

**ESTUDO PREPARATÓRIO
PARA
O PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DO
TRANSPORTE URBANO
EM
SÃO PAULO**

Maio de 2010

**AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL
DO JAPÃO**

**NIPPON KOEI CO., LTD.
TOSTEMS, INC.
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.
NIPPON KOEI LAC CO., LTD.**

EID
JR
10-084

**ESTUDO PREPARATÓRIO
PARA
O PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DO
TRANSPORTE URBANO
EM
SÃO PAULO**

Maio de 2010

**AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL
DO JAPÃO**

**NIPPON KOEI CO., LTD.
TOSTEMS, INC.
TONICHI ENGINEERING CONSULTANTS, INC.
NIPPON KOEI LAC CO., LTD.**

Índice

CHAPTER 1	SUMÁRIO EXECUTIVO.....	1-1
1.1	PERFIL DO PROJECTO	1-1
1.2	O ESTUDO PREPARATÓRIO.....	1-2
1.3	RESUMO DO ESTUDO.....	1-6
CHAPTER 2	SITUAÇÃO ATUAL DAS ROTAS.....	2-1
2.1	SITUAÇÃO SOCIOECONÔMICA.....	2-1
2.2	USO DO SOLO	2-2
2.3	SISTEMA DE TRANSPORTES	2-7
2.4	PLANOS DE TRANSPORTES URBANOS.....	2-12
2.5	PROJETOS DE TRANSPORTES URBANOS	2-16
2.6	CONDIÇÕES DO TRÂNSITO POR LINHA	2-18
2.7	CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS	2-20
CHAPTER 3	PROJEÇÃO DE DEMANDA.....	3-1
3.1	ESTRUTURA SOCIOECONÔMICA.....	3-1
3.2	MODELO DE PROJEÇÃO DA DEMANDA.....	3-2
3.3	TRÁFEGO FUTURO	3-5
3.4	ANÁLISE DE CENÁRIOS	3-6
CHAPTER 4	PLANO DE ROTAS E DE TRANSPORTE.....	4-1
4.1	PLANO DE ROTAS	4-1
4.2	SELEÇÃO DO SISTEMA.....	4-10
4.3	PLANO DE TRANSPORTES	4-20
4.4	MATERIAL RODANTE	4-34
CHAPTER 5	ESCOPO DO PROJETO.....	5-1
5.1	CRITÉRIOS DE PROJETO E POLÍTICA PARA AS OBRAS CIVIS	5-1
5.2	ALINHAMENTO DAS ROTAS	5-9
5.3	ESTAÇÕES	5-11
5.4	ESTRUTURAS-GUIA	5-27
5.5	TÚNEIS.....	5-34
5.6	PÁTIO DE MANOBRAS.....	5-44
5.7	SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	5-53
5.8	SINALIZAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO.....	5-70
CHAPTER 6	IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO	6-1
6.1	DECLARAÇÃO DE MÉTODO	6-1
6.2	AQUISIÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	6-7
6.3	ESTIMATIVAS DE CUSTO DO PROJETO	6-10
6.4	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO	6-34
6.5	PACOTE DO CONTRATO	6-46
6.6	PLANO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	6-47
CHAPTER 7	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	7-1
7.1	ESTRUTURA DE IMPLEMENTAÇÃO	7-1
7.2	PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	7-3
7.3	ESTIMATIVA DO CUSTO DE O&M	7-19
CHAPTER 8	CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS	8-1

8.1	SISTEMA LEGAL E INSTITUCIONAL	8-1
8.2	ALTERNATIVAS DE PROJETO	8-11
8.3	ELABORAÇÃO DO ESCOPO AMBIENTAL PARA OS PROJETOS PROPOSTOS	8-17
8.4	TERMOS DE REFERÊNCIA SUGERIDOS PARA O ESTUDO EIA.....	8-24
8.5	EXAME PRELIMINAR DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS	8-28
8.6	MEDIDAS DE MITIGAÇÃO PARA ITENS ESPECÍFICOS	8-42
8.7	PLANO DE GESTÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL (EMMP)	8-53
8.8	CONSULTAS PÚBLICAS	8-64
CHAPTER 9	EFEITOS DO PROJETO.....	9-1
9.1	INDICADORES DE OPERAÇÃO E DE EFEITO	9-1
9.2	IMPACTO DO PROJECTO	9-3
9.3	BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	9-5
CHAPTER 10	AValiação EconôMica e Financeira.....	10-1
10.1	INTRODUÇÃO.....	10-1
10.2	PRÉ-CONDIÇÕES.....	10-1
10.3	AValiação EconôMica.....	10-1
10.4	AValiação Financeira.....	10-8
10.5	ESTRATÉGIA DE COOPERAÇÃO NO SETOR DE TRANSPORTES PELO BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID) E O PELO BANCO MUNDIAL (BM).....	10-16
CHAPTER 11	CONCLUSões e RECOMENDAções.....	11-1
11.1	CONCLUSões	11-1
11.2	RECOMENDAções	11-2

Lista de Tabelas

TABELA 1-1	PERFIL DO PROJETO.....	1-1
TABELA 1-2	DESEMPENHO OPERACIONAL E CAPACIDADE	1-10
TABELA 1-3	SISTEMAS PROPOSTOS POR LINHA	1-10
TABELA 1-4	ESCALONAMENTO EM FASES	1-11
TABELA 1-5	TABELA COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO DE TÚNEIS.....	1-18
TABELA 1-6	FUNÇÕES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÃO NECESSÁRIOS	1-23
TABELA 1-7	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DE TODO O PROJETO.....	1-26
TABELA 1-8	DESCRIÇÃO DO CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO.....	1-27
TABELA 2-1	POPULAÇÃO.....	2-1
TABELA 2-2	LISTA DAS ZONAS GERAIS NO PLANO ESTRATÉGICO.....	2-4
TABELA 2-3	COMPARAÇÃO ENTRE O TRÂNSITO DE TÓQUIO E O DE SÃO PAULO	2-8
TABELA 2-4	Nº DE LINHAS E FROTAS DE ÔNIBUS POR SUBSISTEMA	2-10
TABELA 2-5	PROJETO DE EXPANSÃO DO METRÔ EM CONSTRUÇÃO	2-16
TABELA 2-6	ESTIMATIVA DO TRÁFEGO DE PASSAGEIROS NO HORÁRIO DE PICO AO LONGO DA M'BOI MIRIM.....	2-18
TABELA 3-1	PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO 2005 - 2045	3-1
TABELA 3-2	PROJEÇÃO DO NÚMERO DE TRABALHADORES E DE VAGAS NAS ESCOLAS.....	3-2
TABELA 3-3	PROJEÇÃO DA GERAÇÃO DE VIAGENS (TOTAL RMSP)	3-3
TABELA 3-4	TRÁFEGO NO HORÁRIO DE PICO NO SENTIDO DE PICO	3-5
TABELA 4-1	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA LINHA-1	4-5
TABELA 4-2	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA LINHA-2A (ROTA ORIGINAL).....	4-6
TABELA 4-3	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA LINHA-2A (ROTA DA ÁREA DE DESENVOLVIMENTO)	4-6
TABELA 4-4	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA LINHA-2B	4-7
TABELA 4-5	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA LINHA-2C	4-7
TABELA 4-6	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA LINHA-2D	4-8
TABELA 4-7	DEMANDA DE TRANSPORTES POR SENTIDO DE PICO NO HORÁRIO DE PICO (PASSAGEIROS/HORA)	4-10
TABELA 4-8	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE CADA CANDIDATO.....	4-15
TABELA 4-9	DESEMPENHO OPERACIONAL E CAPACIDADE	4-16
TABELA 4-10	AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PARA A LINHA-1	4-17
TABELA 4-11	AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PARA A LINHA-2A.....	4-17
TABELA 4-12	AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PARA A LINHA-2B.....	4-18
TABELA 4-13	AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PARA A LINHA-2C.....	4-18
TABELA 4-14	AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PARA A LINHA-2D	4-19
TABELA 4-15	SISTEMAS PROPOSTOS POR LINHA	4-19
TABELA 4-16	LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE RETORNO	4-23
TABELA 4-17	PADRÃO DA OPERAÇÃO DE TRENS NO HORÁRIO DE PICO NA FASE 1	4-26
TABELA 4-18	CAPACIDADE E INTERVALO ENTRE TRENS POR LINHA	4-26
TABELA 4-19	PADRÃO DA OPERAÇÃO DE TRENS NO HORÁRIO DE PICO NA FASE 2	4-27
TABELA 4-20	CAPACIDADE E INTERVALO ENTRE TRENS POR LINHA	4-27
TABELA 4-21	PADRÃO DA OPERAÇÃO DE TRENS NO HORÁRIO DE PICO NA FASE 3	4-28
TABELA 4-22	CAPACIDADE E INTERVALO ENTRE TRENS POR LINHA	4-28
TABELA 4-23	NÚMERO DE TRENS.....	4-30
TABELA 4-24	PADRÃO DA OPERAÇÃO DE TRENS NO HORÁRIO DE PICO NO CASO ADICIONAL 1	4-31
TABELA 4-25	CAPACIDADE E INTERVALO ENTRE TRENS POR LINHA	4-31
TABELA 4-26	NÚMERO DE TRENS.....	4-31
TABELA 4-27	PADRÃO DA OPERAÇÃO DE TRENS NO HORÁRIO DE PICO NO CASO ADICIONAL 2	4-32
TABELA 4-28	CAPACIDADE E INTERVALO ENTRE TRENS POR LINHA	4-32

TABELA 4-29	NÚMERO DE TRENS.....	4-32
TABELA 4-30	PADRÃO DA OPERAÇÃO DE TRENS NO HORÁRIO DE PICO NO CASO ADICIONAL 3	4-33
TABELA 4-31	NÚMERO DE TRENS.....	4-33
TABELA 4-32	NÚMERO DE TRENS.....	4-33
TABELA 4-33	CAPACIDADE E MASSA DO VAGÃO	4-35
TABELA 4-34	CAPACIDADE DOS TRENS.....	4-35
TABELA 4-35	ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL RODANTE	4-37
TABELA 4-36	VELOCIDADE PROGRAMADA DO TRANSPORTE DE MÉDIA CAPACIDADE NO JAPÃO	4-39
TABELA 4-37	VELOCIDADE DE PASSAGEM PERMITIDA EM TRECHOS EM CURVA.....	4-39
TABELA 4-38	VELOCIDADE PROGRAMADA CALCULADA.....	4-40
TABELA 5-1	LISTA DE CONTROLES DE PROJETO (7) (LINHA-1).....	5-3
TABELA 5-2	LISTA DE CONTROLES DE PROJETO (2) (LINHA-2A – 1/2)	5-4
TABELA 5-3	LISTA DE CONTROLES DE PROJETO (3) (LINHA-2A – 2/2)	5-6
TABELA 5-4	LISTA DE CONTROLES DE PROJETO (4) (LINHA-2B).....	5-7
TABELA 5-5	LISTA DE CONTROLES DE PROJETO (5) (LINHA-2C).....	5-7
TABELA 5-6	LISTA DE CONTROLES DE PROJETO (6) (LINHA-2D).....	5-8
TABELA 5-7	COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS PARA PROJETO LIVRE DE BARREIRAS.....	5-12
TABELA 5-8	COMPARAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE PLATAFORMA DA ESTAÇÃO.....	5-16
TABELA 5-9	TIPOS DE ESTAÇÃO.....	5-17
TABELA 5-10	TABELA COMPARATIVA DA ESTAÇÃO SUMARÉ	5-23
TABELA 5-11	LARGURA DA PLATAFORMA.....	5-26
TABELA 5-12	COMBINAÇÃO DE CARGAS DE PROJETO.....	5-32
TABELA 5-13	CARGAS AXIAIS	5-33
TABELA 5-14	DESCRIÇÃO DE CADA MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DE TÚNEL.....	5-39
TABELA 5-15	TABELA DE COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO DE TÚNEL	5-40
TABELA 5-16	INSTALAÇÕES DO PÁTIO DE ABRIGO DE TRENS DO RAMAL JAGUARÉ	5-49
TABELA 5-17	INSTALAÇÕES NO PÁTIO DE ABRIGO DE TRENS DO JARDIM ÂNGELA	5-50
TABELA 5-18	PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE MANUTENÇÃO NO PÁTIO DE MANOBRAS PRINCIPAL	5-51
TABELA 5-19	PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE MANUTENÇÃO NO PÁTIO DE ABRIGO DO RAMAL JAGUARÉ.....	5-52
TABELA 5-20	DISTÂNCIA ENTRE OS GERADORES DE TURBINA	5-55
TABELA 5-21	CAPACIDADE DE RETIFICAÇÃO POR CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (8 VAGÕES)	5-56
TABELA 5-22	CAPACIDADE DE RETIFICAÇÃO POR ENERGIA ELÉTRICA MÁXIMA (8 VAGÕES)	5-57
TABELA 5-23	QUEDA DE VOLTAGEM EM TEMPO NORMAL (8 VAGÕES)	5-58
TABELA 5-24	QUEDA DE VOLTAGEM EM TEMPO NORMAL (8 VAGÕES)	5-59
TABELA 5-25	ÁREA DA SEÇÃO DA LINHA DE CONTATO	5-63
TABELA 5-26	PARÂMETROS DAS PARTES.....	5-63
TABELA 5-27	INTERVALO ENTRE OS ISOLADORES DE APOIO	5-65
TABELA 5-28	COMPRIMENTO DA LINHA DE CONTATO	5-66
TABELA 5-29	DISTRIBUIÇÃO DA CARGA DAS ESTAÇÕES.....	5-68
TABELA 5-30	CARGA TOTAL DAS SUBESTAÇÕES.....	5-69
TABELA 5-31	MÉTODO E CARACTERÍSTICAS DA COMUNICAÇÃO.....	5-75
TABELA 5-32	ILUSTRAÇÃO DE SÍMBOLOS	5-80
TABELA 5-33	FUNÇÕES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÃO NECESSÁRIOS	5-81
TABELA 5-34	COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE REDUNDÂNCIA	5-82
TABELA 5-35	COMPARAÇÃO ENTRE CONFIGURAÇÕES DE REDE	5-82
TABELA 5-36	TIPOS DE SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO	5-84
TABELA 5-37	COMPARAÇÃO GERAL ENTRE SISTEMAS DE RÁDIO	5-84
TABELA 6-1	LISTA DE PONTES DE VÃO LONGO	6-4
TABELA 6-2	PREÇOS DE CONSTRUÇÃO E LINHAS	6-10

TABELA 6-3	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DE TODO O PROJETO.....	6-13
TABELA 6-4	CUSTO DE CONSTRUÇÃO DA FASE 1 DA ROTA ORIGINAL	6-14
TABELA 6-5	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 1 DA ROTA ORIGINAL	6-15
TABELA 6-6	DISTRIBUIÇÃO ANUAL DO CUSTO DA FASE 1 DA ROTA ORIGINAL.....	6-16
TABELA 6-7	CUSTO DE CONSTRUÇÃO DA FASE 1 DA ROTA DE DESENVOLVIMENTO URBANO	6-17
TABELA 6-8	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 1 DA ROTA DE DESENVOLVIMENTO URBANO	6-18
TABELA 6-9	DISTRIBUIÇÃO ANUAL DO CUSTO DA FASE 1 DA ROTA DE DESENVOLVIMENTO URBANO.....	6-19
TABELA 6-10	CUSTO DA CONSTRUÇÃO DA FASE 2.....	6-20
TABELA 6-11	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 2	6-21
TABELA 6-12	DISTRIBUIÇÃO ANUAL DE CUSTO DA FASE 2.....	6-22
TABELA 6-13	CUSTO DE CONSTRUÇÃO DA FASE 3.....	6-23
TABELA 6-14	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 3	6-24
TABELA 6-15	DISTRIBUIÇÃO ANUAL DE CUSTO DA FASE 3.....	6-25
TABELA 6-16	CUSTO DE CONSTRUÇÃO DA FASE 3.....	6-26
TABELA 6-17	COMPARAÇÃO DE CUSTO DA LINHA-2A.....	6-26
TABELA 6-18	CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES	6-28
TABELA 6-19	CRONOGRAMA DE TRABALHO DOS SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA O PLANO DA ROTA ORIGINAL - FASE 1	6-32
TABELA 6-20	CRONOGRAMA DE TRABALHO DOS SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA O PLANO DA ROTA DE DESENVOLVIMENTO - FASE 1.....	6-32
TABELA 6-21	CRONOGRAMA DE TRABALHO DOS SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA A FASE 26-33	
TABELA 6-22	CRONOGRAMA DE TRABALHO DOS SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA A FASE 36-33	
TABELA 6-23	DESCRIÇÃO DO CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO.....	6-35
TABELA 6-24	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 1	6-36
TABELA 6-25	SEÇÕES DA CONSTRUÇÃO DA FASE 1	6-37
TABELA 6-26	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 2 (LINHA-2B E LINHA 2D).....	6-40
TABELA 6-27	SEÇÕES DA CONSTRUÇÃO DA FASE 2	6-41
TABELA 6-28	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 3 (LINHA-2C).....	6-43
TABELA 6-29	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 3-2 (INVESTIMENTO ADICIONAL)	6-45
TABELA 6-30	SUBSISTEMAS.....	6-46
TABELA 6-31	EXEMPLOS DE PROJETO COM PACOTE ÚNICO	6-46
TABELA 7-1	RESUMO DO PLANO DE OPERAÇÃO DA LINHA-4	7-1
TABELA 7-2	RESUMO DA OPERAÇÃO DOS ÔNIBUS	7-2
TABELA 7-3	PLANO DE CONSTRUÇÃO EM ETAPAS	7-3
TABELA 7-4	DIVISÃO PARA CÁLCULO DE FUNCIONÁRIOS E UNIDADE CORRESPONDENTE	7-10
TABELA 7-5	TAXA UNITÁRIA MEDIDA PARA O NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS DAS LINHAS DE MONOTRILHO NO JAPÃO	7-11
TABELA 7-6	PRINCIPAIS INDICADORES DE OPERAÇÃO PARA O MONOTRILHO DE SÃO PAULO POR CASO	7-11
TABELA 7-7	NÚMERO NECESSÁRIO DE FUNCIONÁRIOS NO CASO 1 DAS FASES 1 A 3 DO MONOTRILHO DE SÃO PAULO	7-13
TABELA 7-8	NÚMERO NECESSÁRIO DE FUNCIONÁRIOS NO CASO 1 APENAS DA FASE 1 DO MONOTRILHO DE SÃO PAULO	7-14
TABELA 7-9	INSPEÇÕES PERIÓDICAS DOS VEÍCULOS	7-15
TABELA 7-10	DESCRIÇÃO GERAL DA INSPEÇÃO/MANUTENÇÃO DOS TRILHOS, ESTRUTURAS DA VIA FÉRREA E EQUIPAMENTOS DAS ESTAÇÕES	7-17
TABELA 7-11	DESCRIÇÃO GERAL DA INSPEÇÃO/MANUTENÇÃO (INSPEÇÃO & REPARO) PARA OS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	7-17
TABELA 7-12	CUSTO UNITÁRIO DE PESSOAL POR CATEGORIA PROFISSIONAL	7-19
TABELA 7-13	CUSTO DIRETO DE PESSOAL NO MONOTRILHO DE SÃO PAULO.....	7-20
TABELA 7-14	ITENS DE CUSTO E ESTIMATIVA DE CUSTO UNITÁRIO PARA OUTROS CUSTOS	

