margem esquerda do rio Ribeirão dos Meninos, e em nível. Há a necessidade de intensificação de sinalização, principalmente pelo alto volume de tráfego nos cruzamentos, de modo a se manter segurança no acesso.

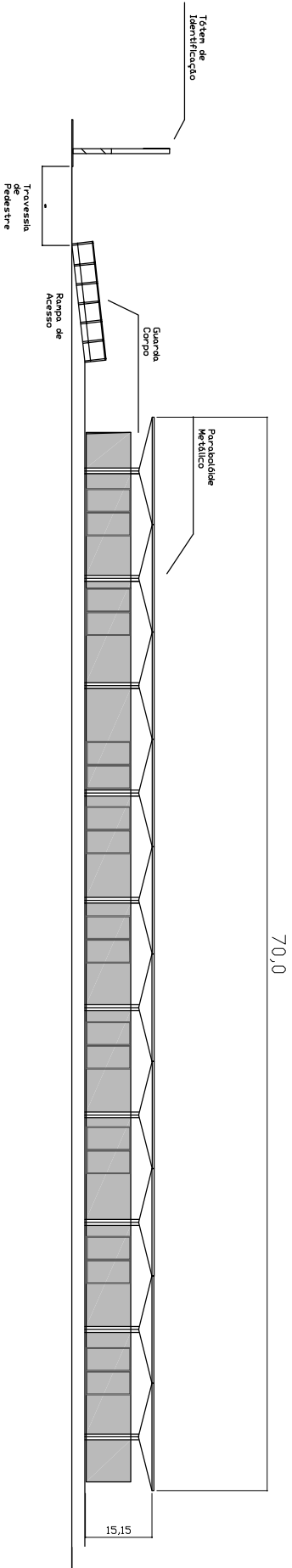
A entrada do acesso à estação é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete.

A seguir são apresentados os croquis de implantação.



ESTACAO ANEL VIARIO METROPOLITANO

VISTA C-C



Observação:

Croqui sem escala

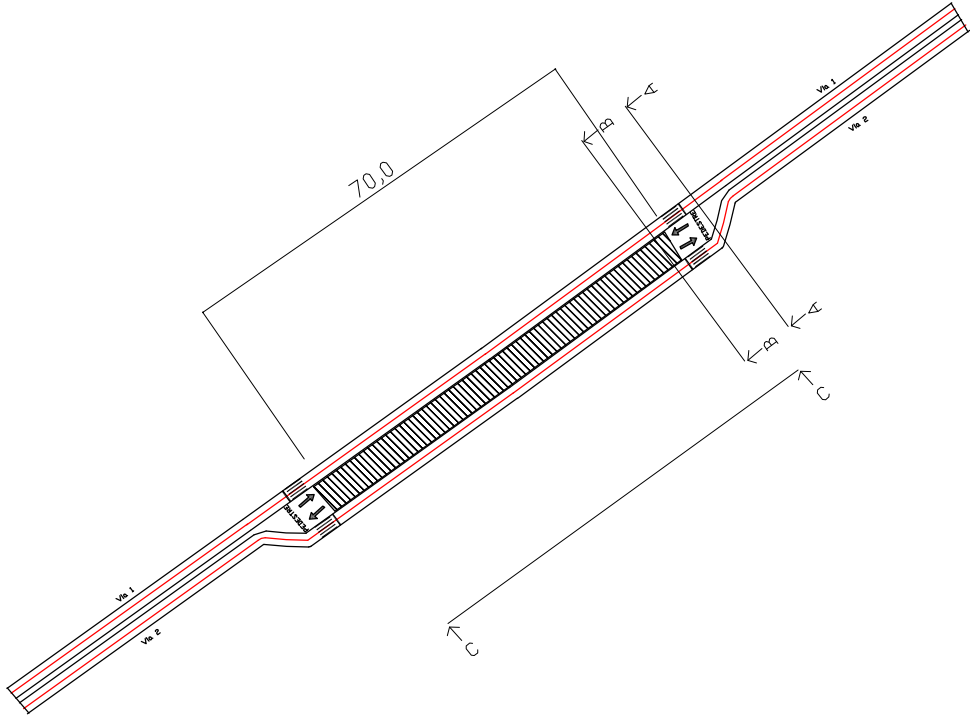
EXTENSO DO TRACADO: 14,4 km

NUMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

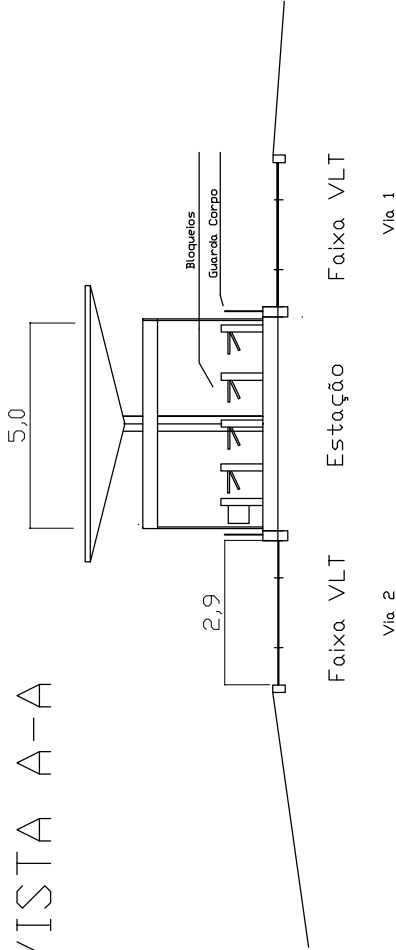
CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

# ESTACAO ANEL VIARIO METROPOLITANO

VISTA EM PLANTA

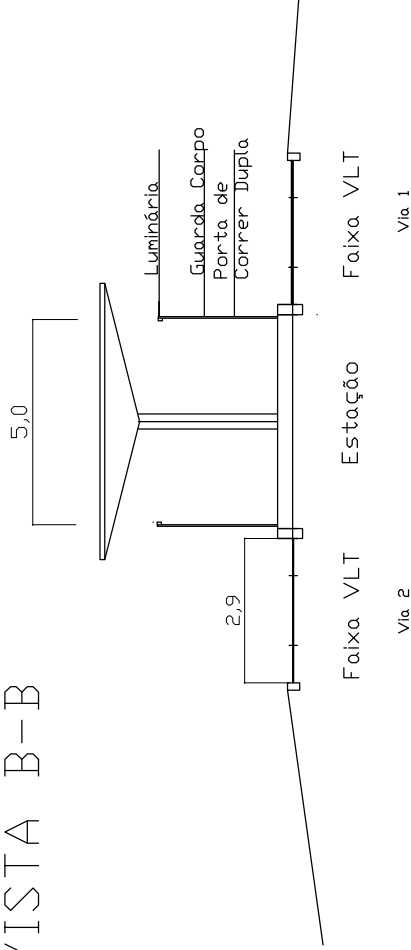


VISTA A-A



Av. Lauro Gomes

VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

CRQQUI ESTACOES E TERMINAIS

VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

## Estação Instituto Mauá

A Estação Instituto Mauá atenderá demanda das áreas periféricas de São Bernardo do Campo, Santo André e principalmente, de São Caetano. Está situada em área residencial, em frente à universidade Mauá e margeada pelo Ribeirão dos Meninos.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a estação Instituto Mauá está inserida entre as zonas 6 e 22, zonas que possuem demanda de 7.551 passageiro na hora-pico (a somatória das demandas). Entretanto, não é considerado que a totalidade dessa demanda utilizará a seguinte estação, mas sim, apenas uma parcela dela.

Na figura a seguir é apresentada a localização da Estação Instituto Mauá.



**Figura 44: Estação Instituto Mauá**

A Estação Instituto Mauá situa-se na Avenida Guido Aliberti, em São Caetano, apresentando como característica principal o fato de localizar-se em frente à universidade, possuindo, portanto, uma grande parcela de estudantes que utilizarão esta estação.

A estação situa-se na margem direita do rio Ribeirão dos Meninos, e será elevada. Há a necessidade de intensificação de sinalização, além da construção de passarelas elevadas em ambos os lados do rio, de modo a se manter segurança no acesso.

A edificação referente à estação é elevada, apresenta dois níveis diferentes em relação ao nível da rua. O primeiro nível é o correspondente à plataforma-passarela, e apresenta altura de 4,5 m em relação ao nível da rua, já o segundo

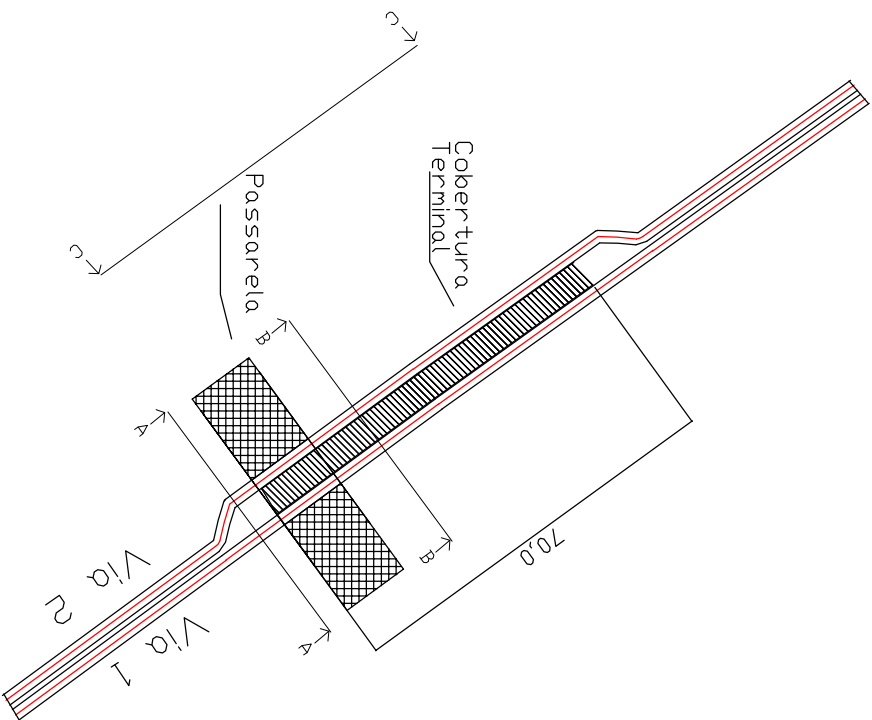
nível é o referente à plataforma de embarque. A implantação de dois níveis diferentes foi necessária, pois permite que os usuários tenham acesso à plataforma de embarque do VLT de forma segura.

A entrada do acesso à plataforma-passarela é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete. O acesso à plataforma-passarela é realizado através de elevador (para uso exclusivo de portadores de deficiência e idosos) e de escadas. O acesso à plataforma de embarque do VLT é realizado através de escadas rolantes (de ampla largura e degrau).

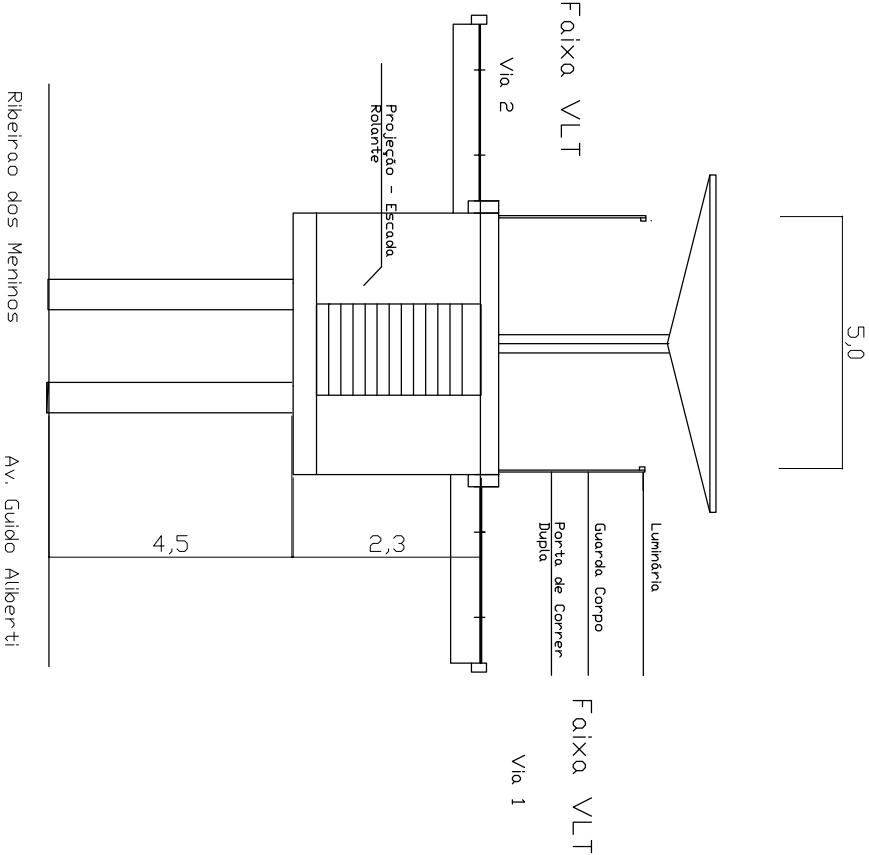
A seguir são apresentados os croquis de implantação.

# ESTACAD INSTITUTO MAUA

VISTA EM PLANTA



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

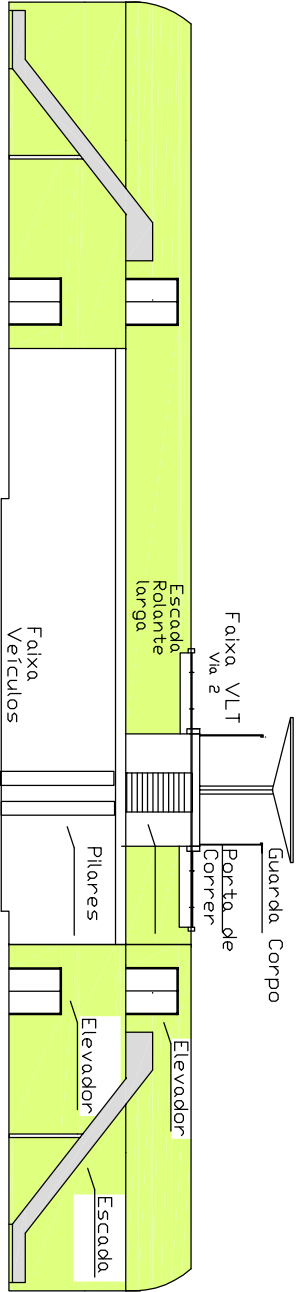
NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

# ESTACAD INSTITUTO MAUA

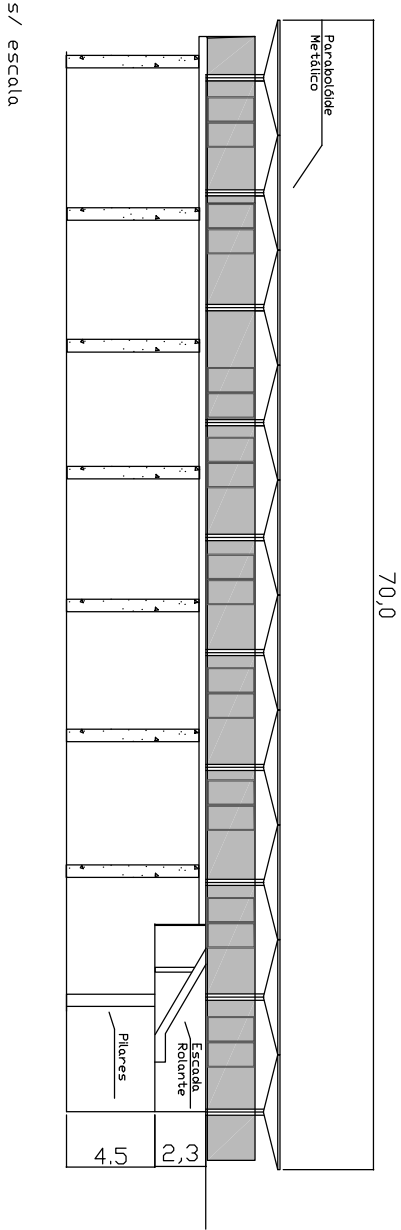
VISTA A-A

VISTA TRANSVERSAL INTERNA  
Passarela e Plataforma de  
Embarque



PERFIL LONGITUDINAL

VISTA C-C



Observação:

Croqui sem escala

s/ escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

## Estação Bartolomeu Bueno

A Estação Bartolomeu Bueno atenderá demanda das áreas de São Paulo, como o Sacomã, e de São Caetano do Sul. Está situada em área comercial e residencial, próxima a escolas e metalúrgicas e margeada pelo Ribeirão dos Meninos.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a estação Bartolomeu Bueno está inserida entre as zonas 44 e 22, ou seja, zonas que possuem demanda de 11.103 passageiro na hora-pico (a somatória das demandas). Entretanto, não é considerado que a totalidade dessa demanda utilizará a seguinte estação, mas sim, apenas uma parcela dela, já que há outras estações situadas nessas zonas.

Na figura a seguir é apresentada a localização da Estação Bartolomeu Bueno.



**Figura 45: Estação Bartolomeu Bueno**

A Estação Bartolomeu Bueno situa-se na Avenida Guido Aliberti, na divisa entre São Caetano e São Paulo. Adicionalmente, apresenta proximidade com a Avenida Abraão Gonçalves Braga (São Paulo), Rua Bartolomeu Bueno da Silva (São Caetano) e Rodovia Anchieta (aproximadamente 450 m).

A estação situa-se na margem direita do rio Ribeirão dos Meninos, e será elevada. Há a necessidade de intensificação de sinalização, além da construção de passarelas elevadas em ambos os lados do rio, de modo a se ter maior facilidade e segurança no acesso.