(EXCETO PESSOAL).....	7-21
TABELA 7-15 CUSTO UNITÁRIO REAL DAS LINHAS DE MONOTRILHO NO JAPÃO.....	7-22
TABELA 7-16 CUSTO BASE A PARTIR DOS RESULTADOS REAIS DA OPERAÇÃO NO JAPÃO.....	7-23
TABELA 7-17 CUSTO BASE A PARTIR DOS RESULTADOS REAIS DA OPERAÇÃO NO JAPÃO NO CASO DA FASE 1, APENAS, PARA O MONOTRILHO DE SÃO PAULO	7-24
TABELA 7-18 CUSTO BASE EM PREÇOS LOCAIS NO CASO DAS FASES 1 A 3 DO MONOTRILHO DE SÃO PAULO	7-25
TABELA 7-19 CUSTO BASE EM PREÇOS LOCAIS NO CASO DA FASE 1, APENAS, DO MONOTRILHO DE SÃO PAULO	7-26
TABELA 7-20 RESUMO DO CUSTO DE O&M PARA O PLANO DO MONOTRILHO DE SÃO PAULO.....	7-27
TABELA 8-1 LISTA DAS PRINCIPAIS LEIS RELACIONADAS COM AS CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS DO PROJETO	8-1
TABELA 8-2 LISTA DAS PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES RELACIONADAS COM AS CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS DO PROJETO	8-4
TABELA 8-3 PRINCIPAIS LEIS AMBIENTAIS E SUAS INSTITUIÇÕES CONCERNENTES	8-5
TABELA 8-4 PRINCIPAIS IMPACTOS NEGATIVOS NAS ROTAS ORIGINAIS.....	8-11
TABELA 8-5 ROTAS ALTERNATIVAS	8-14
TABELA 8-6 MATRIZ DE ESCOPO AMBIENTAL PARA OS PROJETOS PROPOSTOS	8-19
TABELA 8-7 LISTA DE VERIFICAÇÃO DO ESCOPO AMBIENTAL PARA OS PROJETOS PROPOSTOS (PÁGINA 1/4).....	8-20
TABELA 8-8 LISTA DE VERIFICAÇÃO DO ESCOPO AMBIENTAL PARA OS PROJETOS PROPOSTOS (PÁGINA 2/4).....	8-21
TABELA 8-9 LISTA DE VERIFICAÇÃO DO ESCOPO AMBIENTAL PARA OS PROJETOS PROPOSTOS (PÁGINA 3/4).....	8-22
TABELA 8-10 LISTA DE VERIFICAÇÃO DO ESCOPO AMBIENTAL PARA OS PROJETOS PROPOSTOS (PÁGINA 4/4).....	8-23
TABELA 8-11 DESCRIÇÃO DAS PESQUISAS DE CAMPO	8-26
TABELA 8-12 PRINCIPAIS NORMAS PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL	8-27
TABELA 8-13 CATEGORIAS DE ÁREAS / INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS SOCIALMENTE SENSÍVEIS	8-43
TABELA 8-14 PREÇO MÉDIO DE TERRENOS E CONSTRUÇÕES	8-44
TABELA 8-15 CUSTO UNITÁRIO DAS HABITAÇÕES PARA REASSENTAMENTO.....	8-44
TABELA 8-16 CUSTO DA AQUISIÇÃO DE TERRENOS E EDIFICAÇÕES.....	8-44
TABELA 8-17 ESTIMATIVA DE CUSTO DA PREPARAÇÃO DA ÁREA PARA REASSENTAMENTO	8-45
TABELA 8-18 TAXA DE CONVERSÃO PARA TRANSPLANTE.....	8-47
TABELA 8-19 TAXA DE CONVERSÃO PARA CORTE	8-47
TABELA 8-20 FATORES DE COMPENSAÇÃO NO CASO DE TRANSPLANTE.....	8-50
TABELA 8-21 FATORES DE COMPENSAÇÃO NO CASO DE CORTE	8-50
TABELA 8-22 PREÇOS UNITÁRIOS DOS SERVIÇOS E DO FORNECIMENTO	8-51
TABELA 8-23 NÚMERO ESTIMADO DE ÁRVORES AFETADAS EM CADA ROTA PROPOSTA.....	8-52
TABELA 8-24 NÚMERO ESTIMADO DE ÁRVORES PARA TRANSPLANTE, CORTE E COMPENSAÇÃO EM CADA ROTA PROPOSTA	8-52
TABELA 8-25 ESTIMATIVA PRELIMINAR DE CUSTO PARA A REMOÇÃO DAS ÁRVORES AO LONGO DAS VIAS	8-52
TABELA 8-26 TABELA COM OS PONTOS SUGERIDOS DE MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO	8-59
TABELA 8-27 PONTOS DE MONITORAMENTO SUGERIDOS PARA A QUALIDADE DO AR.....	8-61
TABELA 8-28 SUGESTÃO PARA AS REUNIÕES DE CONSULTA PÚBLICA PARA O EIA.....	8-65
TABELA 8-29 SUGESTÃO PARA AS REUNIÕES DE CONSULTA PÚBLICA PARA O PLANO DE AÇÃO DE REASSENTAMENTO	8-66
TABELA 9-1 INDICADORES DE OPERAÇÃO (FASE-1).....	9-1
TABELA 9-2 INDICADORES DE OPERAÇÃO (FASE-2).....	9-1
TABELA 9-3 INDICADORES DE OPERAÇÃO (FASE-3).....	9-2
TABELA 9-4 INDICADORES DE EFEITO	9-2

TABELA 9-5	REDUÇÃO EM PASSAGEIROS-HORA POR PROJETO.....	9-4
TABELA 9-6	REDUÇÃO EM VEÍCULO-KM POR PROJETO	9-4
TABELA 9-7	FATORES DE EMISSÃO DE CO ₂ POR UNIDADE DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL...	9-7
TABELA 9-8	ESTIMATIVA DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL POR VEÍCULO-KM (CARRO E ÔNIBUS)	9-7
TABELA 9-9	ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO ₂ (O CASO DA ROTA INTEIRA)	9-8
TABELA 9-10	EMISSÃO DE NO _x E MP ₁₀ POR VEÍCULO-KM (GRAMA)	9-9
TABELA 9-11	ESTIMATIVA DE TAXAS MÉDIAS DE UNIDADE DE EMISSÃO DE CARROS E ÔNIBUS EM SÃO PAULO.....	9-10
TABELA 9-12	QUANTIDADE DE REDUÇÃO DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (2015)	9-10
TABELA 10-1	ESTIMATIVAS DE VOCs NA CIDADE DE SÃO PAULO	10-2
TABELA 10-2	ESTIMATIVAS DE VOCs DE ÔNIBUS PADRÃO NA CIDADE DE SÃO PAULO.....	10-3
TABELA 10-3	RESUMO DE ESTIMATIVA DE VOC DE AUTOMÓVEIS E DE ÔNIBUS	10-4
TABELA 10-4	ESTIMATIVA DO VALOR DO TEMPO NA CIDADE DE SÃO PAULO	10-4
TABELA 10-5	PLANILHA DE FLUXO DE CAIXA PARA ANÁLISE ECONÔMICA	10-6
TABELA 10-6	RESULTADOS DE VPL E C/B (ANÁLISE ECONÔMICA)	10-7
TABELA 10-7	ESTIMATIVA DE RECEITA DE TARIFA POR PASSAGEIRO	10-8
TABELA 10-8	LUCROS PROJETADOS (SISTEMA DE TARIFA ÚNICA)	10-9
TABELA 10-9	PROJEÇÃO DE LUCROS (SISTEMA DE TARIFA INDEPENDENTE)	10-9
TABELA 10-10	FLUXO DE CAIXA PARA CÁLCULO DA TIRF DO PROJETO	10-10
TABELA 10-11	COMPOSIÇÃO DOS FUNDOS (CASO DA ROTA INTEIRA)	10-15
TABELA 10-12	COMPOSIÇÃO DOS FUNDOS (FASE-1, ROTA ORIGINAL).....	10-15
TABELA 10-13	CO-FINANCIAMENTO ENTRE O BID E O BM PARA O SETOR DE TRANSPORTES NO BRASIL.....	10-20

Lista de Figuras

FIGURA 1-1	PROJETO DO MONOTRILHO	1-3
FIGURA 1-2	LOCALIZAÇÃO DAS ROTAS DO ESTUDO	1-4
FIGURA 1-3	GRÁFICO DE SELEÇÃO DO SISTEMA.....	1-7
FIGURA 1-4	PLANO DE ROTAS.....	1-8
FIGURA 1-5	APARÊNCIA E EXEMPLO DE ESTRUTURA DE TRILHOS DO MONOTRILHO DO TIPO STRADDLE.....	1-11
FIGURA 1-6	LAYOUT DOS TRILHOS	1-13
FIGURA 1-7	ALINHAMENTOS DAS ROTAS DO PROJETO	1-15
FIGURA 1-8	SELEÇÃO DA SUPERESTRUTURA	1-16
FIGURA 1-9	SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DOS PILARES DO MONOTRILHO	1-17
FIGURA 1-10	LOCALIZAÇÃO DOS TÚNEIS	1-17
FIGURA 1-11	LAYOUT DO PÁTIO DE MANOBRAS PRINCIPAL.....	1-19
FIGURA 1-12	PÁTIO DE ABRIGO DE TRENS DO RAMAL JAGUARÉ.....	1-20
FIGURA 1-13	PÁTIO DE ABRIGO DE TRENS NO JARDIM ÂNGELA.....	1-20
FIGURA 1-14	SISTEMA DE SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	1-21
FIGURA 1-15	CONFIGURAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO	1-22
FIGURA 1-16	ELEVAÇÃO DA VIGA EM CONCRETO PROTENDIDO	1-24
FIGURA 1-17	BANDEJA DE CABOS E LINHA DE CONTATO	1-25
FIGURA 1-18	CUSTO TOTAL DE O&M E NÚMERO DE PESSOAL DO MONOTRILHO DE SÃO PAULO NO CASO DA FASE1 A FASE3, ROTA DA ÁREA DE DESENVOLVIMENTO.....	1-28
FIGURA 2-1	TAXA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL NA RMSP.....	2-1
FIGURA 2-2	LOCALIZAÇÃO DAS FAVELAS.....	2-2
FIGURA 2-3	USO DO SOLO EXISTENTE.....	2-3
FIGURA 2-4	PLANO DE USO DO SOLO	2-6
FIGURA 2-5	RODOVIAS INTERMUNICIPAIS E PRINCIPAIS VIAS.....	2-7
FIGURA 2-6	ÁREA DO RODÍZIO DE VEÍCULOS.....	2-8
FIGURA 2-7	REDE FERROVIÁRIA DE SÃO PAULO	2-9
FIGURA 2-8	ZONAS DE CONCESSÃO	2-10
FIGURA 2-9	LOCALIZAÇÃO DAS BRTs.....	2-11
FIGURA 2-10	DISTRIBUIÇÃO DAS VIAGENS BASEADA NA OD 2007	2-12
FIGURA 2-11	DISTRIBUIÇÃO DAS VIAGENS DOS MODOS PRIVADO E PÚBLICO POR HORÁRIO DO DIA.....	2-12
FIGURA 2-12	MAPA DO TRAJETO DO RODOANEL	2-13
FIGURA 2-13	FUTURA REDE DO METRÔ	2-14
FIGURA 2-14	PLANO DE TRANSPORTES PÚBLICOS NO PDE 2020	2-15
FIGURA 2-15	LOCALIZAÇÃO DO EXPRESSO TIRADENTES	2-17
FIGURA 2-16	LOCALIZAÇÃO DA CELSO GARCIA	2-17
FIGURA 2-17	ALTIMETRIA.....	2-26
FIGURA 2-18	COBERTURA VEGETAL.....	2-27
FIGURA 2-19	PATRIMÔNIO HISTÓRICO	2-28
FIGURA 3-1	ZONAS DE TRÂNSITO	3-2
FIGURA 3-2	REDE PARA ATRIBUIÇÃO DE TRÁFEGO	3-4
FIGURA 3-3	PROJEÇÃO DA DEMANDA EM 2015 E 2045.....	3-5
FIGURA 3-4	TRÁFEGO DE PICO E ECONOMIA DE TEMPO POR LINHA	3-6
FIGURA 3-5	TRÁFEGO DE PICO E ECONOMIA DE TEMPO POR COMPOSIÇÃO DE LINHAS (2 LINHAS)	3-6
FIGURA 3-6	TRÁFEGO DE PICO E ECONOMIA DE TEMPO POR COMPOSIÇÃO DE LINHAS (3 LINHAS)	3-7
FIGURA 3-7	TRÁFEGO DE PICO E ECONOMIA DE TEMPO POR COMPOSIÇÃO DE LINHAS (4 LINHAS)	3-7
FIGURA 3-8	ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA A POLÍTICA DE TARIFAS.....	3-8

FIGURA 3-9	IMPACTO DA LINHA-1B.....	3-9
FIGURA 3-10	TEMPO DE VIAGEM ENTRE O JARDIM ÂNGELA E SANTO AMARO	3-9
FIGURA 4-1	PLANO DE ROTAS.....	4-2
FIGURA 4-2	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES.....	4-9
FIGURA 4-3	SISTEMA DE TRANSPORTES URBANOS - GRÁFICO DE SELEÇÃO DO SISTEMA	4-11
FIGURA 4-4	CONGESTIONAMENTO NA M'BOI MIRIM	4-12
FIGURA 4-5	VELOCIDADE MÉDIA E PHPDT DO BRT	4-13
FIGURA 4-6	CANDIDATOS A SISTEMA DE TRANSPORTES DE MÉDIA CAPACIDADE	4-14
FIGURA 4-7	TRAVESSÃO SIMPLES.....	4-22
FIGURA 4-8	TRILHO ESTENDIDO COM FORMA DE Y	4-22
FIGURA 4-9	TRAVESSÃO EM FORMA DE TESOURA.....	4-23
FIGURA 4-10	LAYOUT DA INSTALAÇÃO DE RETORNO.....	4-23
FIGURA 4-11	LAYOUT DOS TRILHOS	4-24
FIGURA 4-12	EXEMPLO DE DIAGRAMA DE OPERAÇÃO DE TRENS NA FASE 1	4-26
FIGURA 4-13	EXEMPLO DE DIAGRAMA DE OPERAÇÃO DE TRENS NA FASE 2	4-27
FIGURA 4-14	EXEMPLO DE DIAGRAMA DE OPERAÇÃO DE TRENS NA FASE 3 ATÉ 2024	4-29
FIGURA 4-15	EXEMPLO DE DIAGRAMA DE OPERAÇÃO DE TRENS NA FASE 3 APÓS 2025	4-29
FIGURA 4-16	ARRANJO DOS ASSENTOS DO MONOTRILHO DE TAMANHO GRANDE	4-34
FIGURA 4-17	CAPACIDADE DE TRANSPORTE DE UM MONOTRILHO DE TAMANHO GRANDE....	4-36
FIGURA 4-18	DIMENSÕES DO VEÍCULO E DA CONSTRUÇÃO	4-36
FIGURA 4-19	ARRANJO DOS ESCORREGADORES EM ESPIRAL	4-38
FIGURA 4-20	CURVA DE OPERAÇÃO PARA A LINHA-2A (DO JARDIM ÂNGELA ATÉ SANTO AMARO)	4-40
FIGURA 5-1	CONTROLE DE PROJETO DA LINHA-1.....	5-4
FIGURA 5-2	CONTROLES DE PROJETO DA LINHA-2A (1/2)	5-5
FIGURA 5-3	CONTROLES DE PROJETO DA LINHA-2A (2/2)	5-6
FIGURA 5-4	CONTROLES DE PROJETO DA LINHA-2B	5-7
FIGURA 5-5	CONTROLES DE PROJETO DA LINHA-2C	5-8
FIGURA 5-6	CONTROLES DE PROJETO DA LINHA-2D	5-9
FIGURA 5-7	RESUMO DOS ALINHAMENTOS HORIZONTAL E VERTICAL	5-9
FIGURA 5-8	ALINHAMENTOS DAS ROTAS DO PROJETO	5-10
FIGURA 5-9	INSTALAÇÕES LIVRES DE BARREIRAS EM SÃO PAULO.....	5-11
FIGURA 5-10	PORTAS DE ACESSO À PLATAFORMA DA ESTAÇÃO DO TAMA MONORAIL NO JAPÃO	5-13
FIGURA 5-11	TRANSIÇÃO SUAVE ENTRE O TREM E A PLATAFORMA	5-13
FIGURA 5-12	MONITOR DE LCD PARA EXIBIÇÃO DE INFORMAÇÕES NO TREM	5-14
FIGURA 5-13	ELEVADORES E ESCADAS ROLANTES DE FÁCIL UTILIZAÇÃO.....	5-14
FIGURA 5-14	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA ESTAÇÃO PARA USUÁRIOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS.....	5-15
FIGURA 5-15	PERSPECTIVA DA ESTAÇÃO TIPO A	5-19
FIGURA 5-16	PERFIL DA ESTAÇÃO TIPO A	5-19
FIGURA 5-17	PLANTA DA ESTAÇÃO TIPO A	5-19
FIGURA 5-18	PERSPECTIVA DA ESTAÇÃO TIPO B	5-20
FIGURA 5-19	PERFIL DA ESTAÇÃO TIPO B	5-20
FIGURA 5-20	PLANTA DA ESTAÇÃO TIPO B	5-20
FIGURA 5-21	PERSPECTIVA DA ESTAÇÃO SOCORRO.....	5-21
FIGURA 5-22	PERFIL DA ESTAÇÃO SOCORRO	5-21
FIGURA 5-23	PLANTA DA ESTAÇÃO SOCORRO.....	5-21
FIGURA 5-24	PERSPECTIVA DA ESTAÇÃO FARIA LIMA.....	5-22
FIGURA 5-25	PERFIL DA ESTAÇÃO FARIA LIMA	5-22
FIGURA 5-26	SEÇÃO TRANSVERSAL DA ESTAÇÃO FARIA LIMA	5-22
FIGURA 5-27	PERFIL DA ESTAÇÃO SUMARÉ (OPÇÃO 2).....	5-23
FIGURA 5-28	PERFIL DA ESTAÇÃO JARDIM ÂNGELA	5-23
FIGURA 5-29	PLANTA DA ESTAÇÃO JARDIM ÂNGELA	5-24

FIGURA 5-30	PERFIL DA ESTAÇÃO TIPO F.....	5-24
FIGURA 5-31	PLANTA DA ESTAÇÃO TIPO F	5-24
FIGURA 5-32	APLICAÇÃO DA SUPERESTRUTURA.....	5-27
FIGURA 5-33	SEÇÃO TRANSVERSAL DE VIGA DE CONCRETO PROTENDIDO (C=25M)	5-28
FIGURA 5-34	SEÇÃO TRANSVERSAL DA ESTRUTURA EM AÇO (C=50M)	5-28
FIGURA 5-35	VISTAS DE PONTES EM AÇO.....	5-29
FIGURA 5-36	SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DOS PILARES DO MONOTRILHO	5-29
FIGURA 5-37	SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DOS PILARES DO MONOTRILHO DO TIPO PORTAL VIADUTO	5-30
FIGURA 5-38	SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DOS PILARES DO MONOTRILHO DO TIPO VIADUTO SEPARADO.....	5-30
FIGURA 5-39	PERFIL E SEÇÃO TRANSVERSAL DA ESTRUTURA DE MUDANÇA DE VIA DO MONOTRILHO.....	5-31
FIGURA 5-40	APOIOS E JUNTAS DE DILATAÇÃO (EXEMPLO).....	5-31
FIGURA 5-41	FOTO DOS ANTEPAROS, FINAL DO TAMA MONORAIL.....	5-32
FIGURA 5-42	ORGANIZAÇÃO AXIAL	5-33
FIGURA 5-43	O CENTRO DA GRAVIDADE.....	5-33
FIGURA 5-44	LOCALIZAÇÃO DOS TÚNEIS	5-34
FIGURA 5-45	IMAGEM 3D DOS TÚNEIS.....	5-34
FIGURA 5-46	PERFIL DO LOCAL No.1	5-35
FIGURA 5-47	PERFIL DO LOCAL No.2	5-35
FIGURA 5-48	PERFIL DO LOCAL No.3	5-36
FIGURA 5-49	PERFIL DO LOCAL No.4	5-36
FIGURA 5-50	ÁREA NECESSÁRIA NO LOCAL No.1	5-37
FIGURA 5-51	ÁREA NECESSÁRIA NO LOCAL No.2	5-37
FIGURA 5-52	ÁREA NECESSÁRIA NO LOCAL No.3	5-38
FIGURA 5-53	PROCEDIMENTOS DA CONSTRUÇÃO DO TÚNEL (1/2)	5-41
FIGURA 5-54	PROCEDIMENTOS DA CONSTRUÇÃO DO TÚNEL (2/2)	5-42
FIGURA 5-55	FOTO EXEMPLO DE DECK NA VIA.....	5-43
FIGURA 5-56	DETALHE DA ESTRUTURA DO DECK NA VIA	5-43
FIGURA 5-57	LOCALIZAÇÃO DO PÁTIO DE MANOBRAS PRINCIPAL E DOS PÁTIOS DE ABRIGO	5-44
FIGURA 5-58	LAYOUT DO PÁTIO DE MANOBRAS PRINCIPAL	5-45
FIGURA 5-59	LAYOUT DA OFICINA.....	5-47
FIGURA 5-60	LAYOUT DO PÁTIO DE ABRIGO DE TRENS DO RAMAL JAGUARÉ.....	5-48
FIGURA 5-61	PÁTIO DE ABRIGO DE TRENS NO JARDIM ÂNGELA	5-49
FIGURA 5-62	SISTEMA DE SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	5-54
FIGURA 5-63	LINHA SIMPLES DE ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA	5-60
FIGURA 5-64	ESTRUTURA DA LINHA DE CONTATO	5-62
FIGURA 5-65	PROJETO DA ARMAÇÃO	5-64
FIGURA 5-66	CONFIGURAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO	5-71
FIGURA 5-67	PRINCÍPIO DA DETECÇÃO DE TRENS	5-72
FIGURA 5-68	CONTROLE DE VELOCIDADE MULTI-ESTÁGIOS DO ATP TRADICIONAL	5-73
FIGURA 5-69	PRINCÍPIO DA DETECÇÃO DE TRENS	5-74
FIGURA 5-70	PERFIL DE FRENAGEM CONTÍNUA DO SISTEMA CBTC.....	5-74
FIGURA 5-71	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DA LINHA-1A.....	5-76
FIGURA 5-72	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DO PÁTIO DO JARDIM ÂNGELA	5-76
FIGURA 5-73	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DA LINHA-2A.....	5-77
FIGURA 5-74	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DO PÁTIO DE MANOBRAS	5-77
FIGURA 5-75	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DA LINHA-2B.....	5-78
FIGURA 5-76	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DA LINHA-2C.....	5-78
FIGURA 5-77	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DA LINHA-2D.....	5-79
FIGURA 5-78	LAYOUT DOS TRILHOS E ARRANJO DA SINALIZAÇÃO DO PÁTIO DA LINHA-2D...	5-79
FIGURA 6-1	DESENHO DE SEÇÃO TÍPICA E FOTO DA VIGA EM CP.....	6-1

FIGURA 6-2	DESENHO DE SEÇÃO TÍPICA E FOTO DA VIGA DE AÇO	6-2
FIGURA 6-3	ELEVAÇÃO DA VIGA EM CONCRETO PROTENDIDO	6-3
FIGURA 6-4	COLOCAÇÃO DE CONCRETO NA ESTACA E CONSTRUÇÃO DO PILAR.....	6-4
FIGURA 6-5	SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DE PONTES DE VÃO LONGO	6-5
FIGURA 6-6	SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA ESTRUTURA DA ESTAÇÃO SOBRE O RIO	6-5
FIGURA 6-7	BANDEJA DE CABOS E LINHA DE CONTATO.....	6-6
FIGURA 6-8	ORGANOGRAMA DO SERVIÇO DE CONSULTORIA	6-31
FIGURA 6-9	CRONOGRAMA DE RECRUTAMENTO/TREINAMENTO DE PESSOAL E DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA	6-48
FIGURA 6-10	CRONOGRAMA DE RECRUTAMENTO/TREINAMENTO DE PESSOAL E DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA	6-49
FIGURA 7-1	ZONAS DE CONCESSÃO	7-1
FIGURA 7-2	CCO (MONOTRILHO DE CHONGQUING).....	7-3
FIGURA 7-3	LONGA FILA NA BILHETERIA EM UM SÁBADO À TARDE (ESTAÇÃO TIETÊ DO METRÔ).....	7-5
FIGURA 7-4	ORGANOGRAMA DO METRÔ (RESUMO)	7-6
FIGURA 7-5	ORGANOGRAMA DA SPTRANS.....	7-7
FIGURA 7-6	COMPARAÇÃO DO NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS POR COMPRIMENTO DE OPERAÇÃO	7-8
FIGURA 7-7	ORGANOGRAMA PROPOSTO PARA O MONOTRILHO	7-9
FIGURA 7-8	INSPEÇÃO DIÁRIA DA MANUTENÇÃO LEVE (MONOTRILHO URBANO DE TAMA)	7-16
FIGURA 7-9	INSPEÇÃO DA MANUTENÇÃO PESADA (MONOTRILHO URBANO DE TAMA)	7-16
FIGURA 7-10	VEÍCULOS PARA MANUTENÇÃO NA OPERAÇÃO DO MONOTRILHO	7-18
FIGURA 7-11	CUSTO TOTAL DE O&M E NÚMERO TOTAL DE FUNCIONÁRIOS.....	7-28
FIGURA 8-1	PROCEDIMENTOS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO ATÉ A EMISSÃO DA LAP.....	8-7
FIGURA 8-2	PROCEDIMENTOS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO ENTRE A EMISSÃO DA LAP E DA LAO.....	8-8
FIGURA 8-3	PROCEDIMENTOS DA AQUISIÇÃO DE TERRENOS NA CIDADE DE SÃO PAULO.....	8-9
FIGURA 8-4	RELAÇÃO ENTRE A LINHA-1 E A LINHA-2A	8-12
FIGURA 8-5	ROTAS ALTERNATIVAS.....	8-13
FIGURA 8-6	LOCAIS POSSÍVEIS PARA REASSENTAMENTO AO LONGO DA LINHA 2A.....	8-42
FIGURA 9-1	TEMPO DE VIAGEM DO JARDIM ÂNGELA ATÉ A SÉ EM HORÁRIO DE PICO (ÔNIBUS - METRÔ).....	9-3
FIGURA 9-2	TEMPO DE VIAGEM DO JARDIM ÂNGELA ATÉ A SÉ EM HORÁRIO DE PICO (ÔNIBUS APENAS).....	9-3
FIGURA 9-3	DESCRIÇÃO DA MEDIÇÃO PARA ESTIMATIVA DA REDUÇÃO DE CO2 PELO PROJETO	9-6
FIGURA 9-4	ESTIMATIVA DA REDUÇÃO DA EMISSÃO DE CO ₂ PELO PROJETO	9-8
FIGURA 9-5	DESCRIÇÃO DA MEDIÇÃO PARA ESTIMATIVA DA REDUÇÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS PELO PROJETO	9-9
FIGURA 10-1	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE TIRE (CASO DA ROTA INTEIRA)	10-7
FIGURA 10-2	FLUXO DE CAIXA FINANCEIRO (CASO DA ROTA INTEIRA).....	10-10
FIGURA 10-3	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA TIRF (CASO DA ROTA INTEIRA)	10-11
FIGURA 10-4	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (FASE-1, ROTA ORIGINAL) DO CÁLCULO DA TIRF.....	10-11
FIGURA 10-5	PERCENTAGEM DE FUNDOS PRIVADOS POR MONTANTE DE TAXA DE EMPRÉSTIMO	10-12
FIGURA 10-6	FLUXO DE CAIXA FINANCEIRO	10-13
FIGURA 10-7	PERCENTAGEM DE FUNDOS PRIVADOS POR TAXA DE EMPRÉSTIMO.....	10-14
FIGURA 10-8	CARTEIRA DO BID NO BRASIL DURANTE OS ÚLTIMOS CINCO ANOS	10-17
FIGURA 10-9	DISTRIBUIÇÃO FINANCEIRA POR SETORES (%).....	10-17
FIGURA 10-10	MONTANTE DE EMPRÉSTIMOS DO BANCO MUNDIAL PARA O BRASIL NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS	10-18

Abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
AFC	Coleta Automática de Tarifas
AGT	Transporte Automático Guiado
ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
APRM	Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais
APRM-G	Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga
ASTM	Sociedade Americana de Testes e Materiais
BOD	Demanda Biológica de Oxigênio
BRT	Transporte Rápido por Ônibus
CADES	Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CEPEC	Certificado de Potencial Adicional de Construção
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONDEPHAAT	Conselho de Proteção do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Artístico e Turístico
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DECONT-2	Divisão Técnica de Registro e Licenciamento
DECONT	Departamento de Controle da Qualidade Ambiental
DEPAVE	Departamento de Parques e Áreas Verdes (da SVMA)
DEPRN	Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais
DESAP	Departamento de Desapropriações
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo
DPAA	Divisão Técnica de Proteção e Avaliação Ambiental
EIA	Avaliação de Impacto Ambiental
EIR	Relatório de Impacto Ambiental
EIS	Estudo de Impacto Ambiental
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhaça
EMME/3	Um software de planejamento de transportes (INRO)
EMMP	Preparação do Plano de Gestão e Monitoramento Ambiental
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
FRP	Plástico Reforçado com Fibras
FURNAS	FURNAS Centrais Elétricas S. A. (Uma empresa de geração de energia)
PIB	Produto Interno Bruto
HSST	Transporte Rápido de Superfície
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEE	Avaliação Ambiental Inicial
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ITAIPU	Itaipu Binacional (Uma empresa de geração de energia)
JARTS	Serviço Técnico de Ferrovias do Japão
JICA	Agência de Cooperação Internacional do Japão
JIS	Normas Industriais do Japão
JTCA	Associação de Cooperação nos Transportes do Japão
LAeq	Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A

LAI	Licença Ambiental de Instalação
LAO	Licença Ambiental de Operação
LAP	Licença Ambiental Preliminar
LI	Licença de Instalação
LIM	Motor de Indução Linear
LP	Licença Prévia
LRT	Transporte Leve sobre Trilhos
METRO	Metrô de São Paulo
NCA	Algoritmo de Consideração de Ruído
ONG	Organização Não Governamental
OD	Origem e Destino
OUC	Operação Urbana Conjunta
PAP	Pessoas Afetadas pelo Projeto
PCB	Bifenol Policlorado
PDDT	Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes
PDE	Plano Diretor Estratégico
PDPA	Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental
PHPDT	Viagens por Hora de Pico na Direção de Pico
PITU	Plano Integrado de Transportes Urbanos
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PSD	Porta de Plataforma
RAP	Plano de Ação de Reassentamento
RESOLO	Departamento de Regularização do Parcelamento do Solo
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RIVI	Relatório de Impacto na Vizinhaça
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
RMC	Região Metropolitana de Campinas
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
ROW	Direito de Passagem
SEHAB	Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SEMPLA	Secretaria Municipal do Meio Ambiente
SIGRH	Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SNJ	Secretaria de Negócios Jurídicos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
MPS	Matéria Particulada em Suspensão
SPT	Teste de Penetração Padrão
SPtrans	São Paulo Transporte S.A.
STM	Secretaria Estadual de Transportes Metropolitanos
SVMA	Secretaria do Verde e do Meio Ambiente
TRANUS	(Um sistema de modelação integrado de uso do solo e transportes ((c)Modelistica))
PST	Partículas Suspensas Totais
TSS	Sólidos Suspensos Totais
TVM	Máquina Automática de Venda de Bilhetes
UC	Unidade de Conservação
UFIR	Unidade Fiscal de Referência
UGRHI	Unidade de Gestão de Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo
ZEPEC	Zona especial de preservação cultural

CHAPTER 1 SUMÁRIO EXECUTIVO

1.1 PERFIL DO PROJECTO

Tabela 1-1 Perfil do Projeto

No.	Item	Descrição				
		Fase 1		Fase 2	Fase 3	
		MB	AD			
1	Trecho da construção	Linha-1, Linha-2A Capão Redondo ~ Jardim Ângela ~ Santo Amaro		Linha-2B, Linha-2D Santo Amaro ~ Largo da Batata ~ Ramal Jaguaré	Linha-2C Largo da Batata ~ Barra Funda	
2	Ano de inauguração	Out.,2014	Mar.,2015	Julho, 2016	Abril, 2018	
3	Extensão do trecho (km)	14,2	15,6	22,6	7,2	
	Trecho em túnel (km)	0,24	0,63	0,0	0,0	
4	Estações (Número de estações incluindo estações futuras)					
	- Elevadas	16	16	26	8	
	- Subterrâneas	1	3	0	0	
	Total	17	19	26	8	
5	Alinhamento	Raio de curva mínimo: Basicamente 100 m. Entretanto, em um caso inevitável, Rmin = 50 m é admissível.				
6	Declividade	Declividade máxima: Basicamente 6%. Entretanto, em um caso inevitável, imax= 8% é admissível.				
7	Trihos	Trilhos duplos, Sentido anti-horário, Distância entre trilhos: 3.700 mm				
8	Suporte dos trilhos (viga em concreto protendido)	Extensão: 22m~30m, Altura: 1700mm, Largura: 850mm				
9	Aquisição de terrenos (m2)	116.520	182.630	59.655	2.240	
10	Custo do Projeto (milhões de Ienes Japoneses)				Fase 3	Fase 3-2
	- Custo da construção (custo base)	122.466	133.855	161.002	38.913	9.784
	(Aumento de preços, contingência)	18.946	21.185	37.846	13.051	9.179
	- Serviços de consultoria	8.924	9.621	9.145	6.997	0
	- Aquisição de terrenos	4.895	8.415	3.179	114	0
	- Custo de administração	4.657	5.192	6.335	1.772	569
	- Imposto de Valor Agregado	25.900	28.388	36.250	9.746	3.414
	- Imposto de Importação	0	0	0	0	0
	- IDCP, Encargo por compromisso	7.039	10.468	11.453	3.202	441
	Total	192.827	217.123	265.209	73.795	23.385
11	Trens	Monotrilho do tipo Straddle				
	- Configuração	Trem com 6 vagões (Mc-M-M-M-M-Mc) ou 8 vagões (Mc-M-M-M-M-M-M-Mc)				
	- Capacidade	1.000 passageiros/6 vagões, 1.300 passageiros/8 vagões (6 passageiros em pé/m2)				
	- Comprimento do trem	90 m /6 vagões, 120 m / 8 vagões				
12	Operação	Sistema de Operação Automática de Trens (ATO) com condutor				
13	Sinalização	Sinal de cabine com o CBTC				
14	Sistema de alimentação de energia elétrica	A subestação primária recebe uma CA de AC138kV, sendo que a subestação de tração é alimentada com uma CA de AC34kV. E a converte em DC 1500V.				
15	Demanda	Fase 1		Fase 2	Fase 3 + Linha 1B	
	Ano 2015	23.200 PHPDT		29.500 PHPDT	27.300 PHPDT	
	Ano 2045	28.800 PHPDT		34.800 PHPDT	32.100 PHPDT	
16	Capacidade Ano de Inauguração	25.000 PHPDT		29.600 PHPDT	31.200 PHPDT	
	Ano 2045	---		---	32.500 PHPDT	
17	Intervalo entre trens mínimo	2 minutos 15 segundos ~ 2 minutos 30 segundos em horário de pico no trecho de pico				
18	Número total de trens	29 trens com 6 vagões cada		26 trens com 6 vagões cada 35 trens com 8 vagões cada	7 trens com 6 vagões cada 60 trens com 8 vagões cada	
19	TIRE	Fase1 (MB), Fase1(AD), Caso inteiro = 17,0 – 19,0% % > taxa mínima de 12%				
	TIRF	Fase1 (MB): 1.4%, Fase1(AD): 0.5%, Inteiro: - 0.7%				

Nota) MB: Rota original (via M'Boi Mirim), AD: Rota da área de desenvolvimento

1.2 O ESTUDO PREPARATÓRIO

1.2.1 Antecedentes

O Município de São Paulo é a maior cidade do Brasil com uma população total de 11 milhões de habitantes, sendo que sua região metropolitana tem uma população total de 20 milhões de habitantes. O Município de São Paulo é também o centro econômico do Brasil, produzindo aproximadamente 12% do Produto Interno Bruto (PIB) do país.

Com sua grande população e atividades econômicas, São Paulo tem uma grande demanda de transportes o que causa sérios congestionamentos e poluição atmosférica na cidade. Para reduzir os congestionamentos de trânsito, é necessária uma urgente expansão da capacidade do sistema de transportes públicos da cidade.

Atualmente, o sistema de transportes públicos em São Paulo consiste de serviços de transporte por ônibus de pequena capacidade (Bus Rapid Transit (BRT) e ônibus alimentadores) e serviços de transportes de grande capacidade (linhas de trem). A expansão da rede ferroviária foi planejada no Plano Integrado de Transportes Urbanos (PITU) e os projetos de expansão estão sendo implementados pelo Metrô (Companhia do Metropolitano de São Paulo) e pela CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos). Tendo em vista a hierarquia da rede de transportes públicos, os BRTs complementaríamos a rede ferroviária. Entretanto, a rede de transportes públicos de São Paulo precisa de sistemas de transporte de maior capacidade que os BRTs para atender a demanda de passageiros.

O Plano Diretor Estratégico 2020 (PDE 2020) foi formulado pelo Município de São Paulo em 2002, incluindo um plano para a rede de transportes públicos. No PDE 2020, foi proposta a introdução de um sistema de transportes de média capacidade. A SPTrans, a empresa municipal de transportes coletivos de São Paulo, identificou três rotas como sendo as rotas prioritárias para o sistema de transportes de média capacidade em 2008.

O Japão desenvolveu vários tipos de sistema de transportes de média capacidade, tais como o monotrilho, AGT (Transporte Automático Guiado), HSST (Transporte de Superfície de Alta Velocidade) e o LIM (Metrô Linear). Existem 10 linhas de monotrilho, 10 linhas de AGT e 5 linhas de LIM no Japão. Espera-se que as experiências em sistemas de transportes de média capacidade no Japão sejam informações muito úteis para aqueles países que irão introduzir tais sistemas. As vantagens de um sistema de transportes de média capacidade são as seguintes:

- Custo e período de construção menores que do metrô
- Alinhamento flexível com declividade maior e raio de curvatura menor que do metrô
- Capacidade maior que do BRT
- Menor impacto no tráfego que o BRT

A Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) e a Secretaria Municipal dos Transportes (SMT) concordaram em iniciar o “Estudo Preparatório para o Projeto de Desenvolvimento do Transporte Urbano em São Paulo” em 2008.

1.2.2 Objetivos do Estudo

Os objetivos do Estudo são os seguintes:

- Seleção de um sistema de transportes adequado para cada uma das rotas do estudo, e
- Preparação de um estudo de viabilidade do sistema de transportes urbanos nas rotas propostas.

1.2.3 Rotas do Estudo

(1) Rotas do Estudo Originais

No início do estudo, as rotas do estudo consistiam dos seguintes trechos com uma extensão total de 58 km. A localização das rotas é mostrada na Figura 1-2. As rotas do estudo são chamadas de “rotas originais” neste relatório porque foram propostas algumas rotas alternativas.

No.	Trecho	Extensão (km)
Linha-1	Jardim Ângela – Capelinha	5
Linha-2A	Jardim Ângela – Santo Amaro	8
Linha-2B	Santo Amaro – Largo da Batata	12
Linha-2C	Largo da Batata – Barra Funda	6
Linha-2D	Largo da Batata – Ramal Jaguaré	9
Linha-3A	São Judas – Águas Espraiadas Jabaquara – Águas Espraiadas	11
Linha-3B	Águas Espraiadas – Morumbi	7
Total		58

(2) Linha-3

Depois do início do estudo, o Metrô de São Paulo, uma empresa estatal que administra o sistema de trilhos subterrâneos em São Paulo, assumiu a construção da Linha-3A e Linha-3B como sendo a Linha-17 (Linha Dourada) do Metrô. O Metrô de São Paulo divulgou a descrição do projeto com a especificação básica do sistema e começou a coletar opiniões públicas sobre o mesmo. O sistema proposto é um monotrilho com capacidade de 20.000 passageiros por hora por sentido.

Considerando o progresso do projeto da Linha-3 pelo Metrô, a JICA, a SMT e o Metrô de São Paulo concordaram que a Linha-3 seria excluída das rotas de estudo em novembro de 2009.