A edificação referente à estação é elevada, apresenta dois níveis diferentes em relação ao nível da rua. O primeiro nível é o correspondente à plataforma-passarela, e apresenta altura de 4,5 m em relação ao nível da rua, já o segundo nível é o referente à plataforma de embarque. A implantação de dois níveis



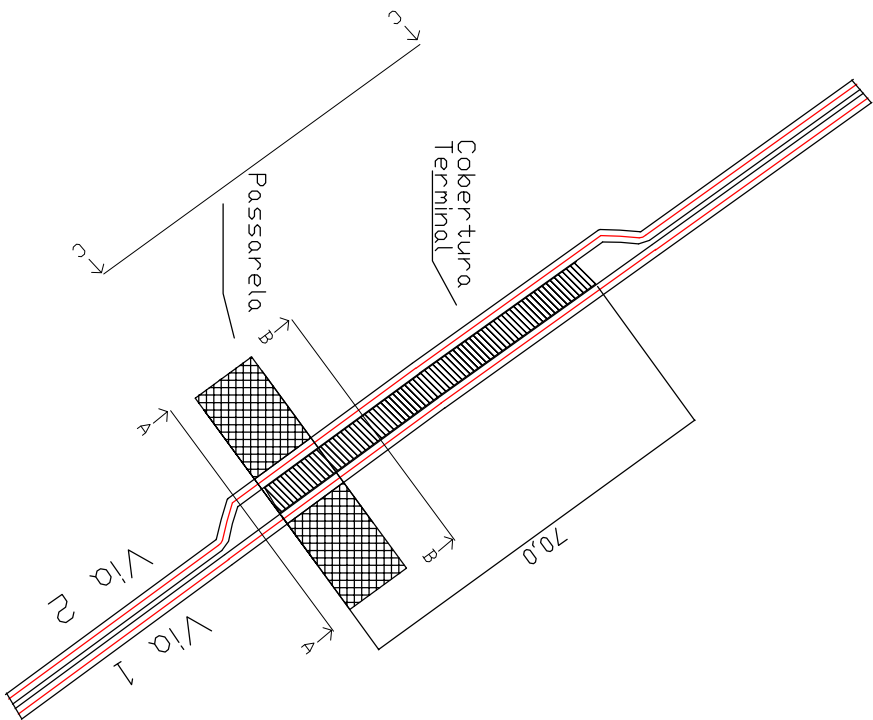
diferentes foi necessária, pois permite que os usuários tenham acesso à plataforma de embarque do VLT de forma segura.

A entrada do acesso à plataforma-passarela é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete. O acesso à plataforma-passarela é realizado através de elevador (para uso exclusivo de portadores de deficiência e idosos) e de escadas. O acesso à plataforma de embarque do VLT é realizado através de escadas rolantes (de ampla largura e degrau).

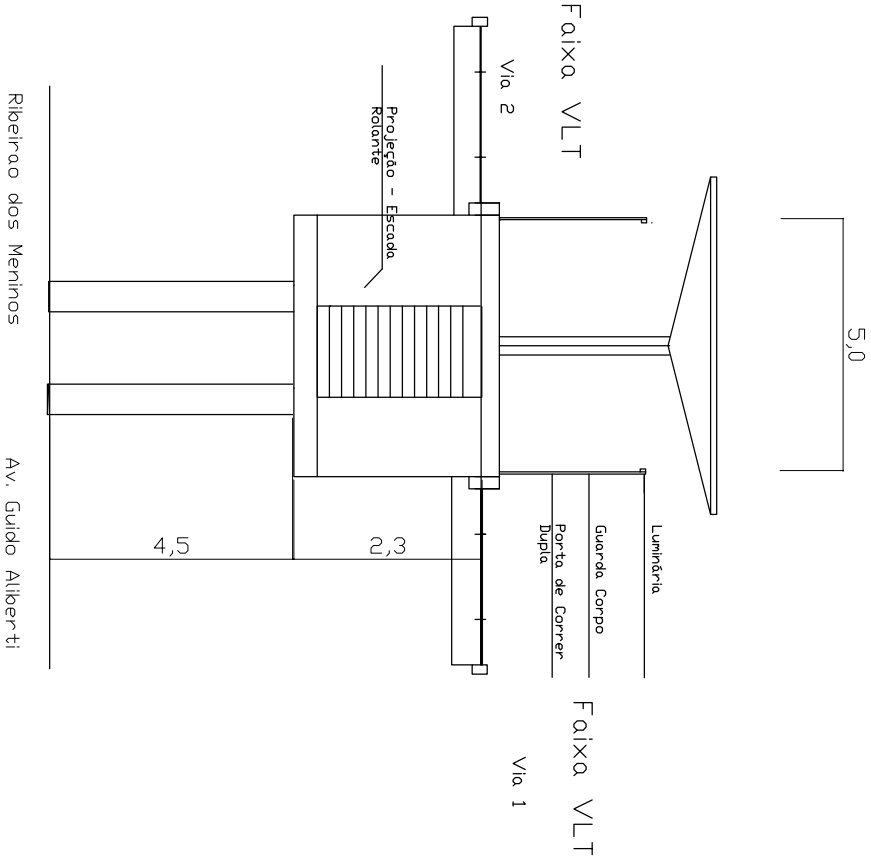
A seguir são apresentados os croquis de implantação.

ESTACAO BARTOLOMEU BUEND

VISTA EM PLANTA



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSAO DO TRACADO: 14,4 km

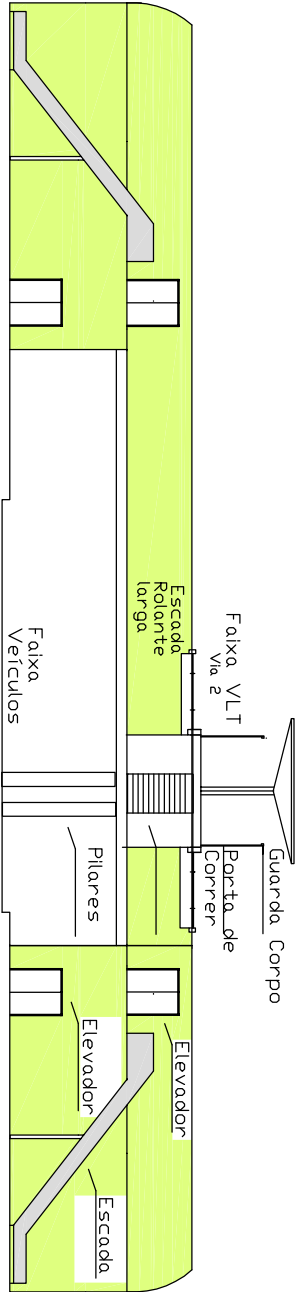
NUMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

ESTACAD BARTOLOMEU BUEND

VISTA A-A

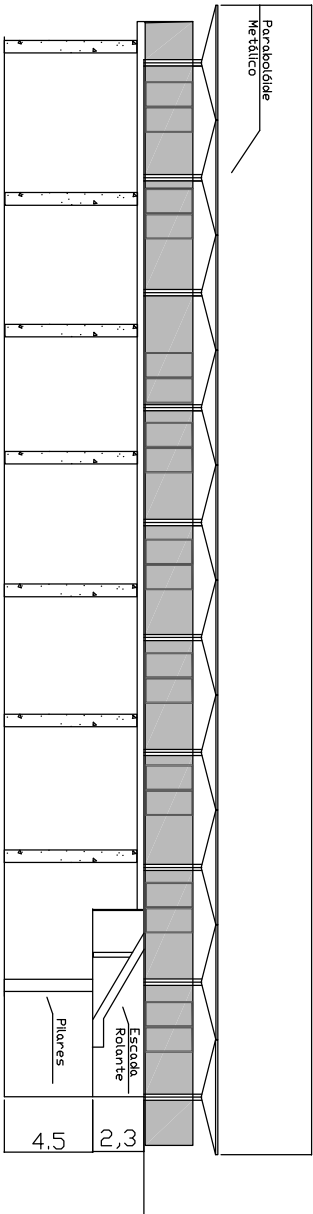
VISTA TRANSVERSAL INTERNA  
Passarela e Plataforma de  
Embarque



PERFIL LONGITUDINAL

VISTA C-C

70,0



5 / escala

Observação:

Croqui sem escala

EXTENSO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

## Estação CEU Meninos

A Estação CEU Meninos atenderá demanda das áreas de São Paulo, como o Sacomã e Ipiranga, e de São Caetano do Sul. Está situada em área comercial e residencial, próxima a um grande centro educacional e a metalúrgicas, e margeada pelo Ribeirão dos Meninos.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a estação CEU Meninos está inserida entre as zonas 44 e 21, ou seja, zonas que possuem demanda de 8.642 passageiro na hora-pico (a somatória das demandas). Entretanto, não é considerado que a totalidade dessa demanda utilizará a seguinte estação, mas sim, apenas uma parcela dela, já que há outras estações situadas nessas zonas.

Na figura a seguir é apresentada a localização da CEU Meninos.



**Figura 46: Estação CEU Meninos**

A Estação CEU Meninos situa-se na Avenida Guido Aliberti, na divisa entre São Caetano e São Paulo. Adicionalmente, apresenta proximidade com a Rua Barbinos (São Paulo), Rua São Paulo. Esta estação apresenta a característica de situar-se em frente ao CEU Meninos, que se localiza no Ipiranga.

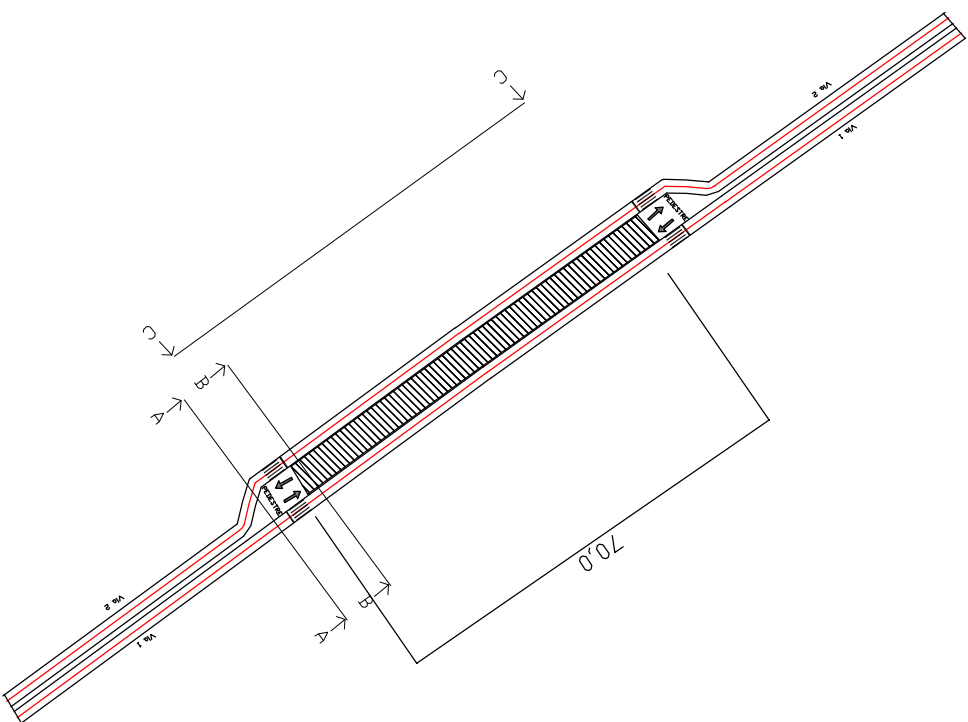
A estação situa-se na margem direita do rio Ribeirão dos Meninos, e será nível. Há a necessidade de intensificação de sinalização, principalmente sinalização horizontal (de pedestres), implantação de semáforos, de modo a se ter maior facilidade e segurança no acesso.

A entrada do acesso à estação é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete.

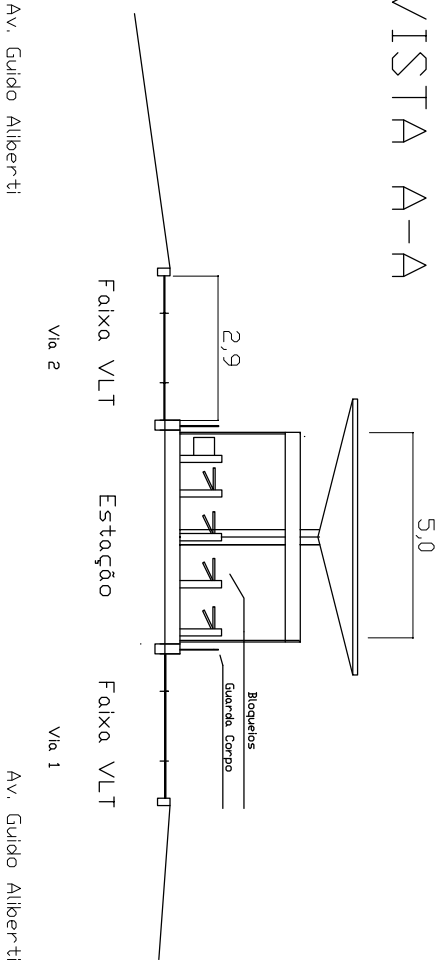
A seguir são apresentados os croquis de implantação.

ESTACAD CEU MENINOS

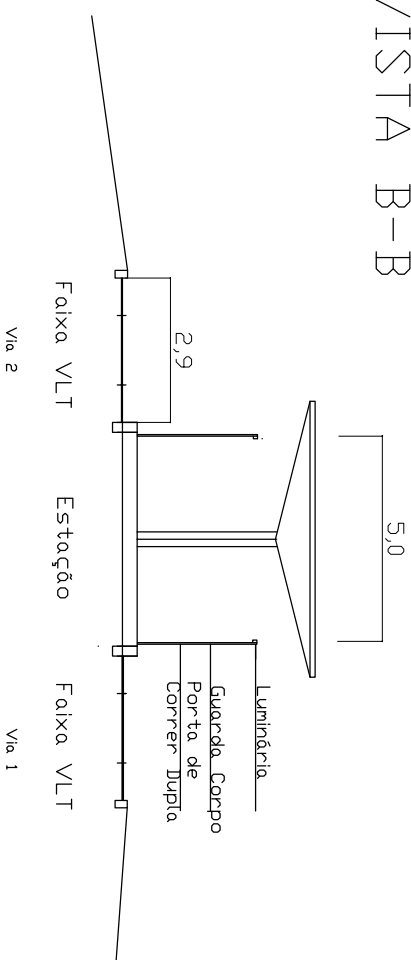
VISTA EM PLANTA



VISTA A-A



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSAO DO TRACADO: 14,4 km

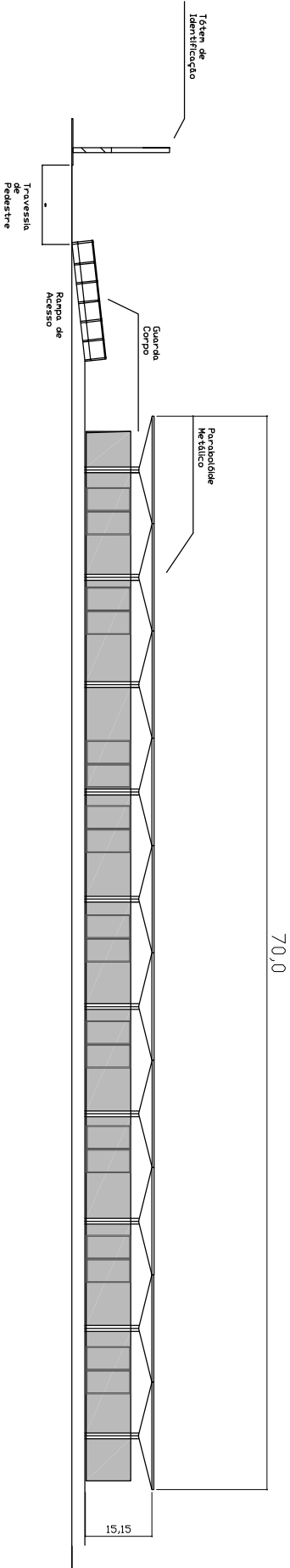
NUMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO



ESTACAD CEU MENINOS

VISTA C-C



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS

VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

## Estação Presidente Wilson

A Estação Presidente Wilson atenderá demanda das áreas de São Paulo, como o Sacomã e Ipiranga, e de bairros periféricos São Caetano do Sul. Está situada em área dotada de muitas indústrias e comércios.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que a Estação Presidente Wilson inserida na zona 45, ou seja, zona crítica que possui demanda de 10.048 passageiros na hora-pico. Entretanto, não é considerado que a totalidade dessa demanda utilizará a seguinte estação, mas sim, apenas uma parcela dela, já que há outras estações situadas nessas zonas.

Na figura a seguir é apresentada a localização da Presidente Wilson.



**Figura 47: Estação Presidente Wilson**

A Estação Presidente Wilson situa-se na Avenida Presidente Wilson, em São Paulo. Adicionalmente, apresenta proximidade com a Av. dos Estados.

A estação será nível. Há a necessidade de intensificação de sinalização, principalmente sinalização horizontal (de pedestres), implantação de semáforos, de modo a se ter maior facilidade e segurança no acesso.

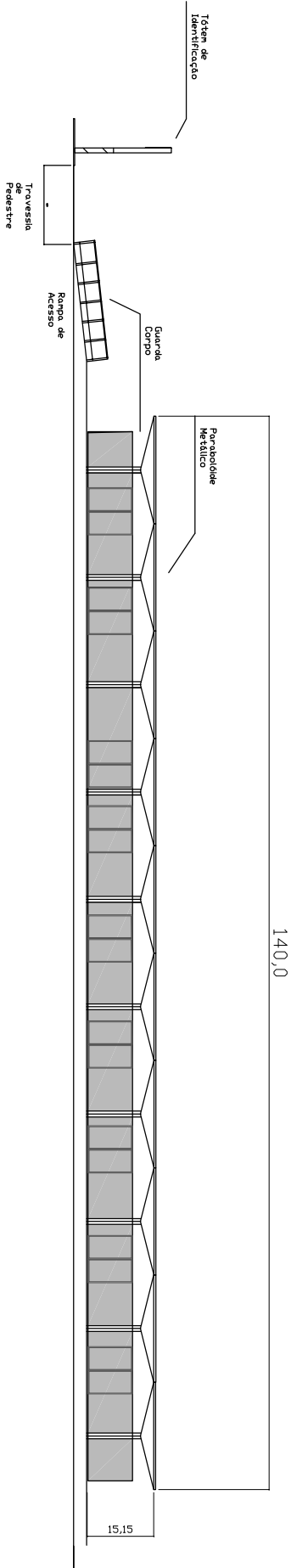
A particularidade desta estação é que sua plataforma é intercalada, ou seja, não a junção entre passageiros que trafegam em sentidos opostos, apresentando largura de plataforma de 2,5 m.

A entrada do acesso à estação é restrita, apresentando catracas, onde é possível a entrada somente com o bilhete.

A seguir são apresentados os croquis de implantação.