(3) Projeto do Monotrilho

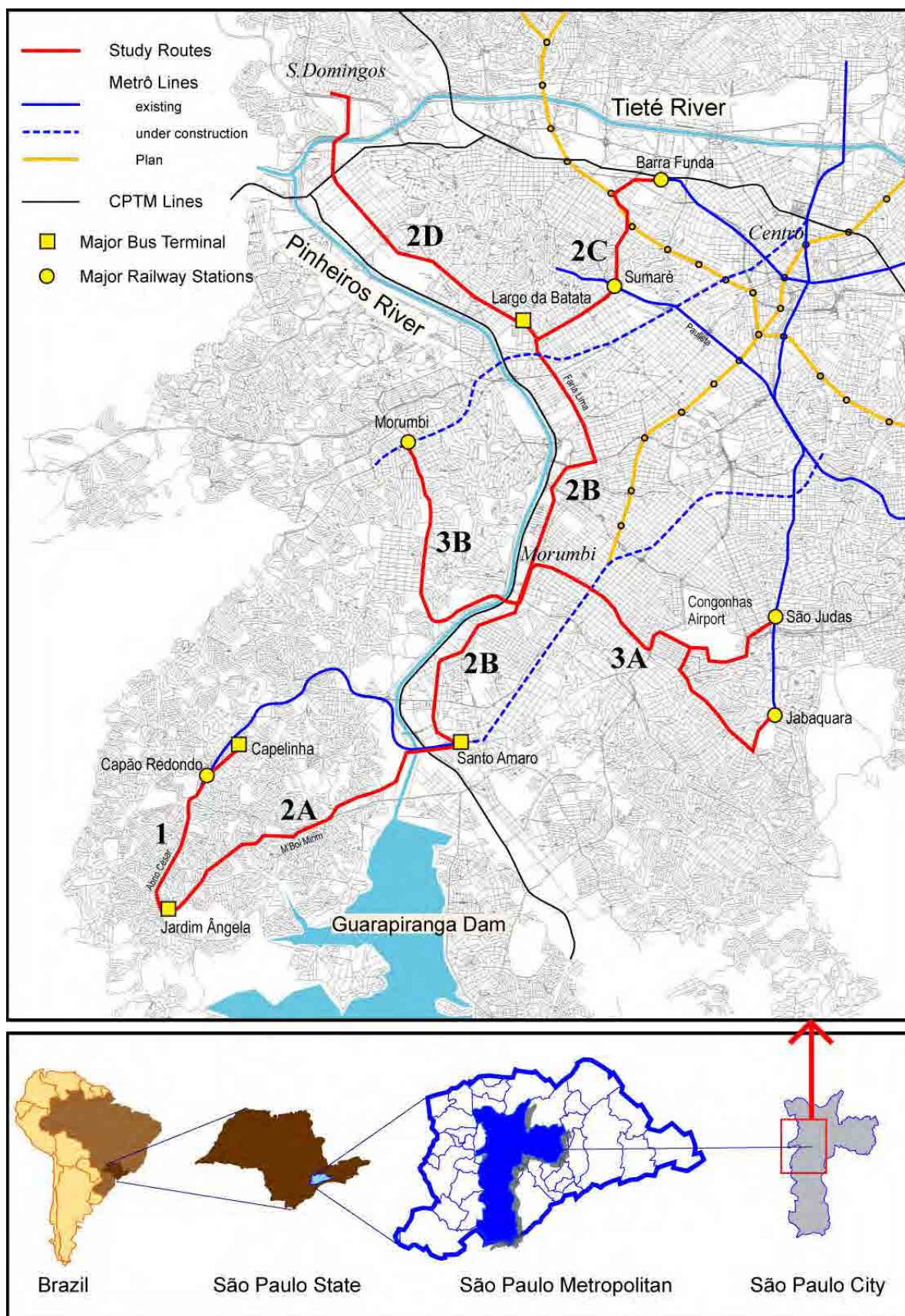
O prefeito de São Paulo anunciou a implementação do sistema monotrilho em São Paulo no final de agosto de 2009, como mostrado na Figura 1-1. A rota do monotrilho incluía parte das rotas do estudo, isto é, Linha-1 e Linha-2A, Linha-2B. Existe uma nova rota no projeto do monotrilho entre o Capão Redondo e a Vila Sônia com extensão total de 10 km. Este trecho foi chamado de "Linha-1B" no estudo. A Linha-1 da rota original mudou para “Linha-1A”, para identificar o trecho claramente.

Embora a Linha-1B não tenha sido incluída no estudo, seu impacto foi considerado na projeção da demanda e na análise econômica e financeira.



Fonte: Jornal

Figura 1-1 Projeto do Monotrilho



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-2 Localização das Rotas do Estudo

1.2.4 Escopo do Estudo

O Escopo dos Trabalhos do Estudo está resumido como se segue: O escopo do “6-4. Apoio ao EIA” e do “6-5. Apoio ao PAR” foi modificado um pouco, porque se tornou difícil para a SPTrans iniciar o EIA, que deveria ser realizado por este órgão, durante o período do estudo da JICA. Os capítulos deste relatório não necessariamente estão de acordo com a ordem dos Itens e Sub-itens de Trabalho na tabela. O relacionamento entre os itens do escopo e os capítulos é mostrado na coluna da direita do resumo.

Item de Trabalho	Sub-item	Capítulo
1. Necessidade do Projeto	1-1. Uso do solo e tendências de desenvolvimento 1-2. Problemas do transporte público 1-3. Políticas, planos e projetos do setor de transportes de São Paulo 1-4. Políticas de outras organizações internacionais 1-5. Possibilidade de cooperação multi-internacional	2-1 & 2-2 2-3 2-4 & 2-5
2. Projeção de Demanda	2-1. Estudo das rotas 2-2. Revisão de dados socioeconômicos 2-3. Análise do modelo de divisão modal 2-4. Projeção de Demanda 2-5. Estudo dos modos de transporte	2-1, 2-2, 2-3, 2-6 3-1 3-2 3-2 4-2
3. Escopo do Projeto	3-1. Plano de Rotas 3-2. Projeto dos vagões 3-3. Plano de Operações 3-4. Infraestrutura	4-1 4-4 4-3 5
4. Plano do Projeto	4-1. Método de Construção 4-2. Aquisições 4-3. Cronograma de Implementação 4-4. Plano de Assistência Técnica 4-5. Custo do Projeto	6-1 6-2 6-4 6-5 6-3
5. Plano de Implementação	5-1. Estrutura de implementação 5-2. Plano de Operação e Manutenção	7-1 7-2
6. Consideração dos Impactos Ambientais e Sociais	6-1. Estudo de alternativas 6-2. Estudo de impacto ambiental 6-3. Plano de Mitigação e Monitoramento	8-2 8-1, 8-3, 8-4, 8-5 8-1, 8-3, 8-4, 8-5
7. Efeitos do Projeto	7-1. Indicadores de operação e de efeito 7-2. Impactos positivos no meio ambiente 7-3. Outros impactos quantitativos e qualitativos 7-4. Avaliação econômica e análise financeira	9-1 9-3 9-2 10
8. Conclusões & Recomendações	8-1. Conclusões & Recomendações	11

1.3 RESUMO DO ESTUDO

1.3.1 Situação Atual das Rotas

O Município de São Paulo é a maior cidade do Brasil com uma população total de 11 milhões de habitantes, sendo o centro da atividade econômica do país e representando aproximadamente 11,9% do PIB nacional. Com a grande população e com o recente crescimento econômico, o trânsito nas vias de São Paulo tornou-se muito pesado, e várias delas sofrem com os congestionamentos nos horários de pico. A velocidade média no horário de pico da tarde era de 17,2 km/h em 2007, tendo sido de 21,8 km/h em 1997.

Os ônibus são o principal meio de transporte público em São Paulo, representando 65% do transporte motorizado enquanto que o sistema ferroviário representa 22%. Existem 10 faixas exclusivas de ônibus (BRT) nos principais corredores, mas a maioria delas sofre com o congestionamento pesado e com a baixa velocidade nos horários de pico.

A nova linha do metrô (Linha Amarela) e a extensão da Linha Lilás e da Linha Verde estão em construção. Além disso, o Metrô de São Paulo tem outros projetos futuros de três linhas com extensão total de 37,4 km até 2017, além de outras linhas novas até 2020.

Espera-se que o desenvolvimento intensivo dos transportes públicos melhore as condições do trânsito nos principais corredores de transporte de São Paulo. Por outro lado, as rotas do estudo não estão incluídas na rede futura do metrô.

A Linha-1A conecta o Terminal do Jardim Ângela à Estação do Metrô de Capão Redondo. Atualmente, não existe serviço de ônibus para esta conexão. Ônibus alimentadores da estação do metrô utilizam o trecho norte (Av. Sant'anna) da Linha-1A. A Av. Sant'anna é uma via estreita com 2 faixas que tem muitas intersecções com vias locais, sofrendo um congestionamento pesado nos horários de pico. Espera-se que a Linha-1A ofereça acesso ao metrô no sudoeste de São Paulo.

A Linha-2A conecta o Terminal do Jardim Ângela e o Terminal Santo Amaro ao longo da Estrada do M'Boi Mirim e da Av. Guarapiranga. Esta é a rota mais congestionada dentre todas as rotas do estudo, com acidentes de trânsito muito graves com o maior número de acidentes fatais nas vias de São Paulo. Existe um sistema BRT na Estrada do M'Boi Mirim conectando os dois terminais. No horário de pico, ônibus articulados nas faixas exclusivas do BRT fazem longas filas e a velocidade do BRT é baixa, aproximadamente 10 km/h. A demanda de transportes deste corredor excede a capacidade máxima do sistema BRT.

A Linha-2B corre através de uma área empresarial e comercial emergente em São Paulo. Para promover o desenvolvimento urbano pela iniciativa privada, a área ao longo da rota foi designada para uma Operação Urbana Conjunta (OUC). Embora a Linha Esmeralda (CPTM) e a Linha Lilás (Metrô, em construção) corram na direção norte-sul, espera-se uma grande demanda por transportes públicos ao longo deste corredor devido às atividades empresariais e comerciais.

A Linha-2C conecta três estações do metrô ao norte e ao sul - Barra Funda (Linha Vermelha), Sumaré (Linha Verde) e uma nova estação da Linha Amarela.

A Linha-2D conecta a região noroeste de São Paulo e a área empresarial e comercial ao longo da Av. Faria Lima ao norte e ao sul. Atualmente, o acesso da região noroeste ao centro da cidade é muito inconveniente por causa do Rio Tietê e do congestionamento pesado ao longo da rota.

1.3.2 Projeção de Demanda

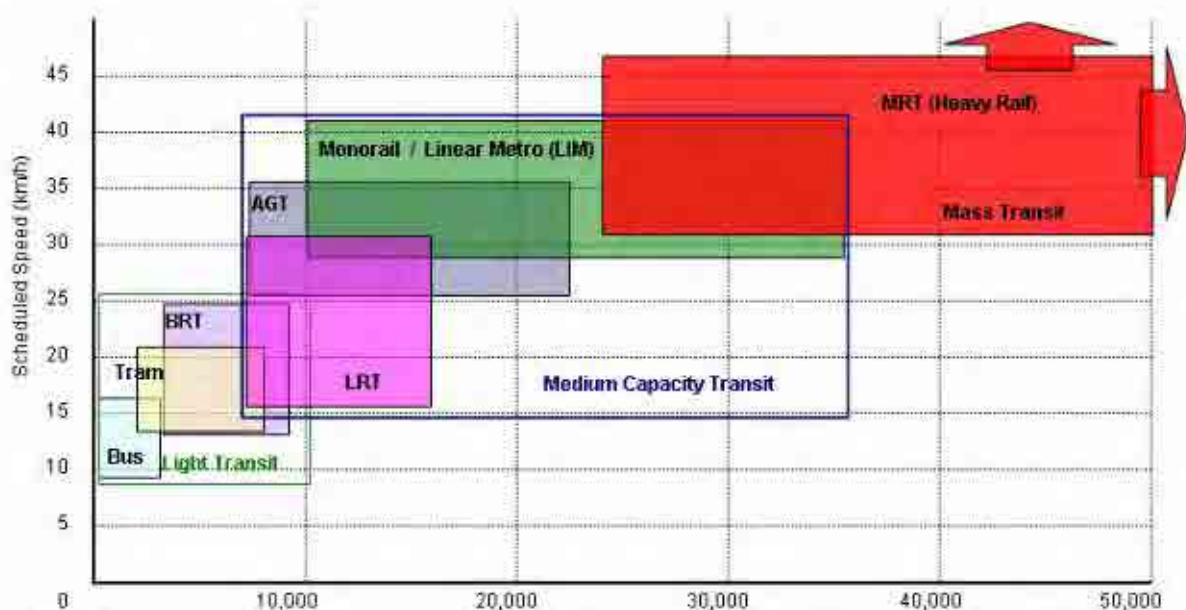
A projeção de demanda foi realizada com base no sistema de 1158 zonas da pesquisa OD 2007. A estrutura socioeconômica futura foi estimada a partir do Plano Integrado de Transportes Urbanos (PITU) de 2025 e da projeção populacional feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Estimou-se que o número de viagens realizadas por transporte público na RMSP seria 1,09 vezes maior em 2015, 1,17 vezes em 2025 e 1,24 vezes em 2045 em comparação com o ano base de 2007. A demanda de trânsito nas rotas do estudo foi estimada para três casos atribuindo-se a OD futura ao sistema de transportes futuro da seguinte maneira:

		Linha-1A + Linha-2A		Linha-1A+2A+2B+2D		Todas as Linhas	
Ano		2015	2045	2015	2045	2015	2045
PHPDT	Linha-1A	13.900	18.800	11.200	15.500	14.600	20.100
	Linha-1B	-	-	-	-	21.400	25.900
	Linha-2A	23.200	28.800	29.500	34.800	27.300	32.100
	Linha-2B	-	-	26.600	29.900	23.400	26.300
	Linha-2C	-	-	-	-	4.600	5.700
	Linha-2D	-	-	13.400	20.000	13.200	19.800
Passageiros por dia		400.000	506.000	745.000	911.000	1.109.000	1.246.000
Passageiros por hora (000)		88	109	270	321	355	403
Passageiros por quilometro (000)		2.615	3.264	7.983	9.512	10.599	12.027

*PHPDT: Tráfego no Horário de Pico no Sentido de Pico

O volume de tráfego na Linha-2A será o maior com 32.100 passageiros por hora por sentido no horário de pico (PHPDT) em 2045, enquanto que a Linha-2C será o menor, com 5.700. Se a Linha-2B não for construída, o volume de tráfego da Linha-2A aumentará para 34.800 PHPDT. O resultado mostra que um sistema de transportes de média capacidade é adequado para as Linha-1A, 1B, 2B, e 2D, enquanto que um monotrilho de tipo maior ou metrô linear será necessário para um sistema de transportes de média capacidade para a Linha-2A. A demanda de tráfego da Linha-2C é pequena para um sistema de transportes de média capacidade. A figura abaixo mostra o sistema aplicável com base na demanda de tráfego.

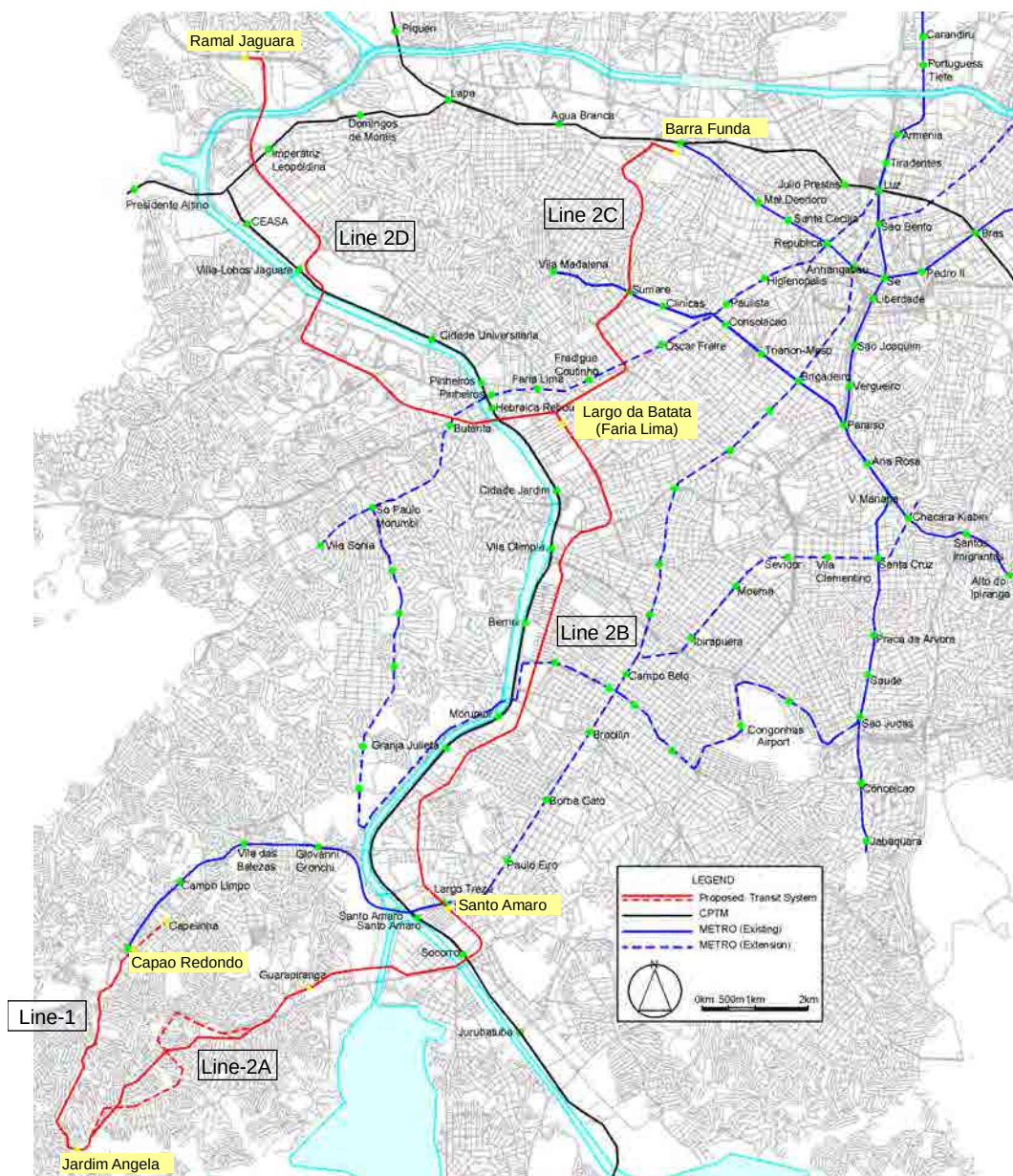


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-3 Gráfico de Seleção do Sistema

1.3.3 Plano de transportes

(1) Plano de Rotas



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-4 Plano de Rotas

1) Linha-1

A Linha-1 é um trecho de 4,2 km entre o Jardim Ângela e o Capão Redondo. A estrutura das pistas da Linha-1 será construída no espaço acima das vias de 4 faixas, Av. Simão Caetano Nunes, R. Abílio Cesar e Av. Ellis Maas, que não têm canteiro central e sobre o rio que corre em paralelo à Av. Comendador Santana.

2) Linha-2A

A Linha-2A é uma rota com aproximadamente 10 km que conecta o Jardim Ângela e Santo Amaro ao longo da Estrada do M'Boi Mirim. Perto do Guarapiranga, o alinhamento está instalado acima do rio que corre ao norte do terminal de ônibus do Guarapiranga. A Linha-2A tem 2 alternativas. Uma é chamada de "Rota Original" e é

introduzida na M'boi Mirim como mencionado acima. A outra alternativa é chamada de "Rota de Desenvolvimento da Área" e é baseada no conceito de desenvolvimento urbano. Esta alternativa tem extensão de 11km, passando por áreas de renovação urbana que estão a 500 m da Estrada do M'Boi Mirim.

3) Linha-2B

A Linha-2B é uma rota de 11 km que abriga o novo eixo de tráfego na direção norte-sul conectando o Largo da Batata e Santo Amaro. Em um trecho de aproximadamente 2 km entre Santo Amaro e Av. Dr. Chucri Zaidan, está planejada a construção de uma nova via larga no plano diretor do município de São Paulo, sendo que o sistema de transportes proposto será instalado sobre esta via.

4) Linha-2C

A Linha-2C é uma rota de 7,2 km entre o Largo da Batata e a Barra Funda. Uma parte da Av. Sumaré, onde a rota proposta é instalada, pertence a uma área especial de preservação cultural cujo desenvolvimento é restrito, sendo que as árvores do canteiro central também são objeto de preservação.

5) Linha-2D

A Linha-2D é uma rota de 11,6 km entre o Largo da Batata e o Ramal Jaguaré, que requer a construção de três pontes sobre os rios Pinheiros e Tietê.

(2) Seleção do sistema

1) Sistemas candidatos

Os candidatos para o sistema de transportes de média capacidade para São Paulo são o Transporte Leve sobre Trilhos (LRT), o Metrô Linear (LIM), o monotrilho do tipo Straddle, monotrilho do tipo Suspenso e o Transporte automático guiado (AGT).

LRT (Transporte Leve sobre Trilhos)

O LRT é um tipo moderno de transporte sobre trilhos com capacidade e velocidade menores que do metrô, mas com capacidade e velocidades maiores que do bonde tradicional.

Trem LIM (Motor de indução linear)

O Trem LIM é um tipo pequeno de sistema ferroviário que utiliza a força magnética como energia de tração. A capacidade é um pouco menor que a do metrô, mas o sistema permite declividades mais acentuadas e curvas menores.

Monotrilho do tipo Straddle

O monotrilho do tipo Straddle corre sobre um suporte utilizando pneus de borracha ao invés de rodas de ferro. A capacidade é tão pequena quanto a do LRT no caso do monotrilho do tipo pequeno, mas a capacidade do monotrilho do tipo grande é tão grande quanto a do LIM.

Monotrilho do tipo Suspenso

O monotrilho do tipo Suspenso é suspenso por uma estrutura linear e corre utilizando pneus de borracha. A capacidade é um pouco menor que o do monotrilho do tipo Straddle de tamanho pequeno.

AGT (Transporte Automático Guiado)

O AGT é um sistema de transportes sem condutor que corre com pneus de borracha automaticamente guiados por uma guia. A capacidade é similar a do LRT.

Tabela 1-2 Desempenho Operacional e Capacidade

	LRT	Trem LIM	Monotrilho do tipo Straddle	Monotrilho do tipo Suspenso	AGT
Tamanho					
Dimensões (C x L x A) (m)	53,4 x 2,45 x 3,65 (9 vagões/trem)	16,0 x 2,50 x 3,15 (Vagão)	15,0 x 2,98 x 5,2 (Vagão)	15,0 x 2,65 x 4,8 (Vagão)	9,0 x 2,47 x 3,34 (Vagão)
Comprimento do trem (m)	53,4m / 9 vagões	96m / 6 vagões	90m / 6 vagões	90m / 6 vagões	54m / 6 vagões
Carga do Eixo	10 t (100KN) 10 eixos por trem c/ 9 vagões	11 toneladas (110KN) 4 eixos por vagão	11 toneladas (110KN) 4 eixos por vagão	8,5 toneladas (85KN) 4 eixos por vagão	9 toneladas (90KN) 2 eixos por vagão
Desempenho Operacional na Linha Principal					
Curva mínima	R=20m	R=100m	R=60m	R=50m	R=50m
Declividade máxima	i = 40‰	i = 60‰	i = 60‰	i = 60‰	i = 60‰
Capacidade de transporte					
Passageiros por trem	430	980	1.000	710	470
PHPDT com intervalo entre trens de 180 segundos	8.600 PHPDT	19.600 PHPDT	20.000 PHPDT	14.200 PHPDT	9.400 PHPDT
Com intervalo entre trens de 120 segundos	12.900 PHPDT	29.400 PHPDT	30.000 PHPDT	21.300 PHPDT	14.100 PHPDT

Nota: Quanto à capacidade de transporte, a capacidade de passageiros em pé em condição de lotação total é considerada como sendo 6 passageiros em pé por m².

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

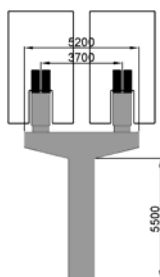
2) Fator de avaliação para a seleção do sistema

Cada candidato é avaliado tendo em vista as condições da rota em termos de capacidade, declividade, alinhamento e impacto sobre as árvores no trecho. É preciso considerar a integração de cada linha de modo que a operação contínua seja possível. Como resultado, o monotrilho do tipo Straddle foi selecionado como sendo o sistema de transporte de média capacidade adequado para São Paulo.

Tabela 1-3 Sistemas Propostos por Linha

Linha	Extensão	Sistema Proposto	Rede	Sistema Proposto considerando a rede
1	4,15 km	- Monotrilho do tipo Straddle - Monotrilho do tipo Suspenso	Futura expansão até a Vila Sônia	Monotrilho do tipo Straddle ou Monotrilho do tipo Suspenso
2A	11,38 km	- Ferrovia de motor linear - Monotrilho do tipo Straddle	Linha Integrada	Monotrilho do tipo Straddle
2B	11,29 km	- Monotrilho do tipo Straddle - Ferrovia de motor linear		
2C	7,23 km	- Monotrilho do tipo Straddle - Monotrilho do tipo Suspenso	Operação contínua com 2B	
2D	11,40 km	- Monotrilho do tipo Straddle - Monotrilho do tipo Suspenso	Operação contínua com 2B	

Fonte: Equipe de Estudo da JICA



Características

O veículo tem sua base bipartida no meio da qual se encaixa uma viga construída no espaço acima da via e corre com o uso de pneus de borracha.

Estrutura

A estrutura dos trilhos é uma viga delgada em forma de I e/ou Caixa.

Apenas as vigas delgadas são instaladas nos pilares como estrutura de concreto. A laje elevada não é necessária exceto em pontes de transição e nas estações.

Figura 1-5 Aparência e exemplo de estrutura de trilhos do monotrilho do tipo Straddle

(3) Plano de transportes

1) Política Operacional

A política operacional do sistema monotrilho do tipo Straddle é tornar os serviços de transporte de média capacidade mais atrativos e econômicos para os usuários, tendo como principais características as seguintes:

- a) Seleção da frequência ótima de trens para oferecer uma capacidade por trecho compatível com a demanda nas horas de pico na maioria dos trechos;
- b) Operação frequente como a do METRO é realizada especialmente na Linha-2A e na Linha-2B onde estão previstas altas demandas;
- c) A frequência máxima de trens no período de pico é projetada para ser de 6 minutos. Se a frequência estimada de trens no período de pico exceder 6 minutos, ela deve ser diminuída para 6 minutos; e
- d) Frequência mínima de trens durante o período fora do pico (10 minutos de intervalo entre trens) para manter o serviço atraente também durante os períodos fora do horário de pico.

2) Layout dos Trilhos

A Figura 1-6 mostra o layout dos trilhos para toda a rota.

3) Premissas

a) Escalonamento em fases

O ano meta para a operação de todas as rotas do Projeto é 2018. Entretanto, é desejável que os trechos concluídos sejam colocados em operação, um a um, assim que estejam prontos. Portanto, a possível combinação de rotas para uma operação integrada foi analisada considerando a demanda de transportes, sendo estabelecido o seguinte escalonamento em fases.

Tabela 1-4 Escalonamento em fases

Fase	Trecho	Ano de inauguração
1	Linha-1 + Linha-2A	2014
2	Linha-1 + Linha-2A + Linha-2B + Linha-2D	2016
3	Linha-1 + Linha-2A + Linha-2B + Linha-2D + Linha-2C	2018

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

b) Serviço

Velocidade programada:	30km/h
Tempo de permanência na estação:	20 segundos
Intervalo mínimo entre trens	120 segundos
Horário de funcionamento:	19 horas das 5:00 às 24:00
Capacidade do trem:	1.000 passageiros / trem com 6 vagões 1.300 passageiros / trem com 8 vagões (6 passageiros em pé/m^2)

4) Padrão da Operação

a) Características da operação

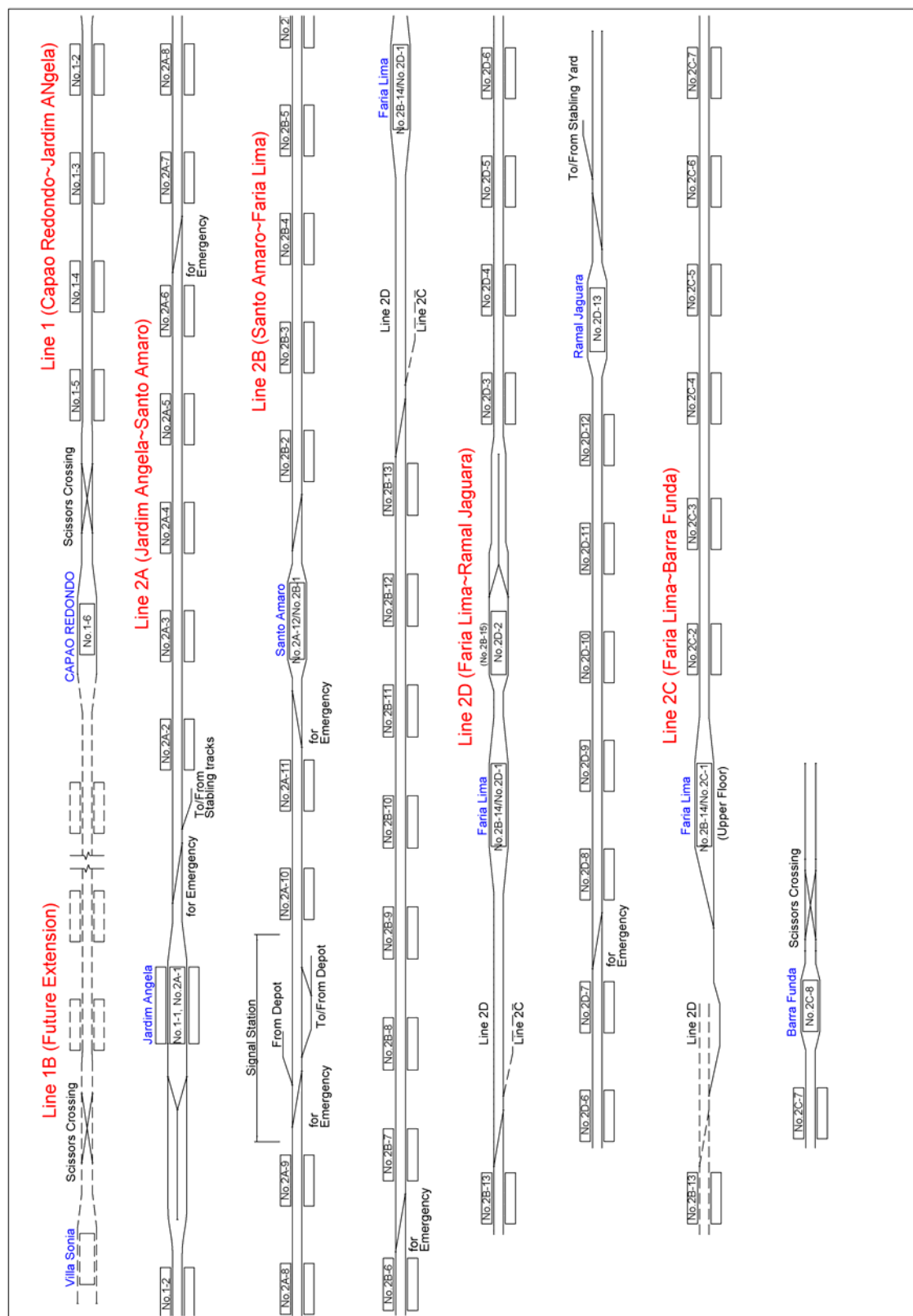
Na fase 3, a Linha-2C será estendida. Entretanto, como a Linha-2B realiza uma operação frequente, a operação da Linha-2C está separada da operação da Linha-2B para evitar transtornos para esta última linha. Portanto, não está planejada uma operação direta de trens entre a Linha-2B e a Linha-2C.

b) Intervalo entre trens no horário de pico no trecho de pico

Fase 1:	2 minutos 30 segundos (Linha-1),
Fase 2:	2 minutos 15 segundos (Linha-2A,-2B),
Fase 3 (em 2024):	2 minutos 45 segundos (Linha-2A,-2B),
Fase 3 (depois de 2025):	2 minutos 30 segundos (Linha-2A,-2B),

c) Configuração do trem

Fase 1:	A operação do monotrilha será iniciada utilizando-se trens com 6 vagões.
Fase 2:	Em acréscimo à fase 1, serão instalados trens com 8 vagões.
Fase 3:	Nas Linhas-1, 2A, 2B, e 2D, os trens serão unificados contendo 8 vagões cada. O trem com 6 vagões permanecerá apenas para a Linha-2C.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-6 Layout dos Trilhos

1.3.4 Escopo do Projeto

(1) Critérios de projeto e política para as obras civis

A seguinte política de projeto foi definida e aplicada no projeto das obras civis, com base em reconhecimento de campo e em discussões com a SPTrans.

<Alinhamento das rotas>

- a) Conectar com o ponto inicial, ponto final e estações de transferência necessárias de acordo com a projeção da demanda e com o planejamento dos transportes.
- b) Evitar a retirada de cemitérios, universidades, escolas, igrejas importantes, o que teria um impacto negativo no ambiente social.
- c) Projetar alinhamento flexível, utilizando declives acentuados e raios pequenos (vantagem do Monotrilho) se necessário para se adequar às condições da topografia de São Paulo.
- d) Levar em consideração planos de desenvolvimento existentes.
- e) Minimizar a realocação / remoção de infraestrutura como tubulação enterrada, linhas de alta tensão, estruturas de cruzamento em greides diferentes, estruturas elevadas.
- f) Avaliar cuidadosamente a possibilidade de reassentar moradores de imóveis, particularmente os de ocupações ilegais, porque a prefeitura de São Paulo está implementando a reestruturação do uso do solo em paralelo a outros projetos de desenvolvimento como o de transportes.
- g) Considerar aspectos de paisagismo.
- h) Avaliar a possibilidade de repercussão durante as obras de construção.

<Estruturas Civis>

- a) Em geral, o projeto deve ser feito de acordo com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).
- b) Providenciar estações com acesso fácil a todos os usuários.
- c) Apresentar uma aparência atraente para os usuários e para a sociedade.

As normas aplicáveis foram definidas utilizando principalmente a Legislação Brasileira, como a ABNT, e complementadas por normas japonesas.

Através de exaustivo reconhecimento de campo, foram identificados os controles de projeto de cada rota. Além de infraestrutura importante, tais como vias principais, escolas, hospitais, outros modos de transporte, subestações, linhas de alta tensão, cemitérios e áreas residenciais densas, os planos de construção de novas vias foram levados em consideração em alguns trechos.

(2) Alinhamento das rotas

Com base em análise comparativa, o alinhamento final do projeto foi definido como mostrado na Figura 1-7, juntamente com suas principais características.

Uma avaliação mais aprofundada será necessária na próxima fase do projeto para determinar a viabilidade da aquisição de terrenos e as avaliações ambientais. Serão introduzidos ajustes de acordo com os estudos mais detalhados. Alguns trechos como a Linha-1, Linha-2A são rotas de área de desenvolvimento e a Linha-2B, parte sul, tem projetos de novas vias ao longo do alinhamento do monotrilho. A coordenação com o órgão estadual ou municipal responsável deve ser feita para adequar as infraestruturas das vias e do sistema monotrilho.

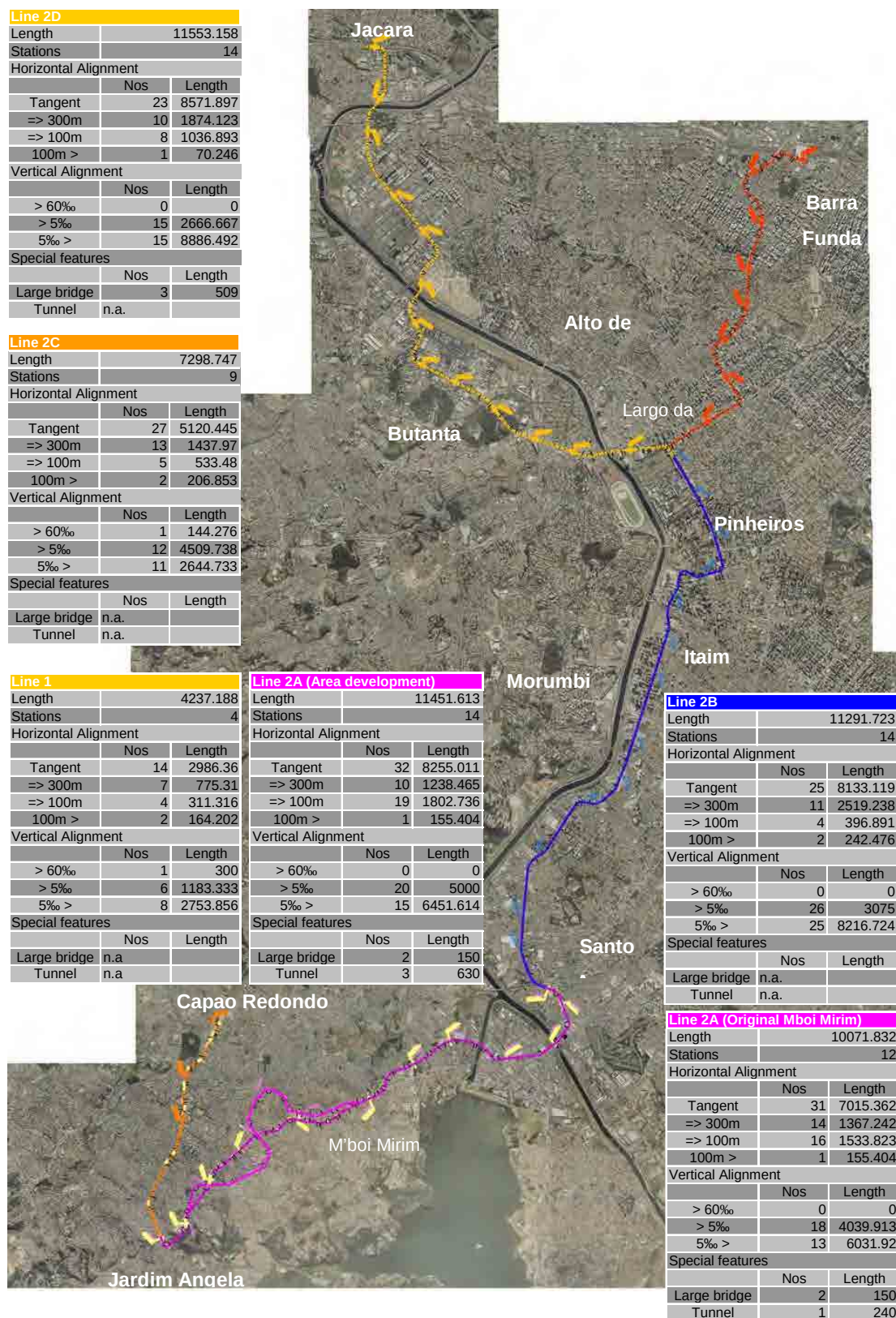


Figura 1-7 Alinhamentos das Rotas do Projeto

(3) Estações

O tamanho das estações do sistema monotrilho é determinado pelo comprimento dos trens e pelo volume de passageiros, sendo as estações organizadas levando-se em consideração a conveniência dos passageiros. Para a conveniência de todos os passageiros, deve ser utilizado um projeto Livre de Barreiras e Universal. O comprimento mínimo de uma plataforma inclui o comprimento do trem e 10 metros de margem.

São propostos dois tipos de plataforma para a plataforma típica da estação. Uma é do tipo Ilha e a outra é do tipo Separado, como mostrado na figura abaixo. Neste projeto, a plataforma do tipo Separado é basicamente utilizada para estações intermediárias, enquanto que a do tipo Ilha é utilizada para estações terminais.



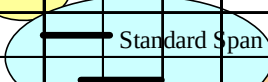
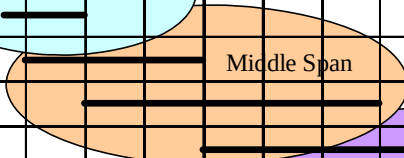
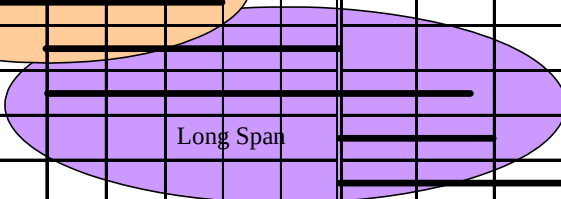
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(4) Estruturas-Guia

1) Seleção do tipo de Viga principal para a superestrutura

As vigas do monotrilho são classificadas nos seguintes quatro tipos. A estrutura de viga apropriada para cada tipo de vão será selecionada de acordo com a seguinte figura.