ESTACAD PRESIDENTE WILSON

VISTA C-C



Observação:

Croqui sem escala

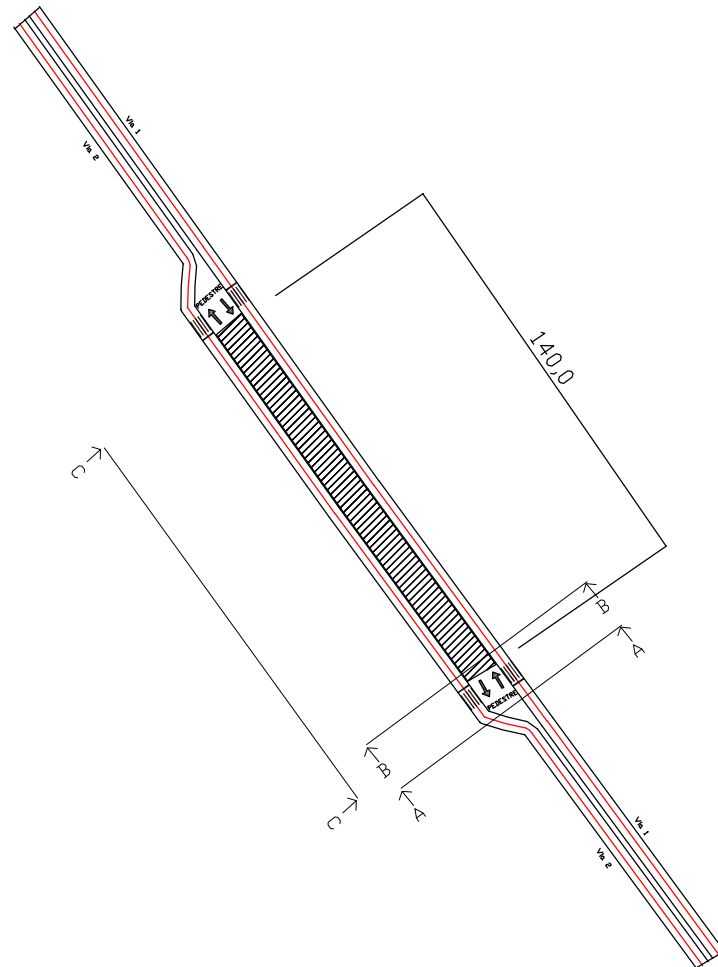
EXTENSO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

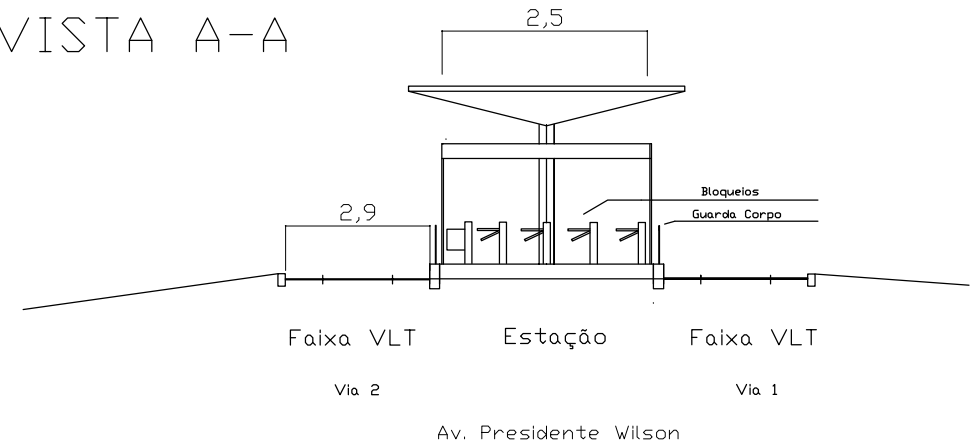
CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

# ESTACAO PRESIDENTE WILSON

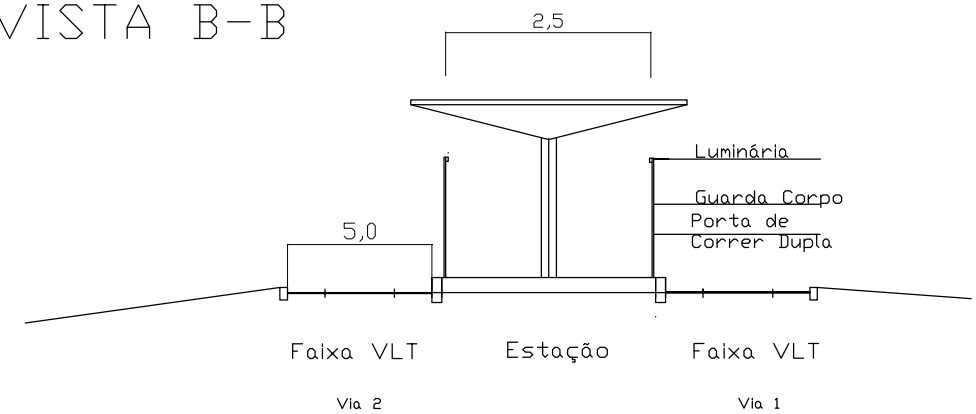
## VISTA EM PLANTA



## VISTA A-A



## VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSAO DO TRACADO: 14,4 km

NUMERO DE ESTACOES: 8 ESTACOES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS

VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

### Terminal Tamanduateí – VLT

O terminal Tamanduateí atenderá demanda de áreas centrais e periféricas de São Paulo, já que esse terminal permitirá troca de modais entre VLT, Metrô e CPTM.

Na análise de agregação de zonas, pôde-se verificar que o terminal está inserido na zona 45, ou seja, possui demanda de 10.048 passageiros na hora-pico. Para fins de projeto de dimensionamento, considera-se, por segurança, que 80 % da demanda irá utilizar o terminal, e não a Estação Presidente Wilson, também inserida na zona 45. Além disso, adotou-se que 20 % da demanda que utilizará o Terminal o utilizarão no mesmo período. A tabela a seguir mostra o dimensionamento da área necessária de Terminal para atender a demanda.

Terminal Tamanduateí		
Descrição	Quantidade	Unidade
Demanda da Zona 45 na Hora-Pico	10.048,0	pax/hora pico
Demanda do Terminal -> 80% da demanda hora-pico da zona 45	8.038,4	pax/hora pico
20% da Demanda do Terminal	1.607,7	pax/hora pico
Condição de conforto	2	pax/m <sup>2</sup>
Área Necessária	804	m <sup>2</sup>
Comprimento	115	m
Largura	7,0	m

**Tabela 12:Características do Terminal Tamanduateí**

O Terminal Tamanduateí atenderá áreas de São Paulo (centro, Sacomã, Ipiranga), tendo como início a Av. Presidente Wilson, situada em frente à Estação Tamanduateí do Metrô, e à estação da CPTM.







**Figura 49: Desvio de Tráfego**

A conexão com a Estação Tamanduateí do Metrô será feita através de passarela em nível e com cobertura metálica, apresentando comprimento de 107 m. Esta passarela atravessará área de terreno que pertence à empresa Metrô e terminará na entrada da estação. Adicionalmente é necessária a intensificação de sinalização para os pedestres que auxiliará na realização do transbordo. Será necessária a utilização de gradis na área da passarela, a fim de direcionar o tráfego de passageiros, apresentado, portanto, maior segurança.

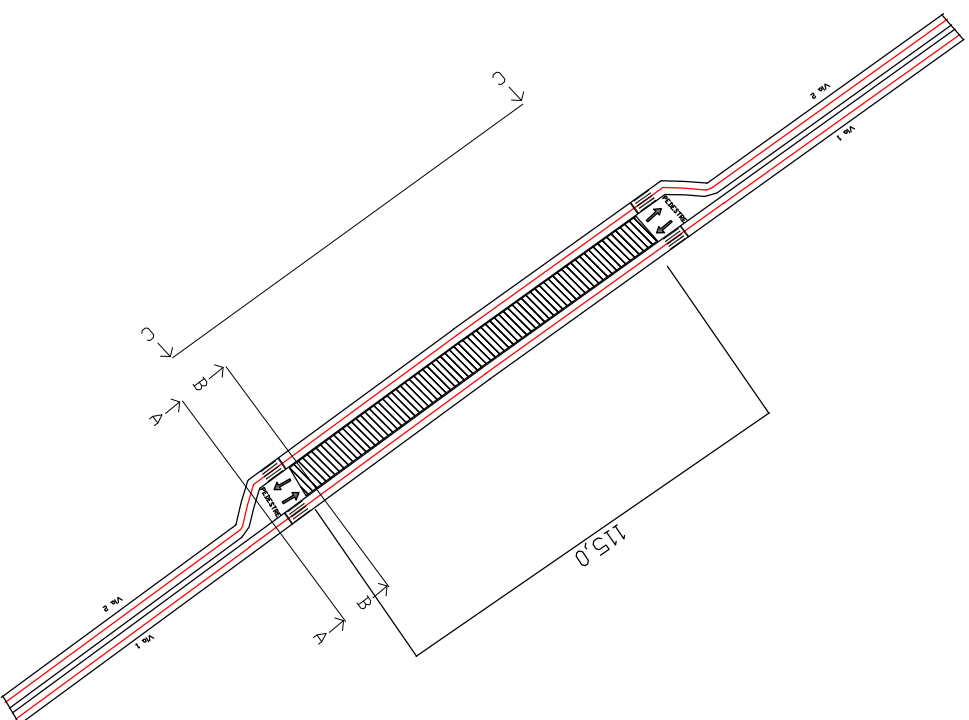
Já a conexão com a CPTM será feita pela junção da mesma passarela em nível utilizada para a conexão para o Metrô com uma passarela com as mesmas características, porém com comprimento adicional de 172 m. Portanto o comprimento total entre o Terminal Tamanduateí do VLT e a Estação Tamanduateí da CPTM é de 279 m.

A seguir é apresentada imagem esquemática com as modificações necessárias na conexão entre os modais, bem como os croquis do terminal.

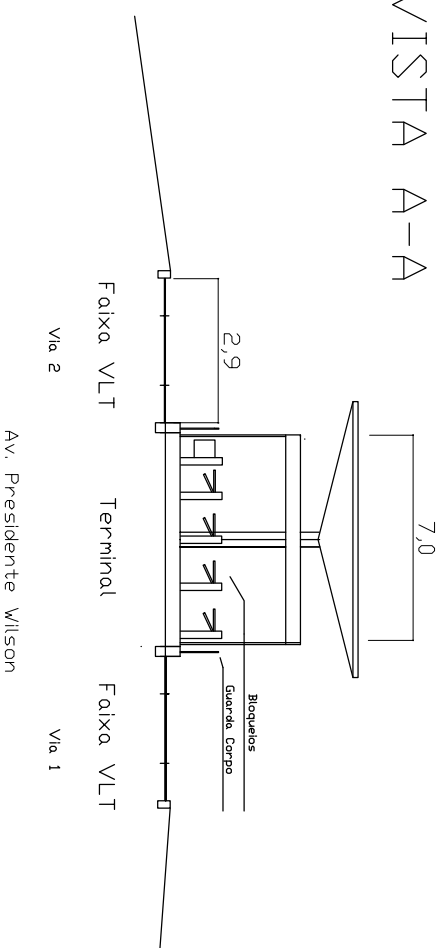


# TERMINAL TAMANDUATEI

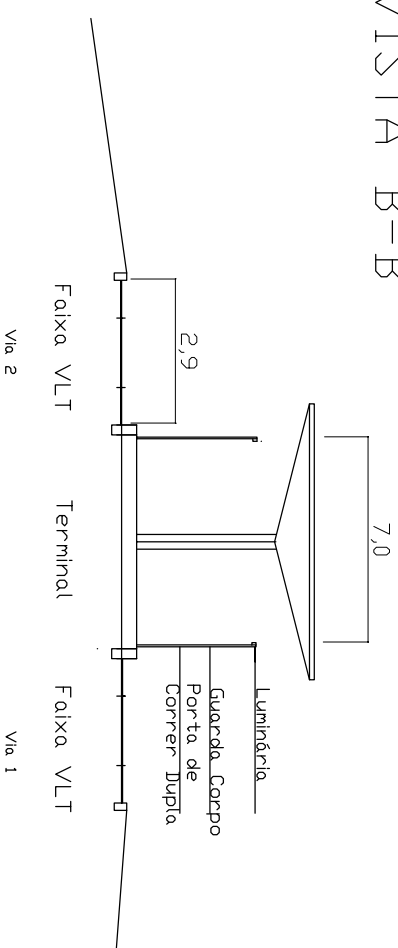
VISTA EM PLANTA



VISTA A-A



VISTA B-B



Observação:

Croqui sem escala

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

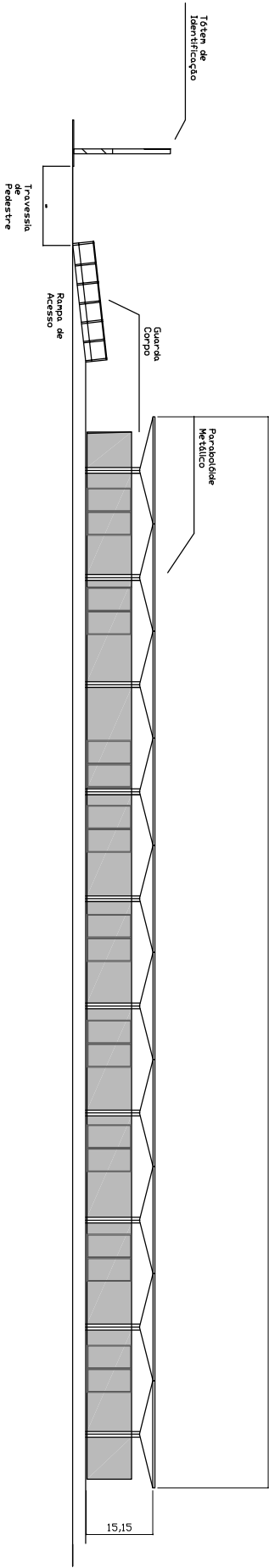
NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

TERMINAL TAMANDUTEI

VISTA C-C

115,0



Observação:

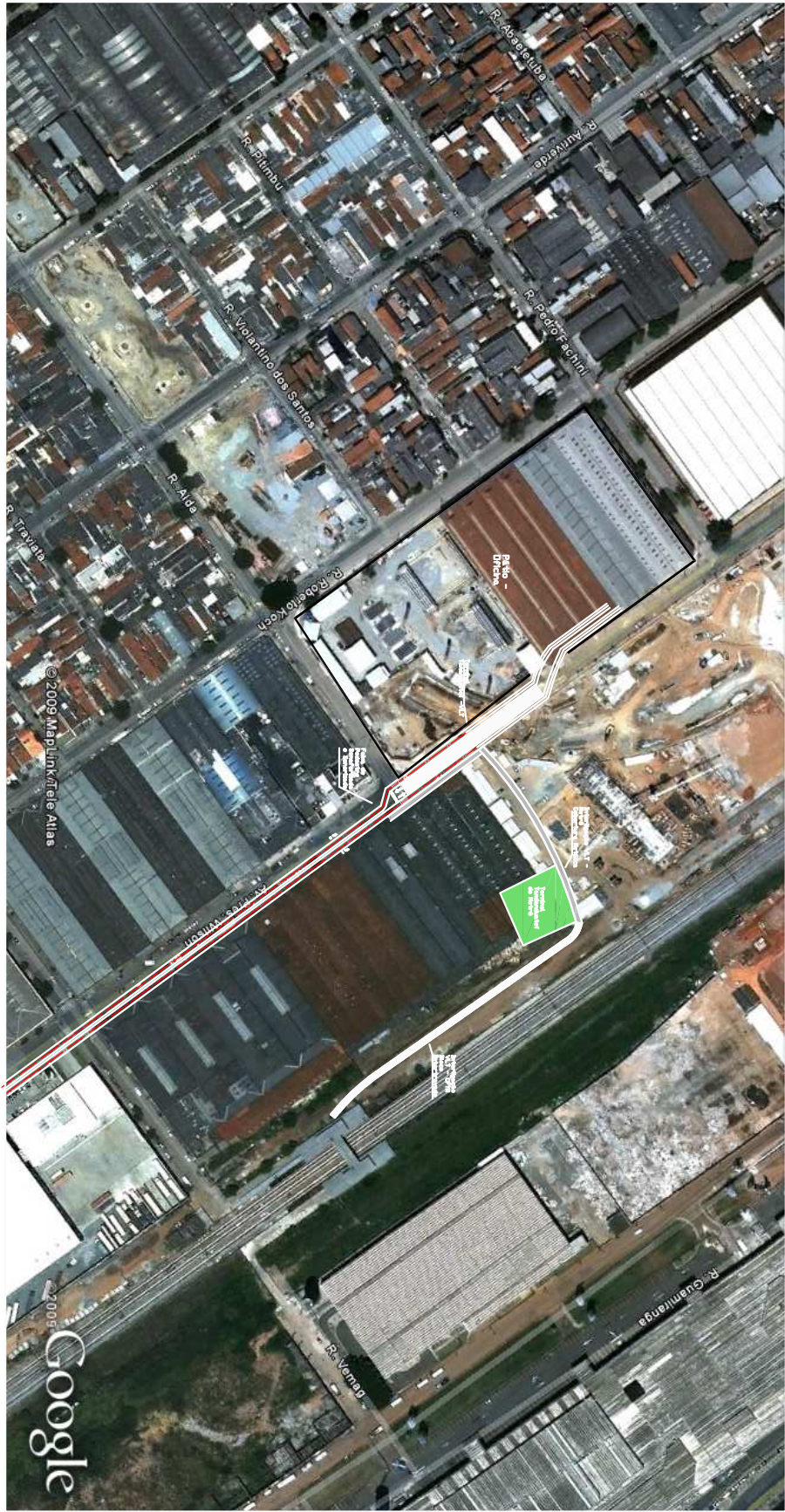
Croqui sem escala

EXTENSO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

CROQUI ESTAÇÕES E TERMINAIS  
VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

CONEXÃO MODAIS - TERMINAL VLT e METRO



Observação:

Croqui sem escala

CROQUI DE CONEXÃO MODAIS

VLT SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO

EXTENSÃO DO TRACADO: 14,4 km

NÚMERO DE ESTAÇÕES: 8 ESTAÇÕES E 2 TERMINAIS

**Tabela Resumo das Estações e Terminais**

É apresentando a seguir o resumo das informações das estações e dos terminais anteriormente descritos.

<b>Estações</b>	<b>Sentido da Via</b>	<b>Tipo de Plataforma</b>	<b>n. de faixas total da via</b>	<b>n. de faixas a desocupar</b>	<b>Larg. Canteiro Central (m)</b>	<b>Largura das Faixas (m)</b>	<b>Diferença de nível Plataforma/Via (m)</b>	<b>Comprimento Plataforma (m)</b>	<b>Largura Plataforma (m)</b>
Terminal São Bernardo do Campo	único	Elevada	6		-	19	4,5 + 1 = 5,5	85	7
Estação Shopping Metrópole	duplo	Em nível	3+3	2	4,0	9,9+9,9	0,3	70	5
Estação Nádia Montanheiro	duplo	Elevada	2+2		-	15,13	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Estação João Daprat	duplo	Elevada	2+2		-	15,13	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Estação Anel Viário Metropolitano	único	Em nível	4		-	14	0,3	70	5
Estação Instituto Mauá	duplo	Elevada	1+1		-	10	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Estação Bartolomeu Bueno	duplo	Elevada	2+2		-	12,4	4,5 + 1 = 5,5	70	5
Estação CEU Meninos	duplo	Em nível	3+3	2	5,6	10+10	0,3	70	5
Estação Presidente Wilson	duplo	Em nível	1+1		-	14	0,3	70	2,5 (plataforma Intercalada)
Terminal Tamanduateí	duplo	Em nível	1+1	2	-	13	0,3	115	7

Tabela 13: Quadro resumo das estações do VLT



## 9.8 Descrição do Pátio Principal

O complexo do pátio Tamanduateí, localizado próximo a estação final do VLT e do ponto de integração com os sistemas do Metro e CPTM, abrigará o edifício administrativo e o galpão de oficina, além de servir como garagem para estacionamento de trens que não estiverem em circulação ou durante o período em que o sistema ficará parado (00h00min às 05h00min).