- 1) Vão Pequeno (Comprimento: - 10 m): Viga em concreto armado
- 2) Vão Padrão (Comprimento: 22-30 m): viga em concreto protendido
- 3) Vão de Tamanho Médio (Comprimento: 30-80 m): Estrutura em Aço
- 4) Vão Longo (Comprimento: 80 m-): Estrutura em Arco de Aço, etc.

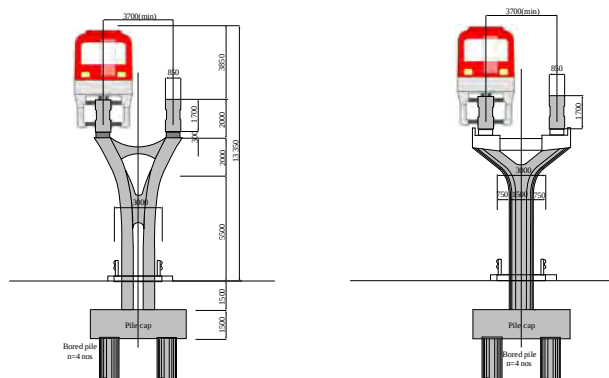
Type of Girder	Span (m)														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250		
RC Girder	 Short Span														
PC Girder ($R < 700m$)	 Standard Span														
PC Girder ($R \geq 700m$)															
Steel Girder (Single Span)	 Middle Span														
Steel Girder (Continuous)															
Steel Box Girder Bridge	 Long Span														
Steel Arch Bridge															
Extradoses Bridge															
Cable Stayed Bridge															

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-8 Seleção da superestrutura

2) Subestruturas

Os requisitos estruturais dos pilares do monotrilho determinam um diâmetro de aproximadamente 1,5 m no caso de pilares circulares, que são facilmente acomodados no canteiro central da via. As seções transversais típicas do pilar do monotrilho são mostradas na figura abaixo.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-9 Seção Transversal Típica dos Pilares do Monotrilho

(5) Túneis

A Linha-2A (Rota da Área de Desenvolvimento) possui quatro locais onde é proposta a construção de túneis como mostrado na Figura 1-10, enquanto que a rota original possui apenas um. Foi realizado um estudo comparativo para aprofundar a análise do impacto dos túneis, com estimativa de custo e avaliação econômico e financeira.

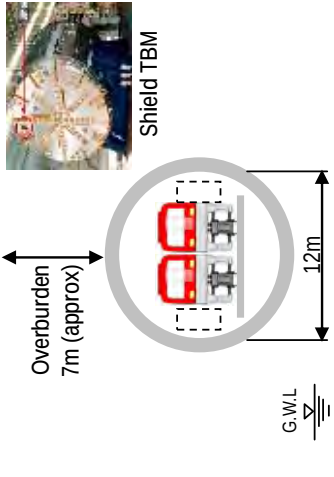
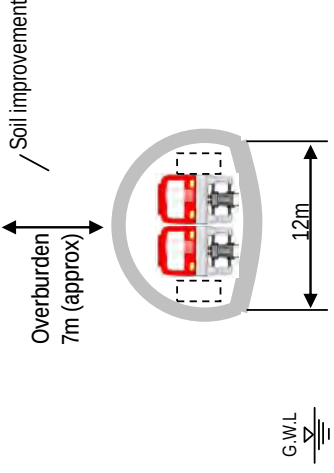
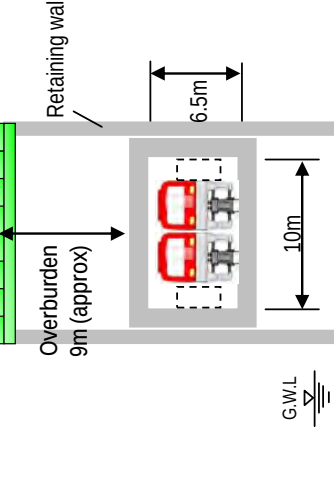


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-10 Localização dos túneis

Os métodos de construção de túnel são comparados considerando as condições do local, obstáculos, condições do solo, influência da obra na área do entorno, período de construção e viabilidade econômica dos métodos a serem empregados. O método de trincheiras foi selecionado como o método mais adequado de construção de túneis para todos os três túneis, No.1 - No.3, como mostrado na Tabela 1-5.

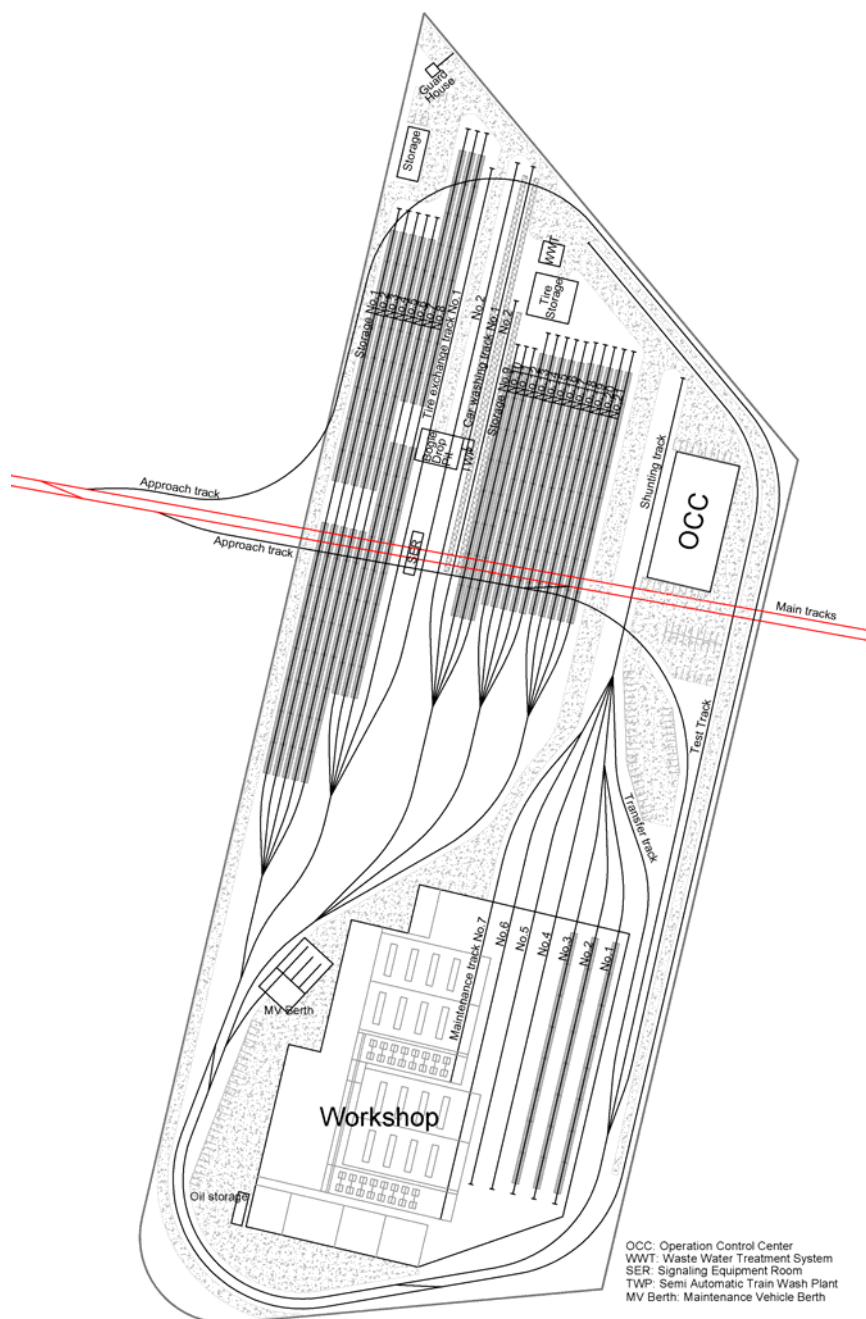
Tabela 1-5 Tabela comparativa dos métodos de construção de túneis

	Shield method	Mountain tunneling method	Cut and cover method
Section (Approx)			
Safety	Ground settlement of M'Boi Mirim will be large because overburden is less than 1D. (1D: diameter of tunnel)	Ground settlement of M'Boi Mirim will be very large because overburden is less than 1D. Soil improvement as countermeasure will be necessary.	Ground settlement of M'Boi Mirim will be comparatively small. Observation method will be necessary.
Difficulty	Countermeasure to the existing retaining wall etc will be difficult.	Countermeasure to the existing retaining wall etc will be difficult.	Countermeasure to the existing retaining wall etc will not be difficult.
Experience	Construction of urban large tunnel in little overburden like this is few.	Construction of urban large tunnel in little overburden like this is very few.	There are many similar constructions.
Precondition	Land acquisition and removal of obstacle houses for construction are necessary. The area per location will be approximately 14000-16000m ² .	Land acquisition and removal of obstacle houses for construction are necessary. The area per location will be approximately 14000-16000m ² .	Land acquisition and removal of obstacle houses for construction are necessary. The area per location will be approximately 14000-16000m ² .
Construction Cost	170%	150%	100%
Construction Period	140%	100%	100%
Evaluation	Unsuitable to this site	Unsuitable to this site	Comparatively suitable to this site

(6) Pátio de Manobras

1) Pátio de Manobras Principal

O pátio de manobras principal será construído em terreno vago ao longo do Rio Guarapiranga no Jardim São Luís. Esta área está localizada ao longo da Linha-2A, entre as estações 2A-9 e 2A-10. A área tem 11ha, com comprimento de aproximadamente 600 m e largura de 200 m.



Instalações do Pátio de Manobras Principal;

Trilhos

- 1) Trilhos de aproximação (2 trilhos)
- 2) Trilhos de armazenagem (21 trilhos)
- 3) Trilhos para troca de pneus (2 trilhos)
- 4) Trilhos para lavagem dos vagões (2 trilhos)
- 5) Trilhos de transferência e trilhos de manobra
- 6) Trilho de teste (1 trilho)

Oficina

- 1) Trilhos para manutenção leve (4 trilhos)
- 2) Trilho para colocador móvel de pó (1 trilho)
- 3) Trilho para manutenção pesada (2 trilhos)
- 4) Área de manutenção

OCC

- 1) Centro de Operação e Controle
- 2) Escritório administrativo
- 3) Escritório do departamento de operação
- 4) Escritório do departamento de manutenção dos vagões
- 5) Escritório do departamento de manutenção dos trilhos
- 6) Escritório do departamento de manutenção das instalações elétricas
- 7) Escritório do departamento de manutenção da Sinalização e da Comunicação
- 8) Sala dos guardas
- 9) Sala de reunião
- 10) Sala para visitantes
- 11) Refeitório

Outras Instalações

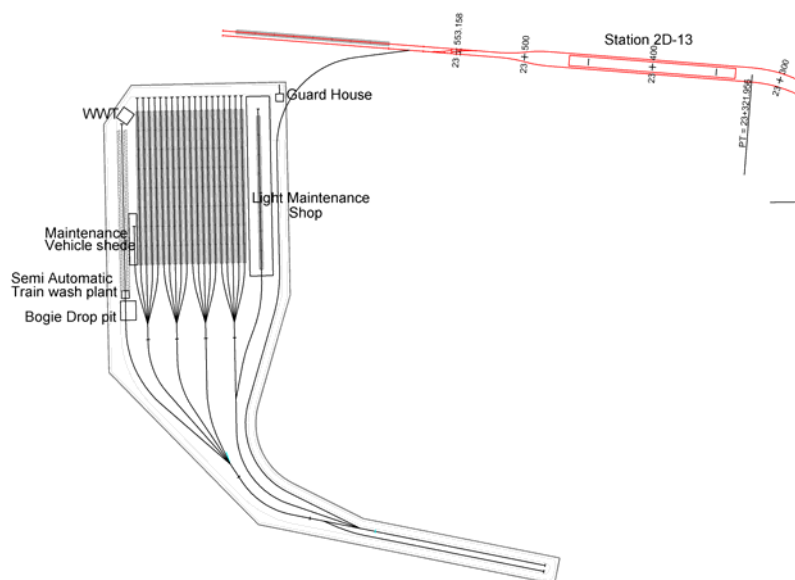
- 1) Leito dos veículos de manutenção
- 2) Depósito
- 3) etc.

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-11 Layout do Pátio de Manobras Principal

2) Pátio para abrigo de trens no Ramal Jaguaré e Jardim Ângela

Quando começar a operação da fase 2 e o número de trens aumentar, serão construídos pátios para abrigo dos trens no Jardim Ângela e no Ramal Jaguaré.



Instalações do Pátio de Abrigo de Trens do Ramal Jaguaré;

Trilhos

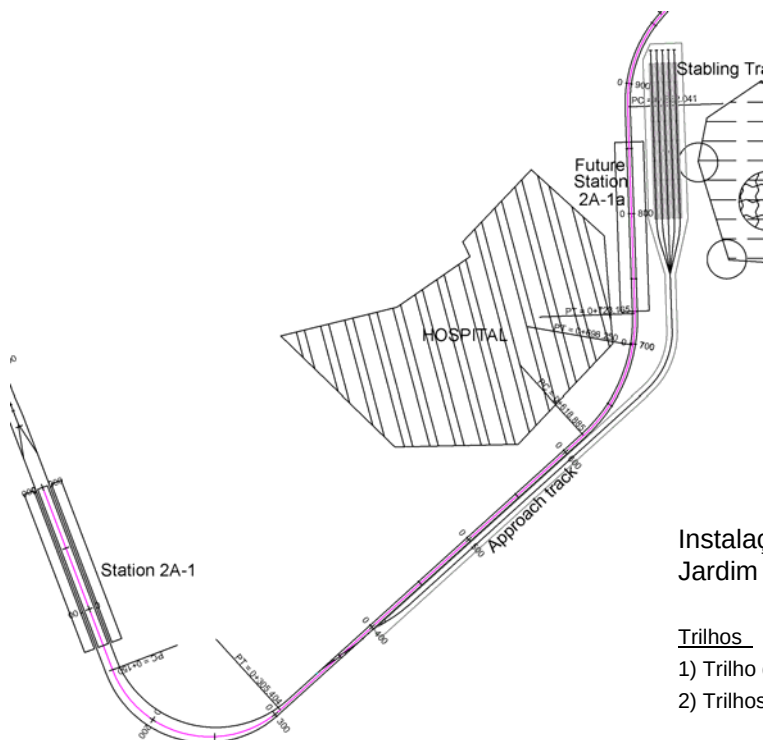
- 1) Trilho de aproximação (1 trilho)
- 2) Trilhos de armazenagem (19 trilhos)
- 3) Trilhos de manobra (1 trilho)
- 4) Trilho para lavagem dos vagões (1 trilho)

Instalação

- 1) Oficina de manutenção leve (1 trilho)
- 2) Instalação para substituição
- 3) Cobertura para os veículos de manutenção
- 4) etc.

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-12 Pátio de Abrigo de Trens do Ramal Jaguaré



Instalações no Pátio de Abrigo de Trens do Jardim Ângela;

Trilhos

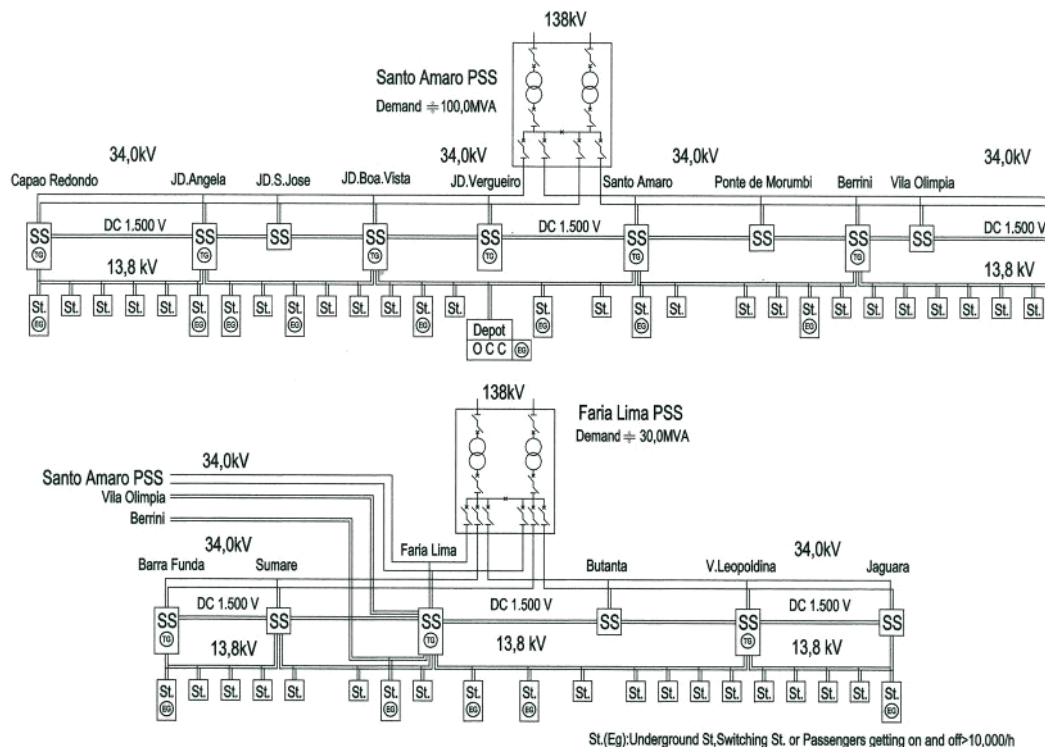
- 1) Trilho de aproximação (1 trilho)
- 2) Trilhos de aproximação (5 trilhos)

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-13 Pátio de Abrigo de Trens no Jardim Ângela

(7) Sistema de Alimentação de Energia Elétrica

O sistema de suprimento de energia consiste de subestações de CA primárias estáveis para fornecer energia de tração para as subestações. O layout do sistema de suprimento de energia proposto é apresentado na Figura 1-14.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-14 Sistema de Suprimento de Energia Elétrica

A descrição do sistema de suprimento de energia para o monotrilho é a seguinte. A eletricidade é convertida de 60Hz de CA para 1500 V de CC e então transmitida para os vagões do monotrilho. A amplitude da variação do suprimento de energia do monotrilho deve estar de acordo com a norma IEC – a maior voltagem de 1800 V e a menor voltagem de 1000 V.

A subestação primária recebe uma CA de 138kV, sendo que a subestação de tração é alimentada com uma CA de 34kV. E então ela é convertida em CC de 1500V na subestação de tração para suprir os vagões do monotrilho com energia elétrica.

A energia elétrica geral é convertida em CA de 13,8kV em cada subestação de tração e distribuída para a estação, etc. Na região de Santo Amaro, hoje é possível obter-se um suprimento de energia estável de 13,8kV da subestação primária.

Para que haja linhas de transmissão de energia estáveis no Jardim Ângela, recomenda-se fortemente a construção de uma outra subestação primária de CA na região para que o sistema seja abastecido por duas subestações primárias deste a primeira fase.

Se todas as linhas da subestação primária falhar, todos os vagões do monotrilho param. Como medida para prevenir tal situação, são instalados geradores de turbina nas subestações de tração para permitir que os trens operem até a estação mais próxima.

(8) Sinalização e Telecomunicação

1) Sistema de Sinalização

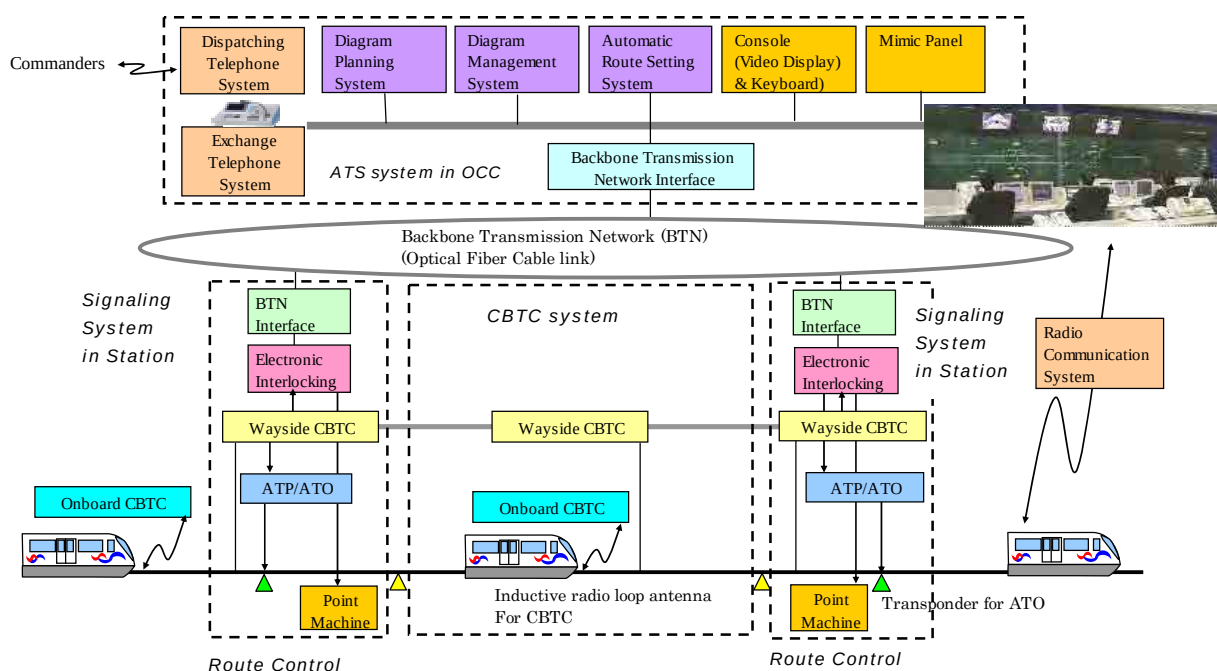
A configuração esquemática do sistema de sinalização para o monotrilho é mostrada na Figura 1-15.

Propõe-se a introdução do sistema de Operação Automática de Trens (ATO) com a participação dos condutores dos trens. Os trens serão operados automaticamente pelo ATO na linha principal, sendo utilizado sinal de cabine com o Sistema de Controle de Trens Baseado na Comunicação (CBTC).

O CBTC é um dos sistemas de sinalização baseado no novo princípio da detecção de localização a bordo e do sistema de bloqueios móveis sem um sistema de bloqueios fixos dependendo do circuito de trilhos convencional.

Com o CBTC é possível reduzir a distância segura entre trens de acordo com sua velocidade, sendo também possível aumentar a densidade do tráfego sem modificar o sistema de sinalização.

O condutor do trem apenas monitora o ATO e se certifica das condições de segurança à frente visualmente. No caso de falha ou emergência, ele opera manualmente depois de mudar do modo ATO para o modo manual. Por outro lado, os trens serão operados manualmente nas linhas de acesso ao pátio da estação e ao pátio de manobras. O sistema de Proteção Automática de Trens (ATP) será utilizado entre a linha principal e a linha de armazenamento do pátio de manobras, enquanto que sinal de margem será utilizado entre a linha de armazenamento e a oficina.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-15 Configuração Esquemática do Sistema de Sinalização

2) Sistema de Telecomunicação

Propõe-se a introdução do sistema de Operação Automática de Trens (ATO) com a participação dos condutores dos trens.

a) Objetivos e serviço de telecomunicação requerido

O objetivo do sistema de telecomunicação é dar suporte a uma operação eficiente e segura dos trens e ao ambiente de negócios. As seguintes funções e sistemas são normalmente necessários.

Tabela 1-6 Funções e sistemas de telecomunicação necessários

Serviço necessário	Função requerida	Sistema requerido
Serviço de telecomunicação visando a segurança	Controle de comunicados Proteção durante emergências	Sistema de comunicação por rádio Circuito Interno de Televisão (CCTV)
Serviço de telecomunicação para os passageiros	Monitoramento de passageiros Divulgação de informações aos passageiros	Sistema de Informações aos Passageiros (PIS) que consiste do Sistema de Comunicação com o Público (PIS) e do Sistema de Exibição de Informações aos Passageiros (PIDS) Sistema de Relógios
Serviço administrativo e comum	Comunicação entre as partes concernentes Serviço de rede comum	Sistema de telefonia Infraestrutura de Rede de Transmissão (BTN)

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tendo em vista o nível de segurança do sistema, recomenda-se o uso do sistema duplo integral para o sistema de comunicados e para o sistema de comunicação tronco.

b) Configuração e protocolo de rede

Propõe-se a introdução do sistema de rede ótimo, para reduzir tráfego desnecessário e minimizar a extensão da influência do problema no momento de uma falha.

c) Tipos de sistemas de telecomunicação

O sistema de telecomunicação consiste de 7 subsistemas:

- Sistema de comunicação de rádio
- Sistema de telefonia
- Circuito Interno de Televisão (CCTV)
- Sistema de Informações aos Passageiros (PIS)
- Sistema de Relógios
- Infraestrutura de Rede de Transmissão (BTN)
- Sistema OA & IT (Acesso irrestrito & Tecnologia da informação) que consiste de rede OA e PC do cliente.

O sistema de comunicação de rádio lida principalmente com o sistema de telecomunicação visando a segurança que consiste do telefone de comunicação, proteção em emergências e transmissão de dados concernentes entre o Centro de Controle Operacional (OCC) e os trens. O sistema de telefonia é dividido em: 1) Sistema de telefonia administrativo & geral e 2) Sistema de telefonia para comunicados O Sistema de Informações aos Passageiros (PIS) consiste de 2 sistemas: 1) Sistema de Comunicação com o Público (PA) e Sistema de Exibição de Informações aos Passageiros (PIDS)

Tendo em vista as características do rádio acima mencionadas, o sistema de comunicação por rádio LCX é proposto para o Projeto.

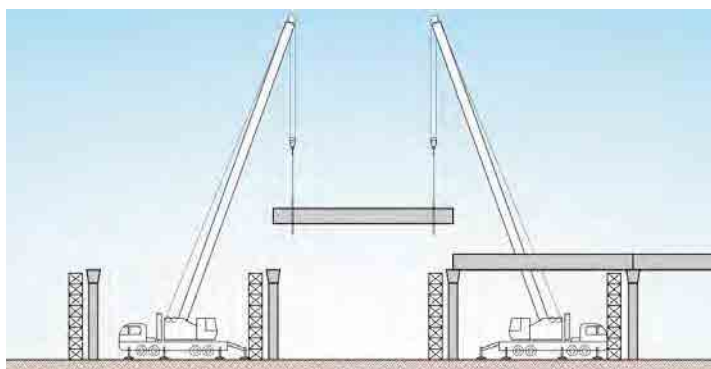
1.3.5 Implementação do Projeto

(1) Método de Construção

O suporte de trilhos do Monotrilho que se pretende utilizar neste projeto é classificado em dois tipos, viga em concreto protendido e viga de aço.

A viga em concreto protendido será fabricada no pátio CP que é uma instalação especializada para a fabricação deste tipo de viga. No pátio CP, será definida com precisão a unidade de molde que é uma forma especializada para fabricar várias formas de viga.

A viga será transferida para o local de instalação durante a noite quando o volume de tráfego viário se torna menor. Em seguida, a viga será erguida através de um guindaste.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-16 Elevação da Viga em Concreto Protendido

No caso da viga de aço, cada parte da viga de aço será fabricada na fábrica, entregue no canteiro e instalada.

Quanto à subestrutura, não há a necessidade de nenhum método construtivo ou estilo de estrutura especial para o Monotrilho, sendo uma estrutura de suporte normal.

- 1) Procedimento para a construção de estacas
 - a) Instalação da forma guia
 - b) Perfuração do buraco
 - c) Remoção da lama
 - d) Instalação da ferragem montada
 - e) Inserção da tubulação de concretagem
 - f) Colocação do concreto
 - g) Aterro
 - h) Retirada da forma guia
- 2) Procedimento para a construção de pilares
 - a) Construção do andaime para a coluna
 - b) Montagem da ferragem para a coluna
 - c) Instalação da forma para a coluna
 - d) Colocação do concreto na forma
 - e) Construção do andaime para a cabeça do pilar
 - f) Instalação da forma para a cabeça do pilar
 - g) Montagem da ferragem para a cabeça do pilar
 - h) Colocação do concreto para a cabeça do pilar

Cabos de comunicação de sinais e cabos elétricos estão organizados nas bandejas fixadas sob a viga dos trilhos, sendo que as linhas de contato estão instaladas em ambos os lados da viga dos trilhos. Para esta obra, de modo a garantir a segurança e a eficiência da construção, recomenda-se a utilização de um veículo de serviço ao invés de um andaime de montagem.

O veículo de serviço, que é movido por motor à bateria ou com combustão interna, e fica montado na viga dos trilhos, pode transportar materiais, equipamentos e trabalhadores para o local onde ocorrem as obras de instalação. O veículo de serviço é projetado para possibilitar obras feitas na parte de cima, na lateral e na parte de baixo da viga dos trilhos, em segurança.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 1-17 Bandeja de cabos e linha de contato

(2) Aquisição de Materiais e Equipamentos

Os materiais de construção e os equipamentos para o sistema Monotrilho são classificados em três categorias de acordo com o plano de aquisições.

- 1) Materiais e Equipamentos adquiridos de fontes domésticas
- 2) Materiais e Equipamentos adquiridos de fontes estrangeiras
- 3) Aquisição de protótipo de fábrica estrangeira e montagem do restante em fábrica doméstica

(3) Custo do projeto e cronograma de Implementação

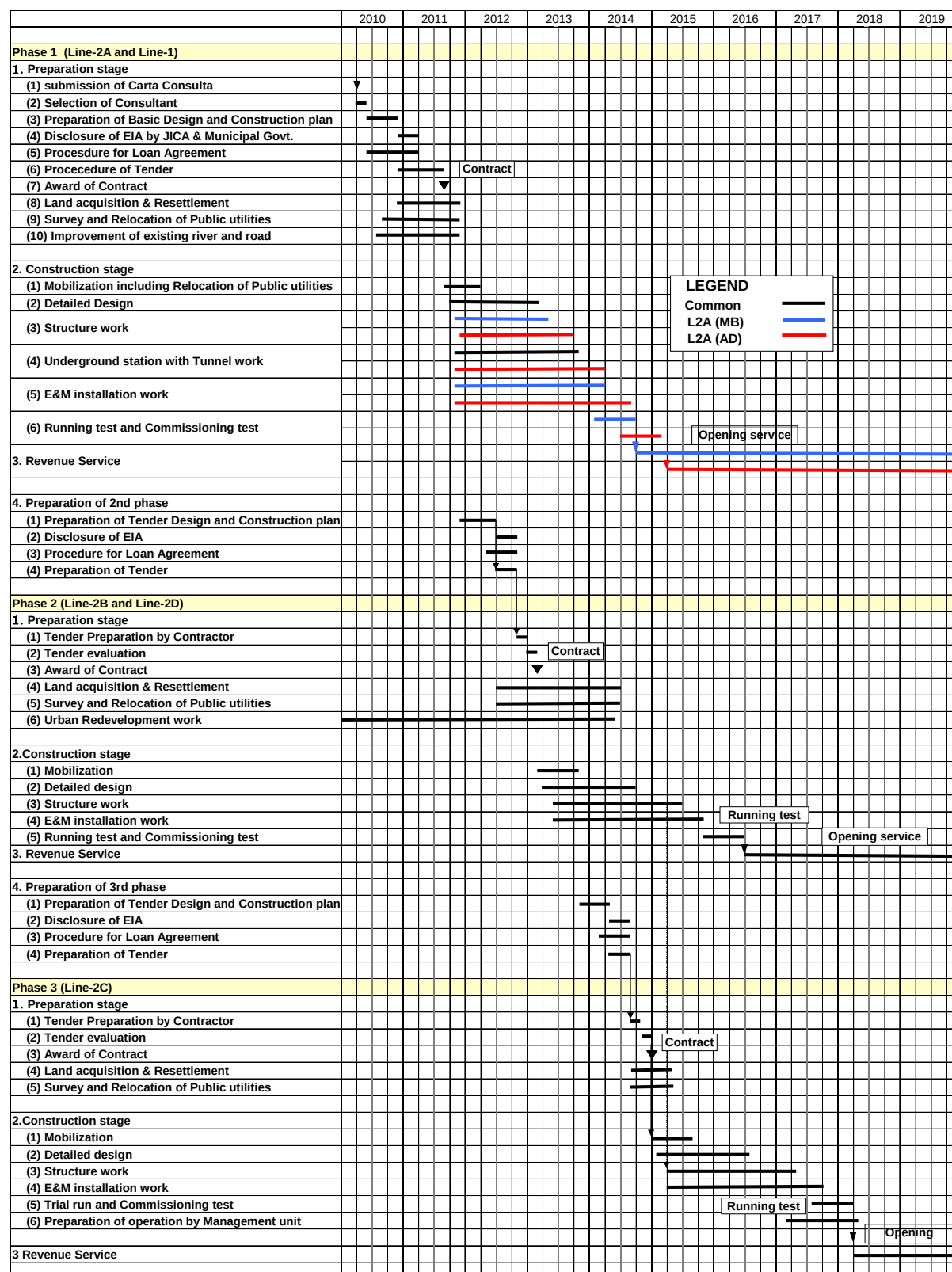
O custo de implementação de todo o projeto é apresentado na Tabela 1-7. A descrição do cronograma de implementação é apresentada na Tabela 1-8. Quanto às duas alternativas da Fase 1, os planos comuns são mostrados com linhas pretas, o plano da Rota Original, com linhas azuis, e o plano da Rota da Área de Desenvolvimento, com linhas vermelhas na tabela.

Tabela 1-7 Custo de Implementação de Todo o Projeto

Item	Phase 1 Original route			Phase 1 Area Development route			Phase 2			Phase 3			Phase 3-2		
	FC million JPY	LC million BRL	Total million JPY	FC million JPY	LC million BRL	Total million JPY	FC million JPY	LC million BRL	Total million JPY	FC million JPY	LC million BRL	Total million JPY	FC million JPY	LC million BRL	Total million JPY
A. ELIGIBLE PORTION															
I Procurement / Construction	22,160	2,330	141,411	22,587	2,588	155,040	20,588	3,484	198,848	3,948	938	51,964	1,003	172	9,784
Mobilization	0	53	2,708	0	62	3,161	0	71	3,622	0	22	1,124			
Relocation of Public Utilities	0	27	1,394	0	33	1,683	0	39	1,989	0	13	655			
Substructure	0	153	7,835	0	168	8,595	0	221	11,310	0	81	4,123			
Superstructure	0	299	15,288	0	322	16,470	0	460	23,559	0	152	7,779			
New Road Construction	0	0	0	0	17	856	0	0	0	0	0	0			
Station Building	0	360	18,444	0	360	18,444	0	614	31,440	0	194	9,916			
Station with Tunnel section	0	96	4,909	0	229	11,733	0	0	0	0	0	0			
Switch	855	47	3,282	855	47	3,282	0	36	1,848	0	8	417			
Depot	1,145	135	8,078	1,145	135	8,078	755	90	5,335	0	0	0			
Rolling stock	5,257	577	34,793	5,257	577	34,793	0	897	45,891	0	130	6,656	0	164	8,408
Power Supply system	8,831	164	17,225	9,054	172	17,845	10,226	208	20,893	2,516	59	5,526	1,003	7	1,376
Signalling and Telecommunication system	4,247	75	8,100	4,364	80	8,451	7,474	131	14,164	928	28	2,366			
Automatic Fare Collection system	0	8	384	0	9	435	0	12	614	0	4	205			
Environmental Mitigation and Compensation	0	0	25	0	1	30	0	7	336	0	3	147			
Base cost	20,335	1,996	122,466	20,675	2,212	133,855	18,455	2,786	161,002	3,444	693	38,913	1,003	172	9,784
Price escalation	770	224	12,212	837	253	13,802	1,153	532	28,377	316	201	10,577			
Physical contingency	1,055	111	6,734	1,076	123	7,383	980	166	9,469	188	45	2,474			
Consulting services	4,188	96	9,094	4,462	105	9,816	4,346	99	9,423	3,456	75	7,305			
Base cost	3,841	82	8,012	4,086	88	8,614	3,892	79	7,910	3,009	55	5,813			
Price escalation	147	10	649	163	11	735	248	16	1,065	282	17	1,144			
Physical contingency	199	5	433	212	5	467	207	5	449	165	4	348			
Total A = (I + II)	26,348	2,426	150,506	27,049	2,693	164,856	24,935	3,583	208,271	7,403	1,014	59,269			
B. NON ELIGIBLE PORTION															
a Land Acquisition	0	96	4,895	0	164	8,415	0	62	3,179	0	2	114			
Base cost	0	87	4,477	0	152	7,758	0	53	2,696	0	2	87			
Price escalation	0	4	185	0	5	256	0	6	331	0	0	21			
Physical contingency	0	5	233	0	8	401	0	3	151	0	0	5			
b Administration cost 3%	0	91	4,662	0	102	5,198	0	124	6,343	0	35	1,781			
VAT	0	506	25,909	0	555	28,398	0	709	36,264	0	191	9,763			
c VAT 18% for Procurement/Construction	0	497	25,454		545	27,907		699	35,793	0	183	9,354			
VAT 5% for Consulting Service	0	9	455		10	491		9	471	0	7	365			
d Import Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Total B = (a+b+c+d)	0	693	35,465	0	821	42,011	0	895	45,786	0	228	11,658	0	0	0
TOTAL (A+B)	26,348	3,119	185,971	27,049	3,514	206,867	24,935	4,478	254,057	7,403	1,241	70,928	1,003	172	9,784

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 1-8 Descrição do Cronograma de Implementação



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

1.3.6 Operação e Manutenção

(1) Método de Operação Comercial

Estão sendo consideradas duas alternativas como métodos potenciais para a operação do monotrilho, uma seria a operação direta pela SPTrans e a outra seria o método de PPP (Parceria Público-Privada) através de concessionária. Ambas já foram aplicadas nos transportes públicos de São Paulo.

O monotrilho é um sistema que ainda não foi introduzido em São Paulo. Quanto à gestão do monotrilho, em comparação com o sistema de concessões que a SPTrans realiza para a gestão dos ônibus, o sistema de gestão direta é mais prático do ponto de vista da responsabilidade e da estabilidade.

(2) Plano e Organização da Operação e da Manutenção

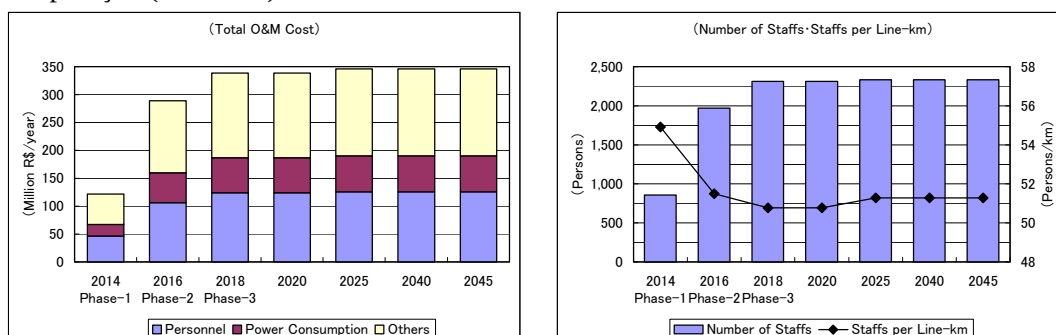
O trabalho de operação e manutenção do monotrilho será basicamente realizado de acordo com o método utilizado pelas empresas de monotrilho japonesas, considerando que esta é a primeira vez que o monotrilho é introduzido em São Paulo. Especialmente, com base na política de manutenção preventiva, o material rodante e as instalações serão inspecionados periodicamente e reparados imediatamente se qualquer problema for encontrado.