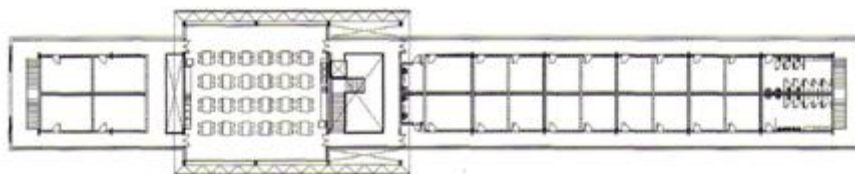
O edifício administrativo terá uma área total de aproximadamente 2400 m<sup>2</sup> e acomodará todo o CCO (Centro de Controle de Operações) do sistema. O CCO, por sua vez, é formado por sete áreas distintas:

1. Gerencia de Operações:
  - Gerência: escritório executivo, sala de reuniões, apoio técnico-administrativo.
  - Centro de Coordenação Operacional: controle do tráfego de VLT, controle da alimentação elétrica, controle, acesso e movimento de passageiros.
  - Apoio aos Operadores do CCO: vestiários, sala de estar e copa.
  - Salas Técnicas: sala de equipamentos, atendimento ao usuário, centro de documentação, comunicação visual e informações.
  - Operação do VLT: sala de coordenação, sala de treinamento e vestiário.
  - Operação das Estações: sala de coordenação
2. Gerência Administrativa:
  - Gerência: escritório executivo, sala de reuniões, apoio técnico-administrativo.
3. Suporte Administrativo à Operação e Manutenção:
  - Capacitação e Treinamento: coordenação e controle.
  - Segurança e Medicina do Trabalho: consultório médico e ambulatório.
  - Suprimentos: compras em geral e almoxarifado.
  - Conservação e Limpeza.
  - Segurança e Controle de Acesso: sala de monitoramento.
  - Copa e Cozinha: refeitório.
4. Gerencia de Manutenção:
  - Chefia.
  - Recepção.
  - Sala de Reunião.
  - Apoio Técnico-Administrativo.
5. Equipamentos de Infraestrutura:
  - Sala de Equipamentos.
  - Controle de Ar Condicionado.
6. Operação do VLT:
  - Sala de treinamento.
  - Vestiário.

## 7. Pessoal da Limpeza dos VLTs:

- Vestiários.

Abaixo segue esquema ilustrativo do futuro prédio administrativo do pátio Tamandateí:



**Figura 50 - Planta do Pavimento**



**Figura 51 - Elevação Frontal**

O Galpão de Oficinas abrigará todo o sistema de manutenção dos VLTs, tanto dos veículos quanto das vias permanentes. Sua área total está estimada em 3000 m<sup>2</sup>. O galpão está dividido em três subsistemas:

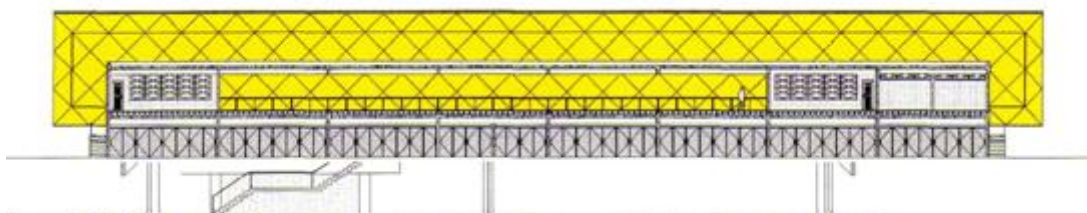
### 1. Oficina de Manutenção:

- Material Rodante: oficina de truques, sistemas auxiliares, ferramentaria e almoxarifado, oficina eletrônica, apoio administrativo e vestiários.
- Sistemas Fixos: alimentação elétrica, oficina de mecânica, marcenaria, oficina de baterias e oficina de pintura.

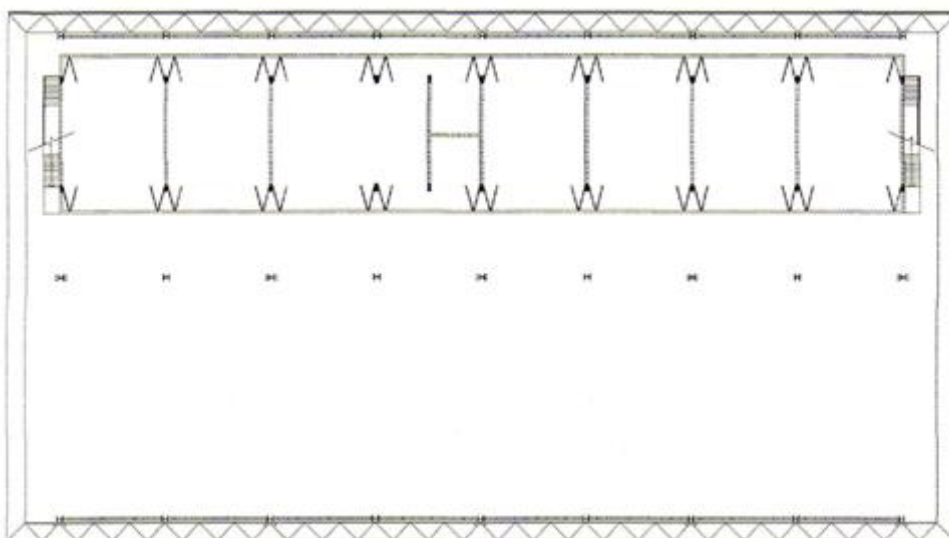
### 2. Oficina de Veículos Auxiliares.

### 3. Oficina de Vias Permanentes.

Abaixo segue esquema ilustrativo do futuro galpão de manutenção do pátio Tamandateí:



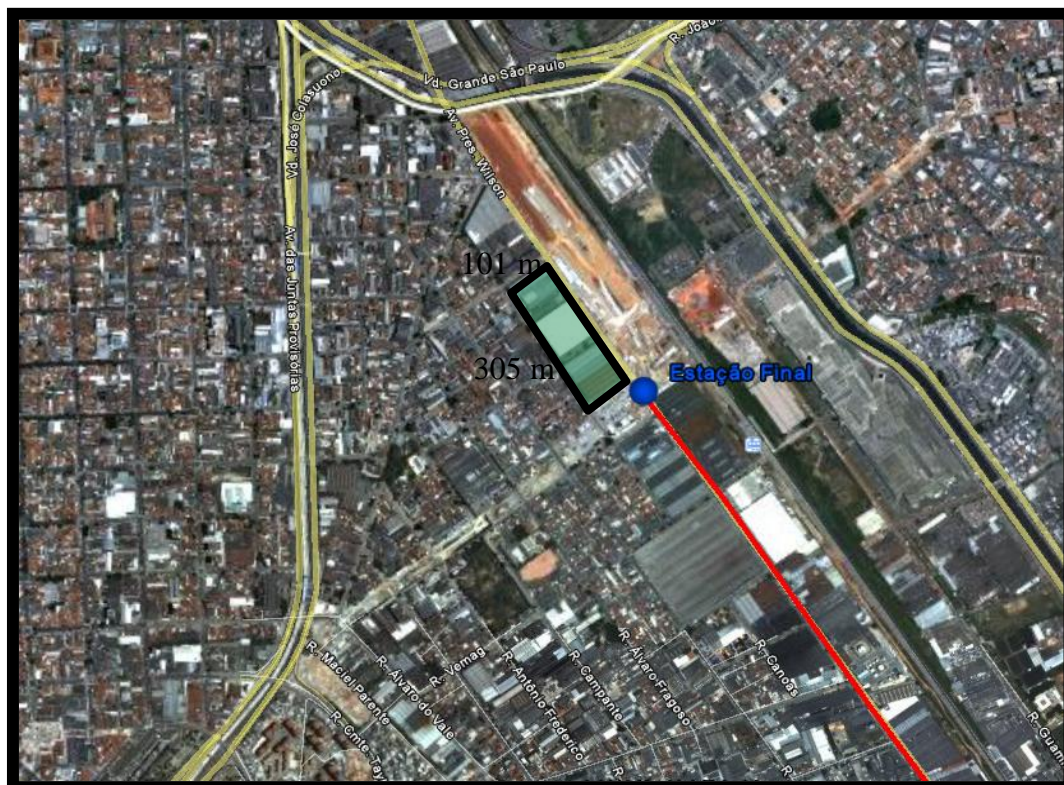
**Figura 52 - Corte Transversal**



**Figura 53 - Planta do Galpão**

Até agora temos o projeto do edifício administrativo (CCO) e do galpão de manutenção, faltando apenas prever uma área de estacionamento para os veículos inativos. A área destinada ao estacionamento deve ter capacidade para acomodar todos os veículos da frota, menos aqueles que estiverem em manutenção. A frota dimensionada para o sistema é de 23 veículos, com 4 carros cada. Para tal cada veículo tem comprimento total de 55 metros.

A seguir é apresentada a localização do pátio e croqui do mesmo:



**Figura 54 - Localização do Pátio**

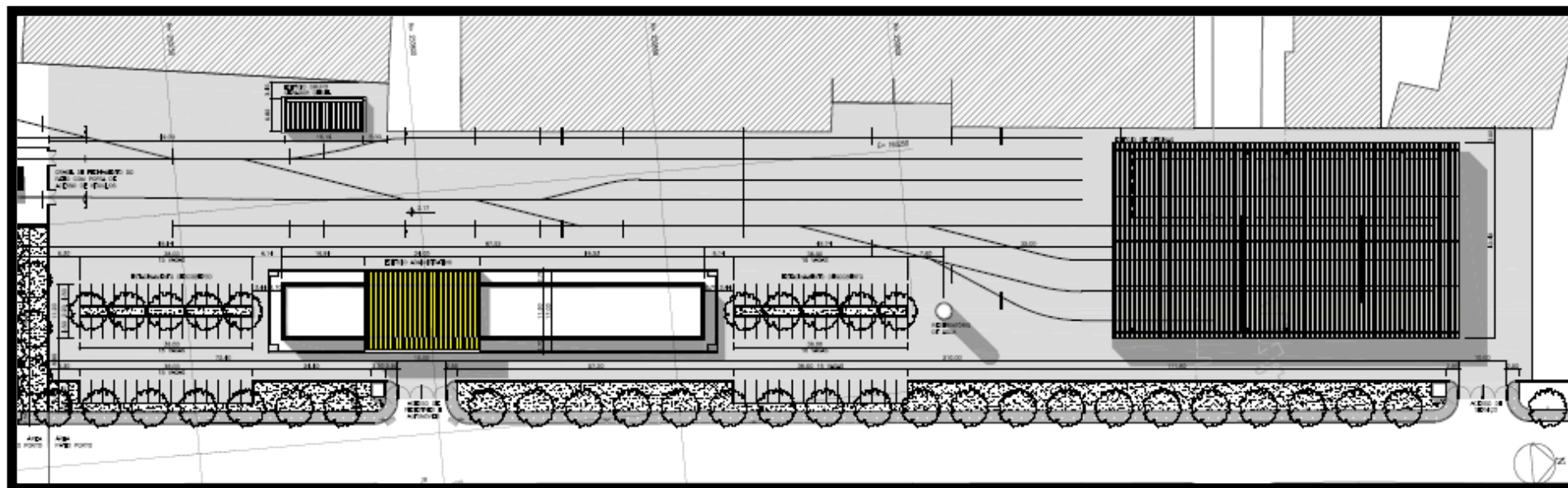


Figura 55 – Croqui do Pátio

## **10. Estudo de Impacto Ambiental simplificado do VLT**

### **10.1 Alternativas tecnológicas**

O metrô é hoje visto na RMSP como a solução para todos os males de transporte. De fato o metroviário da região metropolitana é bastante rápido, seguro e limpo, porém nem sempre esta é a solução mais indicada.

Segundo dados da CBTU (Companhia Brasileira de Transportes Urbanos) o km do metrô custa aproximadamente U\$ 100 milhões, enquanto o do corredor de ônibus custa apenas U\$ 15mi e do VLT U\$25mi. Para cada demanda e localização existe uma solução ótima.

Segundo os estudos de demanda, o empreendimento terá aproximadamente 8000 passageiros na hora pico no sentido dominante. Essa demanda é considerada média, portanto, o metrô não se configura como uma alternativa viável. Um corredor de ônibus convencional parcialmente segregado ou segregado ou um VLT são alternativas factíveis. Em ambos os casos para atender essa demanda seriam necessárias certas medidas como: embarque em nível, pagamento externo, portas largas para o acesso e prioridade do transporte coletivo sobre o individual nos cruzamentos.

A seguir é feita uma comparação entre a alternativa zero (não fazer nada e manter o atual sistema de transporte), o corredor de ônibus convencional (o trólebus está em desuso devido ao impacto visual e a falta de mobilidade urbana) e o VLT.

#### **Tempo de viagem**

O corredor de ônibus seria construído no mesmo trajeto do VLT totalizando 14.4 km de extensão e com a estação Tamanduateí como terminal. O sistema atual de transporte consiste na utilização de um trólebus por 5,5 km e mais um ônibus convencional por 6,5 km, totalizando 12 km de extensão.

Atualmente o tempo de viagem na hora-pico é de 1h40 minutos. A velocidade média do corredor de ônibus de Curitiba, considerado o melhor do Brasil, é de 17 km/h segundo dados Setransp – Sindicato das Empresas de ônibus de Curitiba e Região Metropolitana. O tempo de viagem seria de aproximadamente 51 minutos. Já o VLT, segundo dados da CBTU, (Companhia Brasileira de Transportes Urbanos) tem velocidade média na hora pico de 28 km/h. O tempo de viagem seria de 31 minutos. O VLT reduziria, portanto, em mais de 1 hora a viagem do centro de São Bernardo do Campo até a capital. Além disso, a estação Tamanduateí está mais próxima do centro da capital diminuindo o tempo de viagem no metrô para um usuário que se dirige ao centro.

A tabela a seguir resume essas informações:



	Atual	Corredor de ônibus	VLT
Tempo de viagem	1h40	51 minutos	31 minutos
Estação final	Jabaquara	Tamanduateí	Tamanduateí

Tabela 14: Tempo de viagem

## Emissão de gases

Para cálculo da emissão de energia elétrica será apenas aquela emitida na combustão do óleo diesel ou do gás natural nas termoeletricas.

Segue abaixo os valores utilizados para os cálculos:

Rendimento Termoeletrica	41%
Participação das termoeletricas na matriz de energia elétrica	20%
Sendo Gás Natural	60%
Óleo Diesel	40%
Poder Calorifico do Diesel ( Kcal / kg )	10500
Poder Calorifico do Gás Natural ( Kcal / m³)	9500
Fator de emissão do Diesel ( kg CO2 / t )	3119,7
Fator de emissão do Gás Natural ( kg CO2 / t )	2619,34
Densidade do diesel (kg/l)	0,85
Densidade do gás (kg/m³)	0,63
1Kcal	0,00163 kWh

Tabela 15: Dados para cálculo de emissão de CO2

## Sistema atual de transporte:

O primeiro trecho (sentido São Bernardo – São Paulo) é feito por um trólebus que leva 30 minutos para percorrer 5,5 km. Considerando que o motor elétrico tem potência de 145 kW, o consumo no trajeto é de 72,5 kWh. Considerando a matriz de energia elétrica brasileira foi adotado que 20% da energia é gerada por termoeletricas, sendo que, 60% a partir da queima de gás natural e o restante (40%) de óleo diesel. Outro parâmetro adotado foi o rendimento de 41% em termoeletricas.

$$M_{diesel} = E_n * FatorTermoeletrica * FatorDiesel * PC_{diesel} * 0,00163 / \eta T =$$

$$72,5 * 0,2 * 0,4 * 10500 * \frac{0,00163}{0,41} = 1,16 Kg$$

Equação 3: Massa de diesel consumida (kg)

Sendo:

- $M_{diesel}$  = Massa de diesel necessária (kg)
- $E_n$  = Energia necessária (kWh)
- FatorTermoeletrica: Porcentagem da energia elétrica gerada em termoeletricas
- FatorDiesel = Porcentagem de termoeletricas que queimam diesel
- $PC_{diesel}$  = Poder calorífico do diesel (Kcal/Kg)
- $\eta T$  = Rendimento da termoeletrica

Analogamente, o consumo de gás natural é de 1,21Kg.

O segundo trecho da viagem é feito utilizando um ônibus convencional que faz os 6,5 km em 1h10 minutos. O consumo de óleo diesel é de 0,55 l/km, totalizando 3,6 litros no trajeto que representam 3,07 kg de diesel.

O trecho realizado com ônibus convencional é o limitante em termos de tempo. Este pode realizar ao longo de um dia 20 trajetos de 6,5 km. Considerando que o ônibus esteja sempre cheio, operando com 90 passageiros, o sistema atual de transporte pode levar 1800 passageiros por dia por cada ônibus convencional.

Outra adoção utilizada foi que um ano tem 320 dias. Esse número é padrão em sistemas de transporte e representa que aos domingos, feriados e no período noturno há uma disponibilidade menor de transporte público.

A partir do fator de emissão do gás natural e do óleo diesel, a emissão de CO<sub>2</sub> calculada no atual sistema de transporte é de **58,17 kg CO<sub>2</sub>/ano/ passageiro**.

#### Ônibus convencional:

O corredor de ônibus tem 14,4 km de extensão realizados em 51 minutos. O consumo de óleo diesel é de 0,55 l/km, totalizando 8,0 litros no trajeto que representam 6,8 kg de diesel.

Esse ônibus poderia realizar 24 trajetos ao longo do dia. Considerando que o ônibus esteja sempre cheio, operando com 90 passageiros, cada um poderia transportar 2160 passageiros por dia.

A emissão de CO<sub>2</sub> no corredor de ônibus seria de **75,43 kg CO<sub>2</sub>/ano/ passageiro**.

#### Veículo Leve sobre trilhos:

A potência do motor de um carro de VLT é de 600 kW. Considerando que o VLT faz o percurso de 14,4 km em 31 minutos, o consumo de energia é de 310 kWh por trajeto. De forma análoga aquela feita para o trólebus, serão necessários 4,95 kg de diesel e 5,17 kg de gás natural.

Ao longo de um dia cada carro do VLT pode realizar 45 trajetos. Este operando com 170 passageiros pode transportar 7650 passageiros por dia.

A emissão de CO<sub>2</sub> por carro de VLT será de **54,60 kg CO<sub>2</sub> /ano/passageiro**.

#### Conclusão:

O VLT emite **3,57 kg** de dióxido de carbono a menos por passageiro transportado do que o atual sistema de transporte. Além disso, a emissão ocorre nas centrais termoelétricas e na operação do VLT não há emissão de gases.



Essa ausência de emissão será responsável pela melhoria da qualidade do ar local. Além do dióxido de carbono, haverá uma redução dos níveis de material particulado, poeira, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> e CO no local do empreendimento.

### Poluição visual

Uma das grandes razões para a falta de popularidade do trólebus é a poluição visual gerada pela fiação elétrica. Já os ônibus convencionais utilizados na RMSP passam uma imagem de robustez, alto consumo de energia, altos índices de emissão de gases, lentidão (quando não há corredor de ônibus) e falta de conforto. Os ônibus mais novos com televisão, a melhoria do combustível e os corredores de ônibus melhoraram um pouco a imagem desse meio de transporte, no entanto, este ainda é visto como uma solução pouco eficiente.

O VLT, por outro lado, passa uma imagem de eficiência e modernidade, melhorando o visual em que este está inserido. Os meios de transporte mais modernos podem, ao longo do tempo, desassociar a imagem de transporte coletivo à pobreza. Hoje o carro é visto como um sonho de consumo para a população brasileira e o governo incentiva o seu consumo, quando na verdade, deveria prover um transporte coletivo de qualidade.

### Emissão de ruídos

O VLT operando a 40 km/h emite 75 dB (A) para um indivíduo a 1m da fonte segundo dados do EIA/RIMA do VLT da baixada santista. Existem diversos dados conflitantes na literatura sobre a emissão de ruídos pelo motor de um ônibus. Nesse caso foi adotado 80 dB (A) para um indivíduo a 1m da fonte. Considerando que para transportar a mesma quantidade de passageiros de um carro de VLT seriam necessários dois ônibus, a emissão de ruído combinada seria de 83 dB (A).

A percepção do ruído decai logarithmicamente com a distância, como pode ser observado na tabela abaixo:

2 ônibus		VLT	
Distância	dB (A)	Distância	dB (A)
1	83	1	75
10	63	10	55
15	59	15	51
20	57	20	49
25	55	25	47
50	49	50	41

Tabela 16: Comparação de ruídos

A norma ABNT NBR 10.151 determina que áreas predominantemente residências, como a maior parte da área diretamente afetada, deve ser sujeita a ruídos de até 55 dB no período diurno. A comparação entre os dois modais demonstra que seria necessária uma distância muito maior dos dois ônibus do que do VLT.

## 10.2 Definição da área de influência

As áreas de influência foram definidas como:

- Área diretamente afetada (ADA): todo o traçado do VLT, os canteiros de obra e os pátios e oficinas do VLT.

O trajeto do VLT possui 14,4 km de extensão sendo 10,7km margeando o córrego Ribeirão dos Meninos. A área diretamente afetada consiste principalmente de residências de baixa densidade, comerciais térreos e áreas ainda não habitadas.

Algumas edificações da ADA merecem destaque, pois serão mais sensíveis aos impactos negativos previstos nesse estudo:

1. Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN)
2. Instituto Mauá de Tecnologia
3. Faculdade de Medicina do ABC
4. Paço Municipal
5. Praça Samuel Sabatini
6. Praça dos Andarilhos
7. Praça de Esportes Antero de S Correia
8. Praça Luis Ventura

- Área de influência direta (AID): 400m de cada lado do trilho do VLT
- Área de influência indireta (AII): os municípios de Santo André, São Caetano e São Bernardo do campo

## 10.3 Diagnóstico ambiental

No Brasil há menos de uma década atrás os estudos de impacto ambiental pouco consideravam o ambiente afetado. Na maioria das vezes essa postura levava a incoerências no processo de avaliação de impacto ambiental, e, posteriormente, na definição das medidas mitigadoras. O estudo de impacto ambiental tem como finalidade estudar a viabilidade ambiental de um empreendimento, minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos benéficos. Sem um diagnóstico dos meios físico, biótico e sócio-econômico não é possível conhecer a fragilidade do meio ambiente local e as necessidades da população afetada.

### Diagnóstico do Meio físico

#### Qualidade do ar

Os padrões de qualidade do ar estabelecem a máxima concentração de poluentes de modo a garantir a proteção da saúde e do meio ambiente. O IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente) definiu essas concentrações e o CONAMA as consolidou na Resolução CONAMA nº03/90.

Nessa Resolução são definidos dois padrões de qualidade:

Primários, concentração que caso seja ultrapassada pode resultar em danos à saúde e ao meio ambiente. Na prática esse índice é utilizado como meta de curto e médio prazo.

Secundários, concentração máxima permitida em áreas de proteção ambiental, parques nacionais, áreas de preservação permanente, entre outras áreas com foco na proteção do meio ambiente.

Os parâmetros regulamentados são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. Os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº3/90 e os métodos utilizados para monitoramento são apresentados na tabela a seguir:

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão Primário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Padrão Secundário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Método de medição
Pórculas totais em suspensão	24 horas <sup>1</sup> MGA <sup>2</sup>	240 80	150 60	amostrador de grandes volumes
Pórculas inaláveis	24 horas <sup>1</sup>	150	150	
Fumaça	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	150 60	100 40	refletância
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	365 80	100 40	pararosanilina
Dióxido de nitrogênio	1 hora <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	320 100	190 100	quimiluminescência
Monóxido de carbono	1 hora <sup>1</sup> 8 horas <sup>1</sup>	40000 (35ppm) 10000 (ppm)	40000 (35ppm) 10000 (ppm)	infravermelho não dispersivo
Ozônio	1 hora <sup>1</sup>	160	160	quimiluminescência
1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano    2 - Média geométrica anual    3 - Média aritmética anual				

**Tabela 17: Padrões de qualidade do ar Resolução CONAMA nº3/90**

O monitoramento da qualidade do ar na RMSP é feito pela CETESB através de estações medidoras que medem ininterruptamente a concentração dos seguintes poluentes: dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, partículas inaláveis, partículas totais em suspensão, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

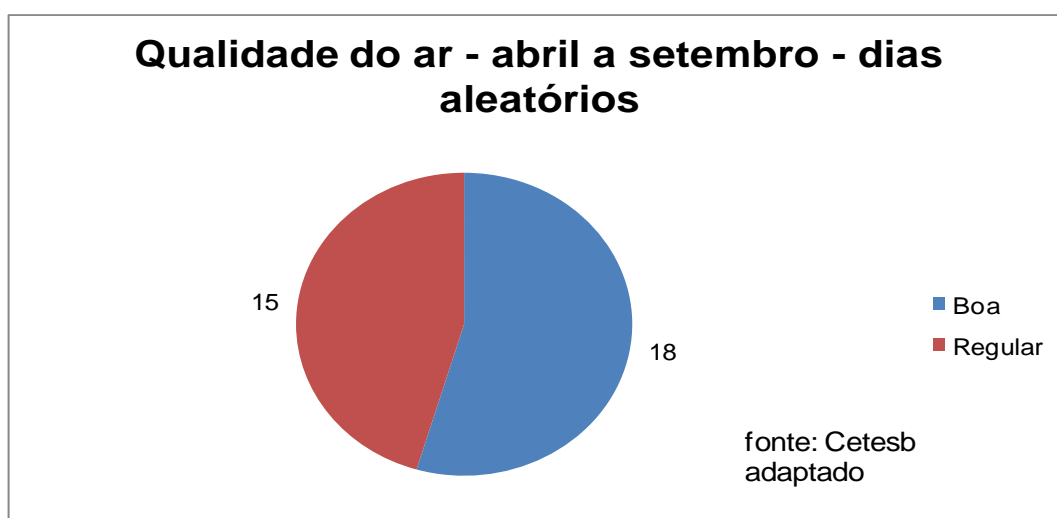
Com o intuito de informar a população a respeito da qualidade do ar a CETESB divulga a cada hora o índice de qualidade do ar (IQA). Para cada poluente é medido um índice e a divulgação é feita do índice mais elevado para cada estação medidora. O índice considera apenas as concentrações de material particulado (MP10), CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>. Segue abaixo tabela com as escalas para cada um dos poluentes:

Qualidade	Índice	MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Boa	0 - 50	0 - 50	0 - 80	0 - 4,5	0 - 100	0 - 80
Regular	51 - 100	50 - 150	80 - 160	4,5 - 9	100 - 320	80 - 365
Inadequada	101 - 199	150 - 250	160 - 200	9-15	320 - 1130	365 - 800
Má	200 - 299	250 - 420	200 - 800	15 - 30	1130 - 2260	800 - 1600
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600

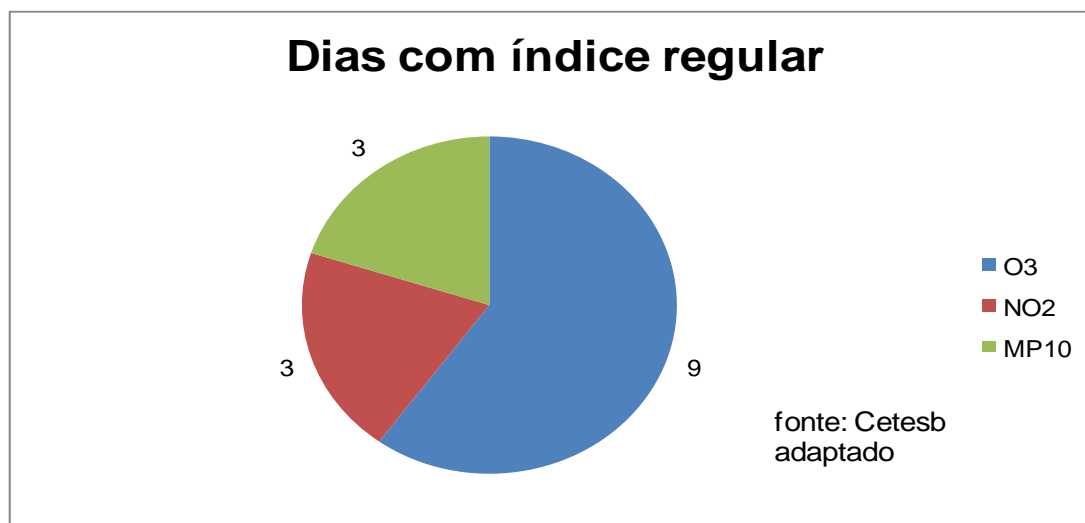
**Tabela 18: Índice de qualidade do ar (fonte: CETESB)**

A área de implementação do VLT é monitorada pelas estações de São Caetano, Santo André - Centro e São Bernardo do Campo. A estação situada em São Caetano tem instrumentação para medir as concentrações de material particulado (MP10), CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>; a situada em São Bernardo mede apenas material particulado (MP10); e a de Santo André mede MP10 e CO. Por englobar todos os poluentes que compõe o IQA a estação de São Caetano foi escolhida para ter parte de seu histórico compilado nesses estudos.

A qualidade do ar na cidade tem forte influência das condições meteorológicas. Dias chuvosos ou com alta velocidade dos ventos facilitam a dispersão dos poluentes melhorando a qualidade do ar. Por sua vez, dias secos e com baixo vento tendem a acumular os poluentes piorando a qualidade do ar. Os gráficos abaixo possuem dados escolhidos aleatoriamente do monitoramento da CETESB entre os meses de abril de 2009 e setembro de 2009, na estação São Caetano do Sul. A aleatoriedade elimina uma análise tendenciosa.



**Gráfico 4: Qualidade do ar – São Caetano do Sul**



**Gráfico 5: Poluente crítico**

Nos 33 dias analisados, entre abril de 2009 e setembro de 2009, quase metade deles (15) apresentaram qualidade do ar regular. Desses quinze dias regulares, em nove deles o poluente com índice foi mais elevado foi o ozônio (O<sub>3</sub>), em três deles foi o NO<sub>2</sub> e em outros três foi material particulado (MP<sub>10</sub>).

A principal fonte de emissão do NO<sub>2</sub> e do MP<sub>10</sub> é a combustão do combustível dos automóveis, ônibus e indústrias. O VLT proposto irá atenuar esse problema de qualidade do ar na região diretamente afetada pelo empreendimento.

O ozônio é quase que exclusivamente um poluente secundário. Sua formação ocorre pela ação da radiação ultravioleta sobre os compostos orgânicos voláteis (VOCs) e sobre os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>). A formação do ozônio não é instantânea, dessa forma as maiores concentrações do gás não ocorrem no local de emissão. Segundo estudos do IAG (USP) as concentrações de ozônio costumam serem ainda maiores no entorno da região metropolitana de São Paulo.

Os efeitos ao meio ambiente desses três poluentes são:

- NO<sub>2</sub>: Formação de chuva ácida causando danos à vegetação e deteriorando a qualidade do solo;
- MP<sub>10</sub>: Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo; e
- Ozônio (O<sub>3</sub>): Danos à vegetação.

Os efeitos à saúde humana são:

- NO<sub>2</sub>: Aumento do risco de manifestação de doenças respiratórias;
- MP<sub>10</sub>: Aumento do risco de manifestação de doenças respiratórias e cardiovasculares; e

- Ozônio (O<sub>3</sub>): Aumento do risco de manifestação de doenças respiratórias;

Concluindo, o principal problema da região de implantação do VLT são as altas concentrações de ozônio. Embora os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela CETESB sejam pouco rigorosos, se comparados com os padrões europeus, em quase metade dos dias monitorados a qualidade do ar foi considerada regular evidenciando o problema da região.

As principais fontes emissoras são os veículos, ônibus e indústrias. O VLT por ser um meio de transporte sem emissão direta de gases propiciará uma melhora da qualidade do ar localmente.

### **Qualidade da água**

Em mais da metade do traçado do VLT este margeia o córrego Ribeirão dos Meninos. O córrego pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê (UGRHI 6), mais especificamente à bacia do Rio Tamanduateí.

O Ribeirão dos Meninos é um curso d'água de classe IV, ou seja, sua água tem como meta de uso a harmonia paisagística e a vegetação. Na prática o córrego não serve nem para um fim nem para outro. Este é usado apenas para recebimento de efluentes, cargas difusas e lixo doméstico. A consequência é a péssima qualidade de suas águas.

A Resolução CONAMA nº357/2005 é muito pouco rigorosa em relação à qualidade das águas superficiais classe IV. Um rio classe III pode ter suas águas destinadas à:

- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- A irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- A pesca amadora;
- A recreação de contato secundário; e
- A dessedentação de animais.

Na tabela abaixo segue o monitoramento feito pela CETESB das águas do Ribeirão dos Meninos no ano de 2008. Foi incluído o valor máximo permitido para águas doces de classe III, condição em que o córrego teria algum uso social benéfico.

Córrego Ribeirão dos Meninos						
Análise de águas superficiais 2008						
Data		CONAMA 357 Classe IV	CONAMA 357 - Classe III	22/01/2008	26/03/2008	14/05/2008
PARÂMETROS	Unidade	VMP	VMP	11:30	10:30	09:50
Alumínio Dissolvido	mg/l		0,2	<0,1	0,230	<0,1
Cádmio Total	mg/l		0,0100	0,0005	0,0020	0,0100
Chumbo Total	mg/l		0,033	0,006	0,050	0,009
Cloreto	mg/l			53,5	70,3	85,3
Cobre	mg/l		0,013	<0,009	0,040	0,070
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml		2500 para uso de recreação de contato secundário	120000	300000	250000
Condutividade	ms/cm			489	566	623
Cromo Total	mg/l		0,05	0,07	0,08	0,04
DBO	mg/l		10	39	43	76
DQO	mg/l			74	141	179
Fenóis totais	mg/l	1	0,01	0,01	0,017	0,030
Ferro Dissolvido	mg/l		5	0,18	1,17	0,67
Fósforo Total	mg/l		0,05	1,52	2	2
Manganês	mg/l		0,5	0,230	0,260	0,310
Mercurio	mg/l		0,002	0,0005	<0,0002	0,00007
N Amoniacal	mg/l		13,3 para pH ≤ 7,5 5,6 para PH≤8 2,2 para pH ≤ 8,5 1 para pH>8,5	8,3	30,9	15,9
Níquel	mg/l			0,07	0,030	0,050
Nitrato	mg/l		10	0,58	<0,2	<0,2
Nitrito	mg/l		1	0,180	<0,01	<0,01
NKT	mg/l			11,9	35,3	23,0
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/l	>2	>4	1,6	0,6	0,5
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l			260	302	300
Sólidos Totais	mg/l			320	338	340
Substâncias Tensoativas	mg/l			1,92	3,17	3,90
Sulfato Total	mg/l			24,3	26,4	16,1
Turbidez	N.T.U.		100	24	23	48
Zinco Total	mg/l		5	0,500	0,500	0,450
DADOS DE CAMPO						
Chuva 24h				Sim	Sim	Não
Coloração				Cinza	Cinza	Cinza
pH de campo		entre 6 e 9	entre 6 e 9	7,2	7,3	7,3
Temperatura Água	°C			22,1	23,5	20,1
Temperatura Ar	°C			21,5	24,9	20,6
Valor Máximo Permitido = VMP						
		Classe IV	Classe III			

Tabela 19: Qualidade da água Córrego Ribeirão dos Meninos



Córrego Ribeirão dos Meninos						
Análise de águas superficiais 2008						
Data		CONAMA 357 Classe IV	CONAMA 357 - Classe III	10/07/2008	18/09/2008	05/11/2008
PARÂMETROS	Unidade	VMP	VMP	10:25	09:57	10:25
Alumínio Dissolvido	mg/l		0,2	0,120	<0,1	<0,1
Cádmio Total	mg/l		0,0100	0,0010	0,0010	0,0004
Chumbo Total	mg/l		0,033	<0,01	0,003	0,006
Cloreto	mg/l			76,0	86,3	90,5
Cobre	mg/l		0,013	<0,009	0,020	0,020
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml		2500 para uso de recreação de contato secundário	250000	220000	290000
Condutividade	ms/cm			609	665	67
Cromo Total	mg/l		0,05	0,25	0,04	0,05
DBO	mg/l		10	97	103	72
DQO	mg/l			185	195	148
Fenóis totais	mg/l	1	0,01	0,039	0,161	0,019
Ferro Dissolvido	mg/l		5	0,29	0,26	0,18
Fósforo Total	mg/l		0,05	2	2	1
Manganês	mg/l		0,5	0,260	0,200	0,290
Mercurio	mg/l		0,002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
N Amoniacal	mg/l		13,3 para pH ≤ 7,5 5,6 para PH≤8 2,2 para pH ≤ 8,5 1 para pH>8,5	21,2	18,1	21,4
Níquel	mg/l			0,050	0,050	0,050
Nitrato	mg/l		10	<0,2	<0,2	<0,2
Nitrito	mg/l		1	0,030	<0,01	<0,01
NKT	mg/l			27,4	20,0	23,4
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/l	>2	>4	0,5	1,6	0,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l			280	364	346
Sólidos Totais	mg/l			346	404	374
Substâncias Tensoativas	mg/l			3,85	3,44	3,24
Sulfato Total	mg/l			24,0	29,9	42,6
Turbidez	N.T.U.		100	36	36	27
Zinco Total	mg/l		5	0,300	0,630	0,780
DADOS DE CAMPO						
Chuva 24h				Não	Sim	Não
Coloração				Cinza	Cinza	Cinza
pH de campo		entre 6 e 9	entre 6 e 9	7,3	7,4	7,3
Temperatura Água	°C			19,0	19,1	22,9
Temperatura Ar	°C			21,3	16,9	27,2
Valor Máximo Permitido = VMP						
		Classe IV	Classe III			

Tabela 20: Qualidade da água Córrego Ribeirão dos Meninos

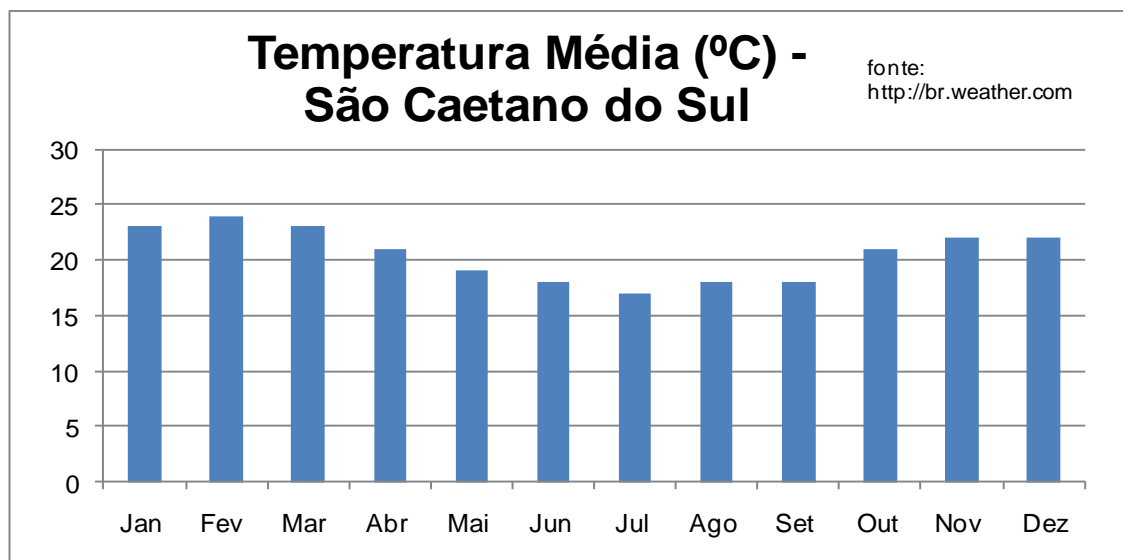
O monitoramento das águas do Ribeirão dos Meninos evidencia a péssima qualidade do mesmo. O nível de oxigênio dissolvido é característico de um curso d' água morto, praticamente não há organismo que suporte tais parâmetros.

Essa deterioração ocorre há muito tempo ocasionada pelo complexo industrial do ABC e pelos efluentes domiciliares. Embora o ABC venha investindo em saneamento básico e as indústrias respeitem os padrões de qualidade para efluentes ainda levará muito tempo para que o córrego Ribeirão dos Meninos apresente parâmetros “aceitáveis” de qualidade da água.

Outro problema que os residentes do entorno do córrego enfrentam são as enchentes. Recentemente (início de 2009) o DAEE (Departamento de água e energia elétrica) solicitou a atualização do Plano Diretor de Macro drenagem da Bacia do Rio Tamanduateí. Existem dois piscinões em obras na bacia e diversos outros foram propostos. Esses estudos consideram que todas as obras propostas no PDMAT estão concluídas propiciando um tempo de retorno de 100 anos. O baixo risco de enchentes possibilita a construção do VLT terrestre.

### **Clima e Condições Meteorológicas**

O clima dos municípios de São Caetano, São Bernardo e Santo André são relativamente bem definidos. A temperatura média mensal máxima para a cidade de São Caetano é de 24°C no mês de fevereiro e a mínima é de 17°C no mês de Julho, como pode ser observado no gráfico abaixo:

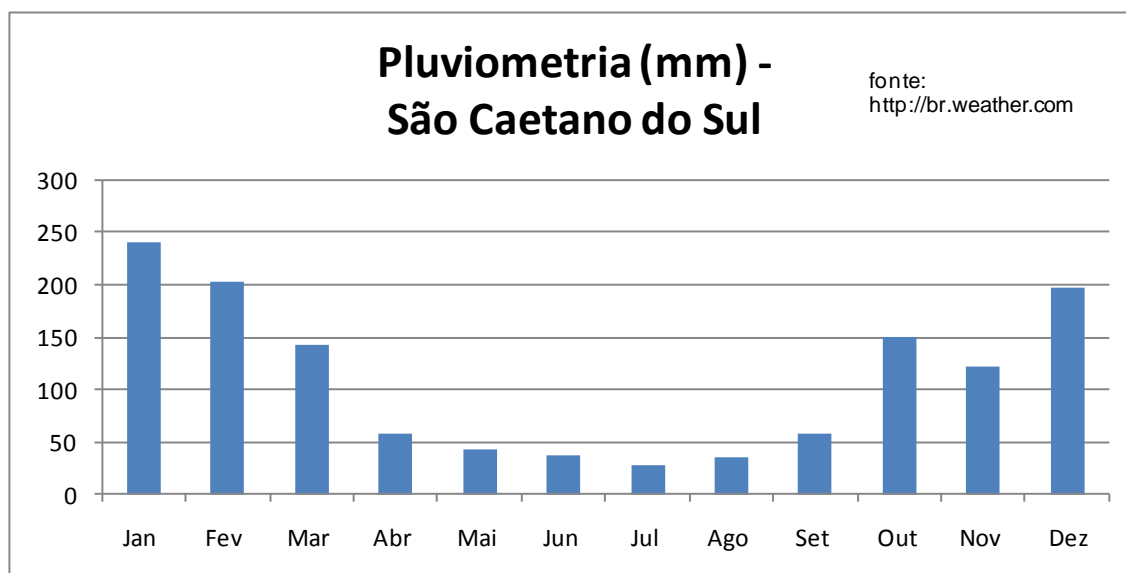


**Gráfico 6: Temperatura Média: São Caetano do Sul**

Embora a temperatura média ao longo de todo ano seja amena, existem diversos dias no ano em que a temperatura ultrapassa os 30°C, especialmente nas regiões mais urbanizadas. A região urbana forma ilhas de calor são fenômenos microclimáticos que elevam a temperatura em até 10°C quando

comparado à periferia das regiões metropolitanas. Além disso, há um aumento na incidência de tempestades associadas a nuvens tipo *Cumulonimbus*.

O nível de precipitação médio máximo ocorre no mês de janeiro com 241 mm de chuva, o mínimo é de 28 mm no mês de Julho. Em geral o inverno é razoavelmente seco e o verão é úmido. O gráfico abaixo ilustra as precipitações médias na cidade de São Caetano do Sul:



**Gráfico 7 Pluviometria: São Caetano do Sul**

## Ruído

No Brasil, os níveis de ruído permitidos estão estabelecidos pela Resolução CONAMA nº1/90. O CONAMA estabelece que sejam seguidos os limites apontados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, através de sua norma técnica NBR 10.151 – “*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 limites estabelecidos pela norma são:

Uso e Ocupação do Solo	Diurno	Noturno
Área 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

**Tabela 24: Norma ABNT NBR 10.151 (em dB)**

Na região diretamente afetada pelo VLT existem áreas estritamente residências ou com escolas, áreas predominantemente residências, área mista com vocação comercial e áreas predominantemente industriais. Os limites diurnos variam entre 50 e 70 dB, no entanto, a norma estabelece que caso os níveis de ruído preexistentes no local de implantação de um empreendimento sejam maiores do que o que os relacionados na tabela acima, então esse será o limite.

A principal fonte de ruído da ADA são os veículos automotores, as motocicletas e os ônibus. Durante grande parte do dia os níveis de ruído ultrapassam os 70 dB para uma fonte localizada na calçada das grandes vias ou no interior de um ônibus.

## **Diagnóstico do meio biótico**

### **Vegetação**

A região diretamente afetada pelo empreendimento é essencialmente urbana, região com altos níveis de urbanização e antropização. Não há nenhum fragmento de mata nativa na ADA, destacam-se apenas alguns trechos do córrego Ribeirão dos Meninos com mata ciliar como pode ser observado na figura abaixo:



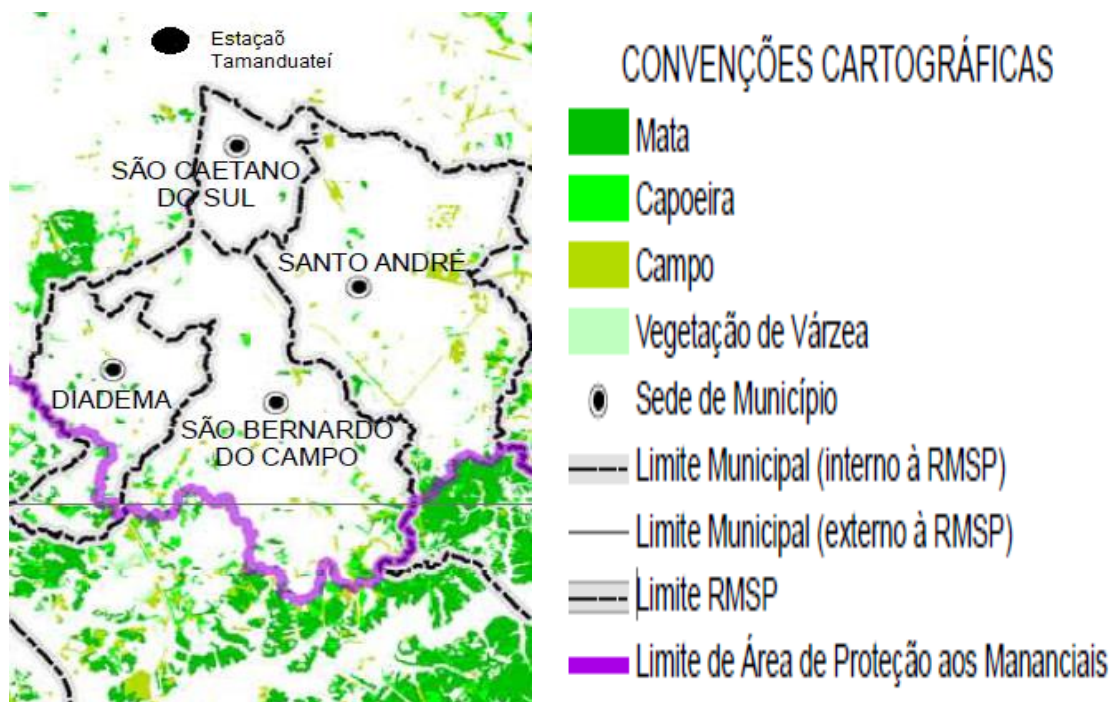
**Figura 56: Canal natural do Ribeirão dos Meninos (Fonte: DAEE)**

Na ADA o pouco de vegetação existente se concentra nas seguintes praças:

1. Praça Samuel Sabatini
2. Praça dos Andarilhos
3. Praça de Esportes Antero de S Correia
4. Praça Luis Ventura

Não existem unidades de conservação na área de influência direta do empreendimento.

A figura abaixo ilustra a escassez de vegetação na região de influência direta do empreendimento:



**Figura 57: Presença de vegetação no ABCD (fonte: Emplasa adaptado)**

## Fauna

Não há animais terrestres que possam ser afetados pelos impactos diretos do empreendimento. Também não há vida aquática na parte afetada do córrego Ribeirão dos Meninos.

No espaço urbano de implantação do VLT existe apenas um pequeno grupo de aves que pode ser afetada pela implantação e operação do empreendimento. A ave mais avistada nas visitas a campo foi o pombo, espécie muito bem adaptada as condições urbanas.

O VLT, portanto, será instalado em um ambiente pouco sensível em termos bióticos. O maior impacto será causado pela perda de parte da mata ciliar do córrego e pela supressão de parte da vegetação das praças. Em ambos os casos haverá compensação dos impactos.

## 10.4 Identificação e avaliação dos impactos ambientais

A palavra impacto ambiental está presente no dia-a-dia, porém muitas vezes o termo é mal utilizado. Na opinião pública esse conceito tem sempre conotação negativa, está ligado a degradação do meio ambiente. A norma ISO 14001, utilizada por muitas empresas como guia de sistema de gestão ambiental, defini impacto ambiental como: “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

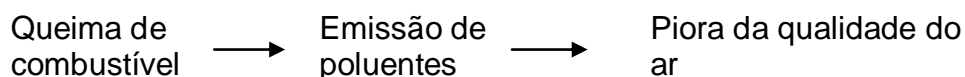
A legislação brasileira por meio da Resolução CONAMA nº1/86, art 1º defini assim:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. as condições estéticas e sanitários do meio ambiente;
- IV. a qualidade dos recursos naturais

Existem ainda diversas outras definições para o termo, todas elas são comum em um ponto, a idéia de impacto está ligada a alteração de uma condição natural.

Outro erro cometido pelo público leigo é utilizar o termo impacto no lugar de uma ação ou de um aspecto ambiental. Por exemplo: desmatar não é um impacto, mas sim uma ação que implicará em alterações nos processos, esses sim chamados de impacto ambiental. Aspecto ambiental é um termo que a ISO 14001 inseriu na avaliação de impacto ambiental e pode ser entendido como o mecanismo através do qual uma ação gera um impacto ambiental. Para o melhor entendimento abaixo segue um exemplo:



Nesse exemplo a queima de combustíveis é a ação que gerou um aspecto ambiental, a emissão de poluentes, que por sua vez, ocasionou um impacto ambiental, a piora da qualidade do ar.

O estudo de impacto ambiental (EIA) e seu respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA) é obrigatório para empreendimentos que causem impacto ambiental significativo. A resolução CONAMA nº1/86 lista quais atividades modificadoras do meio ambiente dependem da elaboração do EIA/RIMA para conseguir o licenciamento.

O VLT (veículo leve sobre trilhos) ainda não é difundido no Brasil e não se encontra nessa lista. No entanto, o VLT da baixada santista, ainda em fase de projeto, já possui seu EIA/RIMA.



O conceito de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) também possui diversas interpretações dependendo do propósito de se avaliar os impactos. Abaixo seguem algumas definições:

“*Procedimento* para encorajar as pessoas encarregadas de tomada de decisões a levar em conta os possíveis efeitos de investimentos em projetos de desenvolvimento sobre a qualidade ambiental e a produtividade dos recursos naturais e um *instrumento* para a coleta e a organização dos dados que os planejadores necessitam para fazer com que os projetos de desenvolvimento sejam mais sustentáveis e ambientalmente menos agressivos” (SÁNCHEZ apud HORBERRY, 1984).

“Atividade que visa identificar, prever, interpretar e comunicar informações sobre as conseqüências de uma determinada ação sobre a saúde e o bem-estar humanos” (SÁNCHEZ apud MUNN, 1975).

“O processo de identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes de ordem biofísica, social ou outros de projetos ou atividades antes que decisões importantes sejam tomadas” (SÁNCHEZ apud IAIA, 1999).

A avaliação de impactos ambientais auxilia no processo de tomada de decisões. Escolhas como a tecnologia, o traçado do VLT, a localização são auxiliadas pela AIA e confrontadas com outras alternativas e ainda com a possibilidade da não implantação do projeto.

Em suma o processo de avaliação de impacto ambiental insere componentes ambientais em projetos que possam causar impactos negativos sobre o meio ambiente e o bem-estar da população. Ainda é possível potencializar os impactos positivos do empreendimento. Um exemplo disso é a contratação de mão de obra local para os empregos gerados na atividade.

Avaliar a importância de um impacto ambiental é uma tarefa subjetiva, pois exige um juízo de valor da equipe realizadora do EIA/RIMA. Um dos princípios da avaliação de impacto ambiental é que essa deve ser reproduzível, ou seja, o leitor deve chegar ao mesmo resultado que a equipe técnica. Para que isso ocorra é necessário que tudo esteja muito bem explicado e justificado.

Avaliar a importância de um impacto ambiental é uma tarefa subjetiva, pois exige um juízo de valor da equipe realizadora do EIA/RIMA. Um dos princípios da avaliação de impacto ambiental é que essa deve ser reproduzível, ou seja, o leitor deve chegar ao mesmo resultado que a equipe técnica. Para que isso ocorra é necessário que tudo esteja muito bem explicado e justificado.



## **Avaliação de impactos ambientais VLT do ABC**

Existem diversas maneiras descritas na literatura para avaliar a relevância de um impacto ambiental. Esse trabalho de conclusão de curso utiliza o método da combinação de atributos. Os atributos considerados são:

### **i. Efeito:**

Positivo: Impacto ambiental positivo ao meio ambiente e/ou a qualidade de vida e saúde humana.

Negativo: Impacto ambiental negativo ao meio ambiente e/ou a qualidade de vida e saúde humana.

Esse atributo não é utilizado para definir a relevância do impacto ambiental.

### **ii. Periodicidade:**

Permanente: Impacto ambiental persistente mesmo após o fim da atividade na implantação ou aquele que persiste durante toda operação do VLT.

Temporário: Impacto ambiental que deixa de ocorrer pouco tempo após o fim da ação.

**iii. Reversibilidade:** indica se o ambiente conseguirá retornar a sua condição natural caso cessem as atividades do empreendimento. Isso pode ocorrer tanto naturalmente quanto por meio de ação corretiva.

Irreversível: cessada a geração das atividades, dificilmente o meio ambiente retornará à sua condição inicial, mesmo com aplicações de ações corretivas.

Reversível: cessada a geração do aspecto, lentamente se desfaz o impacto ambiental associado ou por meio de ação corretiva é possível retornar à condição inicial.

**iv. Magnitude:** Visa definir, para o impacto considerado, suas consequências ao meio ambiente.

Magnitude Grande: Impacto que altera consideravelmente as condições de um determinado aspecto ambiental. Por exemplo, emissão de poluente 10% acima do padrão máximo estabelecido em legislação, ou geração de empregos diretos suficientes para que ocorra uma melhora significativa da qualidade de vida na área de influência do impacto.

Magnitude Média: Impacto que altera medianamente as condições de determinado aspecto ambiental, porém com pouco comprometimento da qualidade ambiental (caso negativo) ou pequeno ganho social (caso positivo).

Magnitude Pequena: Alteração apenas marginal de determinado aspecto ambiental.

## v. Probabilidade

Certo: Quando se tem certeza que o impacto ocorrerá.

Possível: Existem chances de o impacto ocorrer.

- vi. **Relevância:** A relevância do impacto ambiental foi definida pela combinação dos atributos quatro a quatro, como pode ser observado na tabela abaixo:

Combinação dos Atributos			Magnitude		
			Pequena	Média	Grande
Temporário	Reversível	Possível	Baixa	Baixa	Média
Temporário	Reversível	Certo	Baixa	Média	Média
Permanente	Reversível	Possível	Baixa	Média	Média
Temporário	Irreversível	Possível	Baixa	Média	Média
Permanente	Irreversível	Possível	Baixa	Média	Alta
Permanente	Reversível	Certo	Baixa	Média	Alta
Temporário	Irreversível	Certo	Baixa	Média	Alta
Permanente	Irreversível	Certo	Média	Alta	Alta

**Tabela 215: Combinação dos Atributos para definir a Relevância**

Essa forma de combinar os atributos é bastante simples, e dessa forma, sua reprodução pode ser feita pelas diversas partes interessadas.

Para os quatro atributos considerados a pior situação possível é um impacto ser permanente, irreversível, certo e de magnitude grande. A combinação segue a seguinte lógica:

Um impacto de pequena magnitude tem baixa relevância, a menos que seja permanente, irreversível e certo, nesse caso ele é de relevância média.

Um impacto com magnitude média tem relevância média, a menos que seja temporário, reversível e provável, nesse caso ele é de baixa relevância; ou caso seja permanente, irreversível e certo, nesse caso ele é de alta relevância.

Um impacto com grande magnitude é de média relevância se apresentar a pior situação de apenas um dos dois outros atributos. Em outros casos ele é de alta relevância.

## Identificação dos Impactos Ambientais

### Fase de Implantação:

- Piora pontual da qualidade do ar na fase de implantação.

Durante o período de implantação a emissão de MP (material particulado), poeiras e gases associa-se às seguintes atividades: terraplanagem, escavações, utilização de máquinas, tráfego de veículos pesados, implantação do canteiro de obras e das estruturas operacionais.

Esse impacto é negativo. Ele é temporário, pois os gases e o material particulado se dispersam após o fim das obras. Reversível, pois após o fim da construção a qualidade do ar tende a voltar ao seu nível anterior. E de probabilidade certa.

A magnitude é média, pois se trata de um ambiente com má qualidade do ar em que as emissões das atividades da obra não trarão grandes pioras.

- Aumento pontual do nível de ruído na fase de implantação

Durante a fase de implantação a utilização de máquinas e veículos pesados será responsável pela emissão de ruídos acima do limite máximo aceitável definido pela norma ABNT NBR 10151: “Avaliação de ruídos em áreas habitadas visando o conforto da comunidade” para área mista, predominantemente residencial.

Esse impacto é negativo. Ele é temporário, pois persiste apenas durante as obras. Reversível, pois após o fim das atividades a emissão de ruídos cessa. E de probabilidade certa.

A magnitude é média. Em um ambiente com menores emissões de ruído esse impacto seria de grande magnitude, porém levando em conta que na área diretamente afetada o ruído de fundo é bastante elevado, essa emissão não trará grandes pioras.

- Supressão de vegetação

A área de implantação do VLT é bastante urbanizada, no entanto, haverá supressão da vegetação, especialmente nas praças Samuel Sabatini e dos Andarilhos.

A supressão da vegetação terá conseqüências sobre a paisagem local e a avifauna urbana.

Esse impacto é negativo. Ele é permanente. Reversível, pois haverá compensação dessa vegetação suprimida bem próximo ao local afetado. E de probabilidade certa.

A magnitude é média, pois haverá pouca derrubada de árvores para a construção do VLT.

- Descontentamento da população afetada pela desapropriação de imóveis

Ao longo de todo o traçado do VLT existem ocupações irregulares nas margens do córrego Ribeirão dos Meninos. Essas pessoas serão transferidas e haverá uma renaturalização das margens.

Além disso, será necessário desocupar alguns galpões para a criação dos pátios e das oficinas do VLT.

Esse impacto é negativo. Permanente, pois mesmo que a população afetada chegue a um acordo para indenização, existe a possibilidade de esta ficar descontente, principalmente, devido à quebra de laços sociais criados na vizinhança e a proximidade, caso exista, do emprego a residência. Ele é irreversível, pois essas pessoas não voltarão mais as suas residências e de probabilidade média.

A magnitude é média, pois poucas famílias serão realocadas.

### **Fase de implantação / Operação**

- Melhora da qualidade do ar devido ao menor fluxo de veículos particulares e coletivos

A implantação do VLT tem o objetivo de substituir o atual sistema de transporte coletivo da região, atendendo a essa demanda. No entanto, por ser considerado um sistema de transporte moderno, rápido e “não poluente” esse estudo ambiental considera que parte dos usuários de veículos particulares utilizará o VLT. (Essa demanda foi desconsiderada em capítulo anterior para simplificação do cálculo de demanda).

Esse impacto é positivo. Ele é permanente, pois persiste durante toda a operação do VLT. É Irreversível e de probabilidade certa.

A magnitude é grande, pois o VLT não emite gases durante sua operação, gerando melhoras significativas de qualidade do ar.

- Risco de contaminação do corpo d água ou do solo por vazamentos de óleos e graxas presente nos pátios de estacionamento e manutenção

As operações de limpeza e manutenção do VLT utilizam óleos, graxas e outros potenciais poluidores dos recursos hídricos e do solo. O manuseio e a estocagem desses produtos seguirão as normas pertinentes. No entanto, falhas e acidentes podem acontecer gerando impacto no meio físico e, possivelmente, nos trabalhadores do pátio.

Esse impacto é negativo. Ele é permanente, pois a qualidade da água permanecerá afetada mesmo após o acidente. É reversível, pois é possível tratar essa água. É possível que aconteça.

A magnitude é média, pois a quantidade de óleo possível de ser derramada não trará grandes alterações a qualidade do água já degradada.

- Aumento da expectativa da população local

A construção do veículo leve sobre trilhos trará uma forte expectativa positiva na população da área de influência direta (AID). A implantação do VLT provocará um aumento na qualidade de vida dessas pessoas o que explica esse sentimento.

No caso da não aprovação do projeto, essa expectativa se transformará em desapontamento da população.

Esse impacto pode ser tanto positivo quanto negativo. Ele é temporário, pois assim que as operações se iniciarem essa expectativa cessa. É reversível, pois é possível informar a população local sobre o andamento do projeto e das obras. E é possível que ocorra.

A magnitude é pequena, pois essa população será informada pela mídia.

- Aumento da mobilidade da população que utiliza o VLT

O veículo leve sobre trilhos projetado irá aumentar a oferta de transporte público, e diminuirá o tempo de viagem entre o centro de São Bernardo do Campo e a Estação Tamanduateí em São Paulo.

Esse impacto é positivo. Ele é permanente, pois persiste durante toda a operação do VLT. É Irreversível e de probabilidade certa.

A magnitude é grande, pois diminuirá em mais de 1 hora o trajeto São Bernardo – São Paulo para os usuários do transporte coletivo.

- Aumento da arrecadação de impostos

Tanto nas fases de implantação quanto na operação do VLT, diversos impostos incidirão levando a um aumento da arrecadação de impostos. A maior parte deles, como, Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica (IRPJ), Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL) e Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) é de origem federal.

A região de influência direta é beneficiada com o repasse federal e com o Imposto Sobre Serviços (ISS).

Esse impacto é positivo. Ele é permanente, pois persiste mesmo após o fim da operação do VLT. É Irreversível e de probabilidade certa.

A magnitude é média, pois o empreendimento está inserido na RMSP e sozinho este não consegue trazer alterações significativa na arrecadação de impostos.

- Geração de empregos diretos e indiretos

Nas fases de implantação e operação do VLT centenas de empregos serão gerados. Muitos desses profissionais serão capacitados e farão atividades especializadas na implantação e operação do VLT.

Esse impacto é positivo. Ele é permanente durante toda a fase de operação do VLT. Ele é irreversível e de ocorrência certa.

A magnitude é média, pois o empreendimento está inserido na RMSP e sozinho este não consegue trazer alterações significativa na geração de empregos.

- Especulação Imobiliária

A área do entorno do VLT é caracterizada por forte desigualdade social, porém com desenvolvimento em curso. Isto é visível nos diversos conjuntos residências de alto padrão que estão sendo lançados.

A especulação imobiliária é um problema atual da região e a construção do VLT pode intensificar esse fenômeno. Algumas pessoas podem ser obrigadas a mudar de casa devido ao aumento no preço do aluguel dos imóveis.

Esse impacto é negativo. Ele é temporário, pois não persistirá até o fim da operação do VLT. É irreversível e de probabilidade certa.

A magnitude é grande, pois grande parte das famílias da área diretamente afetada é de baixa renda e especuladores farão de tudo para comprar essas áreas.

- Valorização Imobiliária

O desenvolvimento também será acelerado com a presença de um transporte coletivo de qualidade. Isto valorizará os imóveis próximos beneficiando os moradores.

Esse impacto é positivo. Ele é permanente, pois a valorização persistirá mesmo após o fim das atividades. Ele é irreversível e de probabilidade certa.

A magnitude é grande, pois o aumento da mobilidade urbana trará forte valorização para a região.

- Risco de impacto na saúde ocupacional dos trabalhadores

As obras de implantação do VLT exigirão atividades insalubres e com variados níveis de periculosidade. Alguns trabalhadores estarão expostos a elevados níveis de ruído, vibrações e emissão de MP (material particulado), poeira e gases. Além disso, estarão sujeitos a incidentes e acidentes de trabalho.

Esse impacto é negativo. Ele é permanente, pois persiste durante toda a operação. É irreversível dependendo do dano ao trabalhador. E é possível que aconteça.

A magnitude é média, pois os trabalhadores não farão atividades que representem grandes perigos. Eventos extremos podem ocorrer, no entanto, a probabilidade é mínima.

- Alteração do uso e ocupação no solo na ADA

A implantação do VLT atrairá grande contingente populacional para as estações e terminais abrindo a possibilidade para abertura de estabelecimentos comerciais e de serviços.

Conforme mencionado anteriormente, a ADA possui grande desigualdade social. O VLT levará a indução da compra desses terrenos, hoje ocupados por população de baixa renda, transformando-os em áreas comerciais.

Esse impacto é negativo. É permanente, irreversível e de probabilidade certa. O VLT trará mudanças no seu entorno.

A magnitude é grande, pois a área diretamente afetada ainda está com desenvolvimento em curso e o VLT trará grandes alterações de uso do solo.

- Risco de piora da qualidade da água superficial

O córrego diretamente afetado pelo VLT será o Ribeirão dos Meninos, este pertencente à bacia do Rio Tamanduateí. Trata-se de um córrego classe IV, ou seja, sua água tem como meta de uso a harmonia paisagística e a navegação.

Na fase de implantação, diversas atividades, como a terraplanagem e a instalação da linha férrea, poderão contribuir para o aporte de sedimentos e de resíduos no Ribeirão dos Meninos. A operação das máquinas e dos veículos pesados, além de emitirem poeira e MP, pode ocasionar o vazamento de óleos e lubrificantes que atinjam o corpo d água.

Na fase de operação pode ocorrer aumento do lançamento de resíduos no corpo d água pelos usuários do VLT. Além disso, espera-se um aumento do nível de metais no rio decorrente da fricção na linha férrea.

Esse impacto é negativo. Ele é permanente, porém reversível, pois é possível tratar a água. É possível que aconteça, no entanto, esse impacto não tem probabilidade certa, pois a população que ocupa ilegalmente as margens do córrego será realocada diminuindo a carga poluidora no mesmo.

A magnitude é pequena, pois não se imagina grandes cargas jogadas pelos usuários do VLT. Além disso, a qualidade da água já é bastante baixa e o VLT não trará pioras significativas à mesma.



Impacto de alta relevância negativo					
Impacto de alta relevância positivo					
Impacto Ambiental	Periodicidade	Reversibilidade	Probabilidade	Magnitude	Relevância
Piora pontual da qualidade do ar na fase de implantação do VLT.	Temporário	Reversível	Certo	Média	Média
Supressão de vegetação	Permanente	Reversível	Certo	Média	Média
Aumento pontual do nível de ruído na fase de implantação	Temporário	Reversível	Certo	Média	Média
Descontetamento da população afetada pela desapropriação de imóveis	Permanente	Irreversível	Certo	Média	Alta
Melhora da qualidade do ar devido ao menor fluxo de veículos particulares e coletivos	Permanente	Irreversível	Certo	Grande	Alta
Risco de contaminação do corpo d'água ou do solo por vazamentos de óleos e graxas	Permanente	Reversível	Possível	Média	Média
Aumento da expectativa da população local	Temporário	Reversível	Possível	Pequena	Baixa
Aumento da mobilidade da população que utiliza o VLT	Permanente	Irreversível	Certo	Grande	Alta
Aumento da arrecadação de impostos	Permanente	Irreversível	Certo	Média	Alta
Geração de empregos diretos e indiretos	Permanente	Irreversível	Certo	Pequena	Média
Valorização Imobiliária	Permanente	Irreversível	Certo	Grande	Alta
Especulação Imobiliária	Temporário	Irreversível	Certo	Grande	Alta
Risco de impacto na saúde ocupacional dos trabalhadores	Permanente	Irreversível	Possível	Média	Média
Alteração do uso e ocupação no solo na ADA	Permanente	Irreversível	Certo	Grande	Alta
Risco de piora da qualidade da água superficial	Permanente	Reversível	Possível	Pequena	Fraca

Tabela 226: Avaliação dos Impactos Ambientais

## 10.5 Plano de Gestão Ambiental

### Medidas mitigadoras/preventivas

Também chamadas de medidas de atenuação, tem por função diminuir a importância de um impacto ambiental. Constituem exemplos desse tipo de medida a instalação de filtros, a plantação de árvores com o objetivo de amenizar ruídos e, a alteração de traçados de um obra de transporte.

No decorrer do projeto, primeiramente tenta-se evitar a geração do impacto ambiental; caso isso não seja possível, busca-se, então, a atenuação desse impacto. Vale ressaltar que a mitigação é sempre menos eficaz e mais custosa que a prevenção.

A seguir estão listadas todas as medidas mitigadoras/preventivas para o presente estudo:

- Aumento da expectativa da população local

O empreendedor será responsável por manter a população informada durante todo o andamento do projeto e, posteriormente, do cronograma das obras.

Serão utilizados os meios de comunicação em massa, jornal, rádio e televisão para fornecer informações periódicas a todas as partes interessadas.

- Piora pontual da qualidade do ar.

Como medida mitigadora o empreendedor ficará a cargo de providenciar a manutenção das máquinas e da frota de veículos utilizados nas obras do VLT.

Pensando no impacto da piora da qualidade do ar na saúde ocupacional dos trabalhadores, será obrigatória a utilização de equipamentos de proteção individual em todos aqueles sujeitos à exposição do material particulado, da poeira e dos gases gerados nas atividades de implantação do VLT.

- Aumento pontual do nível de ruído na fase de implantação

A utilização de EPIs por parte dos trabalhadores e a manutenção das máquinas e da frota veicular também serão medidas mitigadoras para esse impacto.

Outra medida mitigatória será o plantio de árvores para servir como barreira vegetal dos ruídos. Essa medida será implementada próxima as instituições de ensino presentes na ADA.

- Risco de contaminação do corpo d água ou do solo por vazamentos de óleos e graxas presente nos pátios de estacionamento e manutenção

Como medida preventiva os trabalhadores dos pátios receberão treinamento para o correto manuseio das substâncias químicas.

Os locais de armazenamento serão vistoriados freqüentemente para diminuir o risco de vazamento.

E será implementado um sistema coletor de águas pluviais ligado à rede pública para evitar que essa água chegue aos corpos d'água.

- Risco de impacto na saúde ocupacional dos trabalhadores

Todos os trabalhadores que realizam tarefas insalubres ou perigosas receberão treinamento e utilizarão EPIs obrigatoriamente.

- Descontentamento da população afetada pela desapropriação de imóveis

O empreendedor será responsável por negociar com a população afetada pelas desapropriações objetivando sempre a chegada a um comum acordo. Serão realizadas reuniões individuais com cada família afetada para entender as necessidades de cada uma. O objetivo é trazer uma melhoria na qualidade de vida dessas pessoas. Elas moram em condições inadequadas nas margens de um rio poluído.

O empreendedor apresentará alternativas de realocação para essas pessoas conforme o que for estabelecido nas reuniões. Além disso, prestará auxílio no processo de desocupação.

A proximidade do emprego e a presença de aparato público adequado serão os dois critérios com maior peso na decisão no processo de realocação.

- Risco de piora da qualidade da água superficial

Para mitigar esse impacto serão instaladas cestas de lixo reciclável em todas as estações e terminais do VLT. O material posteriormente será cedido para uma cooperativa próxima ao empreendimento.

Ainda na mitigação desse impacto serão dispostos em todos os vagões do VLT cartazes incentivando o respeito ao meio-ambiente e evidenciando as vantagens da reciclagem e a necessidade da redução de geração do mesmo.

- Alteração do uso e ocupação do solo na ADA

A fiscalização do uso e ocupação do solo na ADA é gerenciada pelos municípios de São Paulo, Santo André, São Caetano e São Bernardo do Campo. A implantação do VLT induzirá a alteração do uso do solo e o empreendedor será responsável juntamente com as prefeituras por fiscalizar o aparecimento na ADA de novas residências, indústrias, comércios, prestadores de serviço, etc.

Será necessário modificar os planos diretores dos municípios da ADA de modo a conservar as áreas já ocupadas por residências.

## **Medidas potencializadoras dos impactos benéficos**

Medidas potencializadoras têm por finalidade a valorização de impactos positivos do empreendimento. Esses impactos costumam ser no meio sócio-econômico, um exemplo disso é a contratação de mão-de-obra local para os empregos gerados e utilização de fornecedores da região.

Outra medida potencializadora dos impactos benéficos tem relação com o conceito de responsabilidade social. Medidas desse tipo abrangem desde a oferta de cursos que visem a uma melhor capacitação profissional do trabalhador até a educação ambiental dos moradores da região.

Segue abaixo as medidas potencializadoras desse estudo para o VLT do ABC.

- Geração de empregos diretos e indiretos

Como medida potencializadora o empreendedor promoverá treinamento da mão de obra o capacitando a realizar novas atividades.

O VLT gerará diversos empregos na fase de implantação, no entanto, muitos deles serão demitidos na fase de operação. Para potencializar a geração de empregos, grande parte dos trabalhadores interessados serão realocados em novas obras públicas.

- Aumento da mobilidade da população que utiliza o VLT

Para potencializar esse impacto benéfico o projeto promoverá uma readequação do sistema viário de modo a aumentar a mobilidade da população e informar por meio de sinalizações todas as mudanças que ocorreram no entorno.

## **Medidas compensatórias**

Há casos em que as medidas mitigatórias não são suficientes, nesses casos utilizam-se as medidas compensatórias. Tais medidas baseiam-se na reposição dos componentes ambientais afetados.

De acordo com a Resolução CONAMA nº10/87, o licenciamento de obras de grande porte tem como requisito a implantação de uma área protegida, de preferência junto ao empreendimento, e com investimento nunca inferior a 0,5% dos custos totais previstos para o empreendimento.

- Supressão de vegetação

Como citado anteriormente a principal perda de vegetação ocorrerá nas praças dos Andarilhos e Samuel Sabatini. Como medida compensatória para cada árvore suprimida serão plantadas outras 4 árvores.

Ao longo de todo o trajeto do VLT será feito um projeto paisagístico gerando um impacto visual extremamente positivo.

Será ainda criado um pequeno parque em São Bernardo do Campo que levará a uma melhora na qualidade de vida da população do município e entorno.

#### **10.6 Plano de Monitoramento**

O empreendedor conjuntamente com os órgãos públicos fará **monitoramento**: da qualidade do ar, da qualidade da água, do uso e ocupação do solo da ADA, da satisfação dos usuários do VLT, do *headway* do sistema e da demanda atendida pelo VLT.

Caso haja desconformidade com qualquer um dos itens monitorados é necessário que o empreendedor adote medidas para readequação do sistema.

Relatórios de monitoramento serão entregues aos órgãos responsáveis a cada três meses de operação no primeiro ano e, a partir do segundo ano, os relatórios serão semestrais.

#### **10.7 Conclusões do Estudo de Impacto Ambiental Simplificado**

A partir desses estudos conclui-se que o VLT do ABC possui total integração com o ambiente urbano em que será inserido e este concilia benefícios sociais com preservação do meio ambiente.

O VLT do ABC é, portanto, um empreendimento ambientalmente viável.

## **11. Estudo de viabilidade econômica do projeto**

Após a escolha da alternativa de traçado, a estimativa da demanda e o estudo dos equipamentos e material rodante envolvidos no projeto, é possível fazer o estudo da estimativa dos custos de investimento e operação. Com os dados de custos de investimento e de operação, juntamente com o valor calculado da receita proveniente da operação do sistema, será feita a análise da viabilidade financeira do investimento.

### **11.1 Avaliação dos custos de investimento**

Para o estudo e cálculo dos custos de investimento envolvidos no projeto do VLT de São Bernardo do Campo cinco diferentes campos serão abordados. Durante essa abordagem serão utilizados dados obtidos do estudo técnico e financeiro de uma linha de VLT para a região metropolitana da baixada santista.

1. Estudos e Gerenciamento das obras;
2. Custos de infra-estrutura e equipamentos fixos;
3. Custos do material rodante;
4. Custos com desapropriações;
5. Custos ambientais.

#### **1. Estudos e Gerenciamento da obras**

Para a estimativa do custo com estudos preliminares, como o estudo de demanda e de impactos ambientais, e do custo no gerenciamento das obras utilizou-se 10% dos valores obtidos para obras civis, desapropriações e custos ambientais. Essa aproximação foi sugerida por profissionais da área.

O custo com os estudos e com o gerenciamento de obras foi estimado em 45,7 milhões de reais.

#### **2. Custos de infra-estrutura e equipamentos fixos**

O campo infra-estrutura e equipamentos fixos é bem abrangente, portanto para que seja melhor compreendido será dividido em dois itens, estes por sua vez também serão divididos em subitens. São eles:

##### **Obras Civis:**

- Via elevada

Para a construção do trecho elevado o custo estimado é de R\$3.000,00 por metro quadrado de área construída. Considerando que a via tem seis metros de largura (como se pode observar em layouts apresentados anteriormente), chegamos a um valor de R\$21.000,00 por metro linear de via construída.

Dos 14,4 km de trajeto do VLT de SBC até a estação Tamanduateí, 7,15 km são elevados, chegando a um custo para vias elevadas de 150,1 milhões de reais.

- Via em nível

Para o trecho em nível o custo estimado é de R\$6.500,00 por metro linear. Dos 14,4 km do trajeto, 7,25 km são em nível. Assim sendo o custo para as vias em nível é de 47,1 milhões de reais.

- Via permanente

O custo com a via permanente é estimado por quilometro. Assim como utilizado no estudo do VLT da Baixada, após consultas com profissionais da área para confirmação, considerou-se um valor de dois milhões de reais por quilometro.

Portanto, para o trajeto de 14,4 km o custo final será de 28,8 milhões de reais.

- Estações e terminais.

Ao todo, o projeto do VLT de São Bernardo do Campo prevê a construção de 8 estações intermediárias, além dos terminais inicial e final.

Para as estações são gastos R\$2.500,00 por metro quadrado de área construída. Tendo cada estação uma área total de 1000 m<sup>2</sup> tem-se um custo de 2,5 milhões de reais por estação. Para as 8 estações o total é de 25 milhões de reais.

Para os terminais, a área construída é de 5000 m<sup>2</sup>, portanto, 25 milhões de reais para os dois terminais.

- Garagem e oficina

O custo do pátio Tamanduateí será de 62,5 milhões de reais. Esse valor já engloba os custos de construção das duas edificações (prédio administrativo e galpão de manutenção), equipamentos e ferramentas.

### **Sistemas:**

Os custos com sistemas elétricos serão apresentados de maneira global. É importante dizer que serão considerados os gastos com a implantação das catenárias, sinalizações, bilhetagem, entre outros. Em comparação com o estudo preliminar da Baixada Santista obteve-se o valor de 82 milhões de reais para a implantação de todo o sistema.

### **3. Material rodante**

No projeto do VLT da Baixada, os custos com material rodante foram estimados em cinco milhões de reais por unidade, sendo cada unidade composta por dois carros. Dessa forma, para as 25 unidades necessárias para o nosso projeto, com quatro carros cada, o custo necessário com material rodante é de 250 milhões de reais.

### **4. Desapropriações**



Deve-se considerar também o custo de desapropriação do terreno em que será implantado o pátio Tamandateí. Pelo croqui apresentado anteriormente a área total a ser desapropriada será de 30.000 m<sup>2</sup>. A implantação do restante do sistema não necessitará de desapropriação por não ter interferência de áreas habitadas. O valor de desapropriação, por metro quadrado, leva em conta o valor venal do terreno. Na região em que o pátio será implantado o custo é de R\$ 1.000,00 por m<sup>2</sup>, dado concedido por profissionais do mercado imobiliário.

Portanto, o valor total gasto com a desapropriação dos imóveis que receberão o futuro pátio Tamandateí será de 30 milhões.

## 5. Custos com a Compensação Ambiental

Engloba, entre outros, o custo com compensações ambientais e replantio de árvores. Estes custos são estimados em 2% do valor total das obras civis. Os custos ambientais serão de 6,8 milhões de reais.

A planilha abaixo ilustra todos os valores a serem investidos na implantação do sistema de VLT em SBC.

Tipo de Despesa		Preço Unitário	Quantidades	Preço R\$
<b>1- Estudos e Gerenciamento da obra</b>		<b>10,0 % Obra</b>		<b>45.228.366,00</b>
<b>2- Infra-estrutura e equipamentos fixos</b>				<b>415.613.000,00</b>
<b>2.1- Obras Civis</b>		<b>R\$27.794.417 R\$/km</b>	<b>14,4km</b>	<b>333.533.000,00</b>
Via elevada		R\$21.000.000 R\$/km	7,148 km	150.108.000,00
Via em nível		R\$6.500.000 R\$/km	7,25 km	47.125.000,00
Via permanente		R\$2.000.000 R\$/km	14,4 km	28.800.000,00
Estações		R\$2.500.000 Unidade	8 unidades	20.000.000,00
Terminais		R\$12.500.000 Unidade	2 unidades	25.000.000,00
Oficinas garagens		R\$62.500.000 Unidade	1 unidade	62.500.000,00
<b>2.2- Sistemas</b>		<b>R\$5.700.000 RS/km</b>	<b>14,4 km</b>	<b>82.080.000,00</b>
<b>3- Material Rodante</b>			<b>25 unidades</b>	<b>250.000.000,00</b>
<b>4- Desapropriação</b>		<b>R\$1.000 R\$/m<sup>2</sup></b>	<b>30.000 m<sup>2</sup></b>	<b>30.000.000,00</b>
<b>5- Custos ambientais</b>		<b>2,0 % Obras civis</b>		<b>6.670.660,00</b>
<b>Total</b>		<b>R\$51.910.557,36 R\$/km</b>	<b>14,4 km</b>	<b>747.512.026,00</b>

Tabela 237: Resumo dos custos de implantação

O projeto de implantação do VLT de São Bernardo do Campo foi avaliado em 734,5 milhões de reais para os 14,4 km de traçado, ou seja, um custo médio de 51 milhões de reais por quilômetro de linha.

## 11.2 Avaliação dos custos de operação e manutenção

### Custos de Operação

Dentro dessa categoria estão os custos com energia gasta, custos relacionados aos operários, custo com manutenção leve, como a limpeza. Além desses, os

custos relacionados às áreas de suporte à equipe de transporte estão relacionadas como “operações”.

### **Custos de manutenção**

São considerados gastos com manutenção pesada do sistema, como manutenção do material rodante e das vias permanentes, além dos custos com funcionários para a manutenção pesada.

A tabela abaixo mostra os custos de operação e manutenção do sistema anualmente, representado em milhões.

	<b>Operação</b>	<b>Manutenção</b>	<b>Total</b>
Material rodante	1,80	4,16	5,96
Infra-estrutura	2,32	1,58	3,90
Energia	4,09		4,09
Limpeza	0,16		0,16
Funcionários (operação)	4,61		4,61
Funcionários (manutenção)	0,97		0,97
Operações	2,61		2,61
Manutenções diversas	0,31	0,34	0,65
<b>Custo anual</b>	<b>16,87</b>	<b>6,08</b>	<b>22,95</b>

**Tabela 248: Custos operacionais e de Manutenção**

O custo de operação e manutenção do sistema, incluindo todos os subsistemas apresentados, será de 22,95 milhões de reais por ano.

### **11.3 Estudo de Viabilidade Financeira**

Nesse momento, com todos os dados necessários, custos de investimentos, custos e receitas operacionais, será feito um estudo simplificado da viabilidade financeira do projeto.

A partir deste estudo, pode-se ter uma estimativa do período de retorno do investimento, caso esse ocorra, e também da taxa interna de retorno. Além disso, desejamos obter o valor presente do projeto, num período de tempo de 30 anos.

Para a realização desta etapa do trabalho foi utilizado um modelo financeiro simplificado, dado que esse é um estudo inicial e que o tema não é o assunto principal do trabalho.

A seguir, serão apresentadas as premissas e simplificações utilizadas.

#### **Premissas e simplificações**

- O desembolso para a realização do projeto no primeiro ano corresponde a 35% do total investido, e 65% o segundo ano.
- Para se trazer os volumes financeiros para valor presente, foi utilizada a Taxa de Juros de Longo Prazo-TJLP (que atualmente gira em torno de 6% ao ano) mais 1%.
- Foi considerado que tanto a receita quanto os custos operacionais aumentarão em 1,5% ao ano nos primeiros 10 anos, e que a partir de então, esse aumento será de 1% ao ano.
- Para o material rodante, foi considerado que sua depreciação ocorreria em 30 anos, e que a cada 4 anos ocorreria a compra de uma nova unidade, por conta do crescimento da demanda.
- Os impostos que incidem sobre a receita foram considerados da seguinte maneira:
  - PIS = 0,65%
  - COFINS = 3,00%
  - ISSQN = 5,00%
  - Taxa de Gerenciamento (assumida)= 3,0%
  - CSSL = 3,35%
  - Total = 15,00%

### Resultados obtidos e análise de sensibilidade

Considerando as premissas e os valores obtidos previamente para receita e custos operacionais e para investimento inicial, a partir dos fluxos de caixa anexados ao trabalho, foram obtidos os seguintes valores:

- Valor presente do empreendimento: R\$993.417.844,00
- Período de retorno do investimento: 9,8 anos.
- Taxa interna de retorno: 10,16% ao ano.

Considerando que a TJLP, taxa usualmente cedida para empreendimentos dessa natureza, é de aproximadamente 6% mais 1% ao ano, existe uma margem que pode atrair um investidor privado. Assim, uma outorga poderia ser cobrada para a concessão da operação do sistema. Nesse caso, uma análise mais profunda seria necessária e nos limitaremos a fazer uma análise de sensibilidade, como descrito no quadro abaixo:

Item	Cenário base	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3		Cenário 4	
Investimentos (R\$)	747.512.026	+ 10%	822.263.229	+ 10%	822.263.229	+ 10%	822.263.229	0	747.512.026
Custos Operacionais (R\$/ano)	23.000.000	+ 10%	25.300.000	+ 10%	25.300.000	0	23.000.000	0	23.000.000
Receita (R\$/ano)	118.000.000	- 10%	106.200.000	0	118.000.000	0	118.000.000	+ 10%	129.800.000
Valor Presente Líquido (R\$)	993.417.844	842.181.885		968.748.148		993.417.844		1.119.984.108	
Taxa Interna de Retorno(% a.a.)	10,16	7,35		8,82		9,10		11,63	
Payback (anos)	9,8	13,6		11,3		11,0		8,6	

**Tabela 259: Períodos de retorno calculados**

Pela análise de sensibilidade, no cenário mais estressado foi obtido um período de retorno de 13 anos e sete meses. Considerando os valores obtidos como certos, o investimento se justifica financeiramente.

## 12. Conclusão

Este trabalho de conclusão de curso apresentou um estudo de viabilidade técnica na construção de um VLT (Veículo leve sobre trilhos) na região de São Bernardo do Campo. Esse novo sistema de transporte interligaria o centro de São Bernardo até a futura estação Tamanduateí, em São Paulo, permitindo aos usuários a integração à rede metroviária pela linha 2 (verde).

Foram avaliados diversos fatores relevantes na implantação de um sistema complexo como o de um veículo sobre trilhos. Estudos desenvolvidos sobre a região permitiram ao grupo conhecer um pouco sobre as necessidades da população atendida. A partir desse estudo foi possível elaborar um traçado que melhor suprisse as necessidades da região e que fosse fisicamente possível.

Durante a elaboração dos estudos o sistema de transporte mostrou-se viável, uma vez que, através da realização de um estudo de demanda, descobriu-se um número de viagens no sentido dominante de mais de 8 mil passageiros na hora pico, valor que justifica a implantação de um sistema de média capacidade. Essa demanda elevada motivou o grupo na continuação dos estudos.

Um estudo simplificado de impactos ambientais provenientes da construção e operação do VLT mostrou que o empreendimento é ambientalmente viável, pois possui boa integração com o meio urbano em que será inserido, e concilia benefícios sociais com preservação do meio ambiente.

Com os dados de demanda e o traçado em mãos foi possível dimensionar a frota e assim obter uma estimativa dos custos de investimento e resultados operacionais provenientes da implantação do sistema.

Foi necessário para a conclusão do trabalho o desenvolvimento de um estudo de viabilidade financeira. Os valores obtidos indicaram que o projeto teria uma taxa interna de retorno de aproximadamente 10%, bastante elevada para empreendimentos desse tipo. Se, após a realização de um estudo mais aprofundado essa taxa fosse novamente verificada, seria possível estudar a cobrança de uma outorga para a operação do sistema.

O desenvolvimento de uma forma de transporte de boa qualidade e de custo moderado representa um importante desafio para a história do transporte público urbano brasileiro. Trata-se de uma modalidade segura, rápida e de fácil integração com as vias urbanas e os demais sistemas de transporte.

O conforto proporcionado ao usuário de um transporte moderno e eficiente, aliado ao menor tempo de viagem, faz do VLT de São Bernardo do Campo uma ótima alternativa para o sistema de transporte, hoje muito deficitário, da região.

### 13. Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2000). ABNT. *NBR 10.151: Avaliação do Ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade*. RIO DE JANEIRO.

Castro, C. F. (2008). Avaliação de fatores intervenientes nas emissões veiculares em corredores de ônibus. São Paulo. Universidade de São Paulo, 2008. Dissertação de Mestrado.

CETESB. (2007). Relatório anual de qualidade do ar. São Paulo.

COMPANHIA BRASILEIRA DE TRANSPORTES URBANOS. (s.d.). CBTU. *DESENVOLVIMENTO E FABRICAÇÃO DE VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS (VLT) PARA TRANSPORTE URBANO E REGIONAL DE PASSAGEIROS*.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. (2007). *PESQUISA ORIGEM DESTINO 2007*. SÃO PAULO.

EMPRESA METROPOLITANO DE TRANSPORTES URBANOS DE SÃO PAULO. (2008). EMTU. *Estudo Técnico e Financeiro de uma linha de uma linha de VLT para a região metropolitana da baixada santista, Brasil*.

Jatobá, S. (2008). *Vitruvius*. Acesso em 28 de 6 de 2009, disponível em <http://www.vitruvius.com.br/minhacidade/mc229/mc229.asp>

LUZ, L. F. (2006). *Os trilhos nas áreas urbanas: conflitos, desafios e oportunidades em dez cidades do paulista*. São Paulo. Universidade de São Paulo, 2006. Dissertação de mestrado.

Mokodsi, L. H. (s.d.). Bacias de Detenção “Piscinões”. São Paulo. Trabalho apresentado na disciplina PHD2537- Água em ambientes urbanos da Escola Politécnica, sem data.

Prefeitura da cidade de São Paulo. (2009). *Controlar*. Acesso em 27 de 6 de 2009, disponível em [www.controlar.com.br](http://www.controlar.com.br)

RESOLUÇÃO CONAMA nº07/93. 1993.

RESOLUÇÃO CONAMA nº1/86. (1986). Brasil.

RESOLUÇÃO CONAMA nº1/90. (1990). Brasil.

RSEOLUÇÃO CONAMA nº003/90. (1990). Brasil.

Sánchez, L. H. (2006). *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo.

Ulian, F. (2008). *Sistemas de transporte de passageiros em tempos de reestruturação da estrutura produtiva da região metropolitana de São Paulo*. São Paulo. Univesidade de São Paulo, 2008. Dissertação de doutorado.