A organização do monotrilho também será planejada de acordo com a organização das empresas de monotrilho japonesas de modo a que os serviços sejam realizados com segurança e estabilidade. Entretanto, o pessoal de segurança e o pessoal de venda de bilhetes nas estações, uma característica do transporte público de São Paulo, devem ser considerados em conjunto.

(3) Número de Pessoal e Custo de O&M

O custo total de O&M e o número de pessoal na operação do monotrilho são mostrados nos gráficos da Figura 1-18, para o caso principal da “Fase 1 a Fase 3, Plano da Rota da Área de Desenvolvimento”. Neste caso, no período entre 2014 e 2018, isto é, entre o ano de inauguração da fase 1 e o da fase 3, o comprimento da rota será estendido gradualmente, resultando em um aumento proporcional do custo e do número de pessoal de O&M.

No ano 2014, o comprimento da operação será de 15,6 km, o custo total de O&M (estimado como custo base em 2010, todo o ano, sendo o seguinte calculado do mesmo modo) é de 122 milhões de Reais, sendo que o número de pessoal será 856 pessoas (54,9 por comprimento de operação). No ano 2018, o comprimento da operação será de 45,5 km, o custo total de O&M é de 338 milhões de Reais, sendo que o número de pessoal será 2.310 pessoas (50,8 por comprimento de operação). Eles crescem na proporção da razão de extensão do comprimento da operação (2,9 vezes).



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Nota: 1. O preço de cada ano é expresso em preço do ano base (2010). 2. O valor para 2014 é considerado como sendo um quarto do valor anual.

**Figura 1-18 Custo Total de O&M e Número de Pessoal do Monotrilho de São Paulo
No Caso da Fase1 a Fase3, Rota da Área de Desenvolvimento**

1.3.7 Meio Ambiente

(1) Legislação e Regulamentos Ambientais

Além das normas federais, as normas estaduais e municipais que definem os procedimentos do licenciamento ambiental nos respectivos níveis foram analisadas. O Projeto está localizado principalmente no território do Município de São Paulo; estando previsto que o licenciamento ambiental relativo à Avaliação do Impacto Ambiental (EIA/RIMA) será conduzido pela Prefeitura Municipal, principalmente nos termos da legislação e das normas municipais.

(2) Avaliação do Impacto Ambiental

Para o exame preliminar dos impactos ambientais e sociais, foi conduzido o Exame Ambiental (IEE), além da elaboração do escopo para as linhas propostas, que esclarecem os impactos ambientais e sociais concebíveis causados pelos projetos propostos, sendo apresentadas a Matriz de Escopo e a Lista de Verificação. Foram sugeridas propostas para a reunião de consulta pública para o EIA. Foi preparada uma sugestão de Termos de Referência (ToR) para o EIA, considerando os resultados da elaboração do escopo ambiental. Também foi sugerido um índice para o relatório EIA no ToR.

(3) Exame Preliminar das Medidas de Mitigação dos Principais Impactos Ambientais e Sociais

As medidas de mitigação dos impactos negativos potenciais do Projeto no meio ambiente do entorno foram propostas com base na presente situação do local do projeto e nas medidas aplicadas em projetos similares anteriores. Concluiu-se que os itens “reassentamento involuntário”, “aquisição de terrenos” e “remoção de árvores / vegetação” requerem considerações especiais.

O custo da aquisição de terrenos e dos reassentamentos necessários para a implementação do Projeto foi estimado com referência em casos similares na Cidade de São Paulo. Para a quantificação das necessidades de aquisição de terrenos e de reassentamentos, o número das construções existentes e os terrenos necessários ao longo de cada rota proposta foram identificados com base em análise de fotos aéreas e do mapa de uso do solo. Para a identificação do custo unitário de terrenos e edificações, os preços atualmente praticados foram pesquisados junto a algumas imobiliárias da região. Para a estimativa de custo de habitações para o reassentamento de famílias, principalmente de baixa renda, foi estimado o número de famílias a serem realocadas para cada linha, sendo calculado o custo de preparação do local para o reassentamento com edifícios de apartamento. Prevê-se que sejam necessários aproximadamente R\$ 170 milhões para a aquisição de terrenos e aproximadamente R\$ 63 milhões para a preparação dos locais para o reassentamento.

Os seguintes instrumentos estipulam as definições e os procedimentos a serem considerados para a obtenção das autorizações para a remoção de árvores/vegetação pelo Projeto. A estimativa do número de árvores a serem removidas ao longo das rotas do projeto é realizada com base na análise de fotos aéreas e verificação de campo rápida do tamanho e dos tipos de espécies. O valor monetário do trabalho e dos serviços foi calculado com base nas diretrizes da SVMA. Estimou-se que aproximadamente 3.500 árvores serão afetadas e aproximadamente R\$ 10 milhões serão necessários para a mitigação e compensação da remoção de árvores/vegetação.

(4) Plano de Gestão & Monitoramento Ambiental (EMMP)

O Plano de Gestão & Monitoramento Ambiental (EMMP) foi proposto com referência em diretrizes e normas ambientais e em casos similares anteriores. Foram propostos os principais componentes do EMMP, três módulos compreendendo atividades de licenciamento ambiental, gestão ambiental, controle ambiental e monitoramento ambiental. Estes módulos não são independentes, mas inter-relacionados; portanto, confirmou-se que uma equipe estruturada com conhecimento técnico será empregada para garantir coordenação e implementação eficientes e eficazes.

(5) Plano de Ação de Reassentamento (PAR)

As leis e regulamentos brasileiros relacionados com a desapropriação de terrenos e com o reassentamento não demandam a elaboração de um Plano de Ação de Reassentamento (PAR), em separado do relatório EIA. Confirmou-se que o PAR será desenvolvido dentro do escopo do EIA/RIMA. A Equipe de Estudo da JICA propôs a estrutura do PAR no ToR para o EIA/RIMA. As leis e regulamentos brasileiros não exigem a realização de reuniões de consulta pública separadas para a desapropriação de terrenos e para os reassentamentos; no entanto, a Equipe de Estudo da JICA recomendou a condução de reuniões de consulta pública separadas com as populações afetadas pela desapropriação de terrenos ou pelos reassentamentos involuntários. Foi sugerida proposta para a reunião de consulta pública para o PAR.

1.3.8 Efeitos do Projeto

(1) Redução do Tempo de Viagem e Redução de Veículos

A redução do tempo de viagem é o principal efeito deste projeto. O projeto pode reduzir o tempo de viagem em aproximadamente 30 minutos ao longo das Linha-1A, Linha-2A e Linha-2D como mostrado a seguir.

Viagem Principal	Tempo atual no horário de pico	Depois da construção do monorail	Redução de tempo
Terminal Jardim Ângela – Terminal Santo Amaro	55 minutos	20 minutos	35 minutos
Estação Imperatriz Leopoldina – Intersecção Faria Lima/Rebouças	50 minutos	15 minutos	35 minutos

Os carros particulares também terão seu tempo de viagem reduzido, embora em menor quantidade que o do transporte público. Foi calculada a redução do número de passageiros-hora das situações “sem-caso” para “com-caso”. O projeto reduzirá aproximadamente 320.000 passageiros-hora por dia.

O projeto também reduzirá o número de ônibus. Estimou-se que a redução de veículos-quilometro de ônibus em 2045 será de aproximadamente 170.000. Isto é maior que o aumento de veículos-quilometro de ônibus na situação “sem-caso” de 2015 a 2045.

(2) Benefícios Ambientais

Embora haja alguns impactos ambientais e sociais, a implementação do Projeto propicia benefícios ambientais como a redução do dióxido de carbono (CO₂) e da emissão de poluentes na atmosfera com a redução do número de veículos em circulação.

A redução da emissão de dióxido de carbono (CO₂) foi estimada considerando-se tanto o efeito positivo, redução da emissão de CO₂ com a diminuição do tráfego de veículos, quanto o efeito compensatório, descarga de CO₂ pelo consumo de energia elétrica para a operação do

monotrilho. Em 2015, estimou-se que a redução de CO₂ pelo Projeto seria de aproximadamente 83 t-CO₂/dia.

Para analisar o efeito da redução das emissões de poluentes atmosféricos pelo Projeto, foi estimada a redução do montante de óxidos de nitrogênio (NOx) e de material particulado (PM₁₀). Os montantes estimados da redução da emissão de NOx e PM₁₀ são 760 kg-NOx/dia e 200 kg-PM₁₀/dia, respectivamente.

(3) Indicadores de Operação e de Efeito

O projeto deve ser avaliado depois do início da operação através de indicadores de operação e de efeito. Propõe-se avaliar o desempenho da Fase-1. O volume de transportes é utilizado tanto como indicador de operação quanto de efeito. O intervalo entre trens de 4 minutos para a Linha-1A e de 2 minutos 30 segundos para a Linha-2A são indicadores de operação simples. Para indicadores de efeito, propõe-se utilizar o tempo de viagem e a velocidade do ônibus na Estrada do M'Boi Mirim por representarem o impacto do projeto.

1.3.9 Análise Econômica e Financeira

Foram realizadas avaliações econômicas e financeiras para os seguintes casos do projeto:

- A rota da Fase-1 definida pelo alinhamento originalmente proposto para a Linha-2A;
- A rota da Fase-1 subsequentemente identificada como a alternativa de “desenvolvimento”, envolvendo um desvio do alinhamento original; e
- A rota inteira incorporando trechos de todas as três fases do projeto.

Os casos da Fase-1 foram avaliados como casos alternativos que poderiam ser desenvolvidos sem a adição da Fase-2 e Fase-3.

A avaliação econômica mostra que todos os três casos de projeto têm potencial para gerar retorno econômico, com TIRE variando de 17% a 19%, todas maiores que a taxa mínima assumida de 12%. Quando sujeitas à análise de sensibilidade, a TIREs mostraram ser robustas, caindo um pouco abaixo da taxa mínima apenas no caso onde os custos de capital foram aumentados e os benefícios econômicos foram reduzidos em 20 por cento. As economias de tempo, tanto para os usuários das vias existentes quanto para os passageiros que foram para o monotrilho vindos de outros modos de transporte, representam de longe a maior participação (mais de 80 por cento) dos benefícios econômicos do projeto.

Como é usual em projetos de transporte público urbano deste tipo, o potencial de retorno financeiro do projeto é baixo, certamente bem abaixo do que o custo de capital de longo prazo assumido (12%). A Taxa Interna de Retorno Financeiro calculada para o caso da rota inteira é menor que a do caso da Fase-1 apenas. Os resultados se mostraram mais sensíveis a uma queda brusca de arrecadação, do que a um aumento brusco dos custos. Isto sugere que, em São Paulo, as tarifas de ônibus, nas quais a receita do monotrilho se baseia, estão em um nível comparativamente alto em relação aos custos.

A análise das fontes financeiras mostra que é necessário preparar aproximadamente 60% do custo total do projeto com recursos próprios no caso da rota inteira, sendo este valor de 40% no caso da Fase-1, apenas.

CHAPTER 2 SITUAÇÃO ATUAL DAS ROTAS

2.1 SITUAÇÃO SOCIOECONÔMICA

O Município de São Paulo é a maior cidade do Brasil com uma população de 11 milhões de habitantes, sendo o centro da atividade econômica com uma indústria manufatureira e um setor terciário desenvolvidos, este último tanto no setor comercial como financeiro. O produto interno bruto (PIB) do Brasil foi de aproximadamente R\$ 2,9 trilhões em 2008 e o PIB do Município de São Paulo representa aproximadamente 11.9% do PIB nacional (2006)¹. A Tabela 2-1 apresenta a população de São Paulo.

Tabela 2-1 População

Unidade: 000

	1980	1991	2000	2006
Brasil	119.003	146.825	169.799	186.770
Estado de São Paulo	25.041	31.589	37.032	41.056
Região Metropolitana de São Paulo	12.589	15.445	17.879	19.678
Município de São Paulo	8.493	9.646	10.434	10.995

Fonte: www.emplasa.sp.gov.br, sempla.prefeitura.sp.gov.br/infocidade/

A população da Região Metropolitana cresce a cada ano, assim como a população do município de São Paulo. Entretanto, a população da área central da cidade está decrescendo, enquanto que a população da periferia está crescendo, como mostrado na Figura 2-1. As taxas de crescimento no entorno da Linha-1 e Linha-2A são positivas, enquanto que as das outras linhas são negativas.

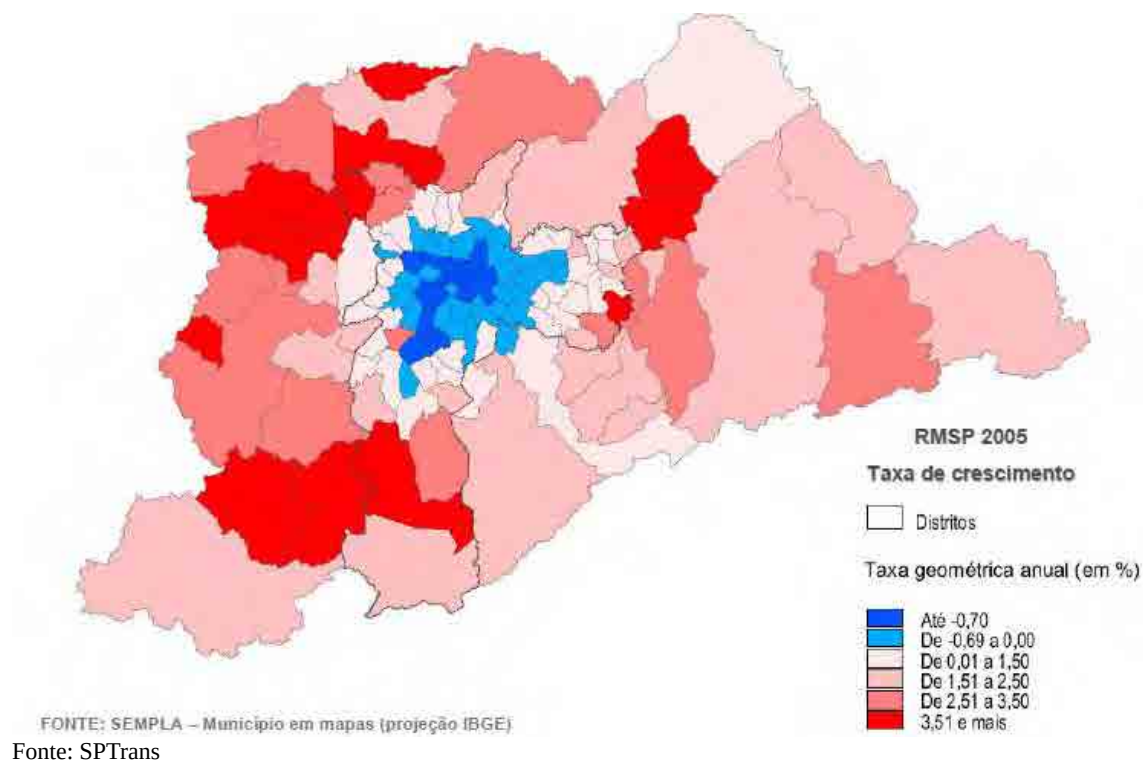


Figura 2-1 Taxa de Crescimento Populacional na RMSP

¹ www.ibge.gov.br

A Linha-1, Linha-2A e Linha-3B atravessam comunidades de baixa renda, enquanto que as outras rotas atravessam áreas residenciais de classe média e alta. A Figura 2-2 mostra a localização das “Favelas”, assentamentos ilegais onde o nível de renda dos moradores é muito baixo e a infraestrutura é muito precária. Existem muitas favelas no entorno da Linha-1 e da Linha-2A. A Linha-3B atravessa Paraisópolis, a maior favela de São Paulo em termos de área.

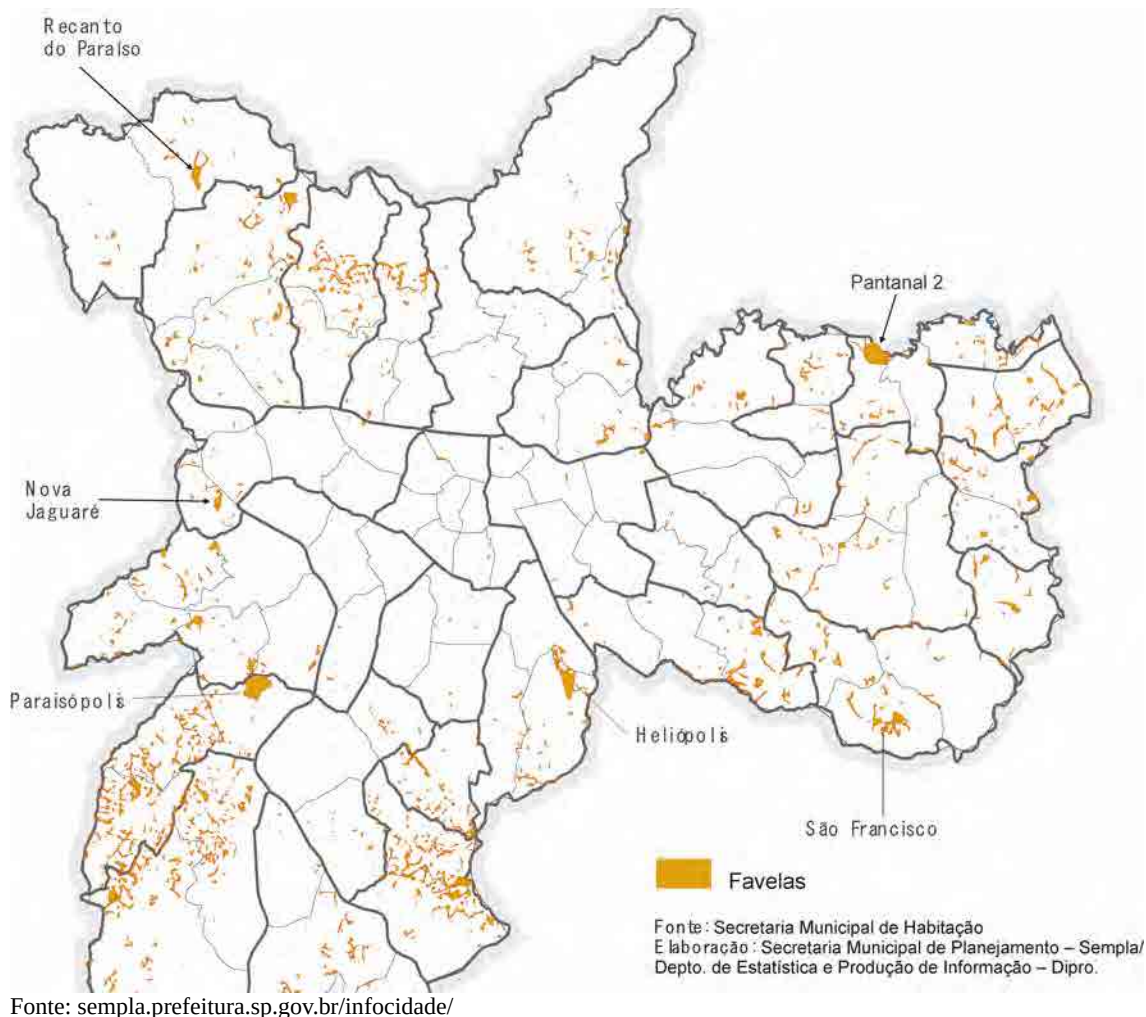


Figura 2-2 Localização das Favelas

2.2 USO DO SOLO

2.2.1 Uso do Solo Existente

A Figura 2-3 mostra o uso do solo existente no entorno das rotas do estudo. As funções comerciais e de negócios se concentram no centro da cidade (Centro), na Avenida Paulista, na Avenida Faria Lima e no Morumbi. A área industrial se estende ao longo do Rio Tietê e do Rio Pinheiros. As áreas residenciais com edifícios de altura média e alta se estendem ao redor da área comercial e de negócios do Centro e ao longo da Avenida Paulista. Existe uma área residencial com construções baixas entre a área residencial com edifícios altos no sudoeste da Avenida Paulista e a área comercial ao longo da Avenida Faria Lima. Além disso, existem áreas residenciais com edifícios de grande porte localizadas ao longo da Linha-2C, da Linha-2D e da Linha-3B. A Universidade de São Paulo está localizada a oeste do Rio Pinheiros, em paralelo à Linha-2C.

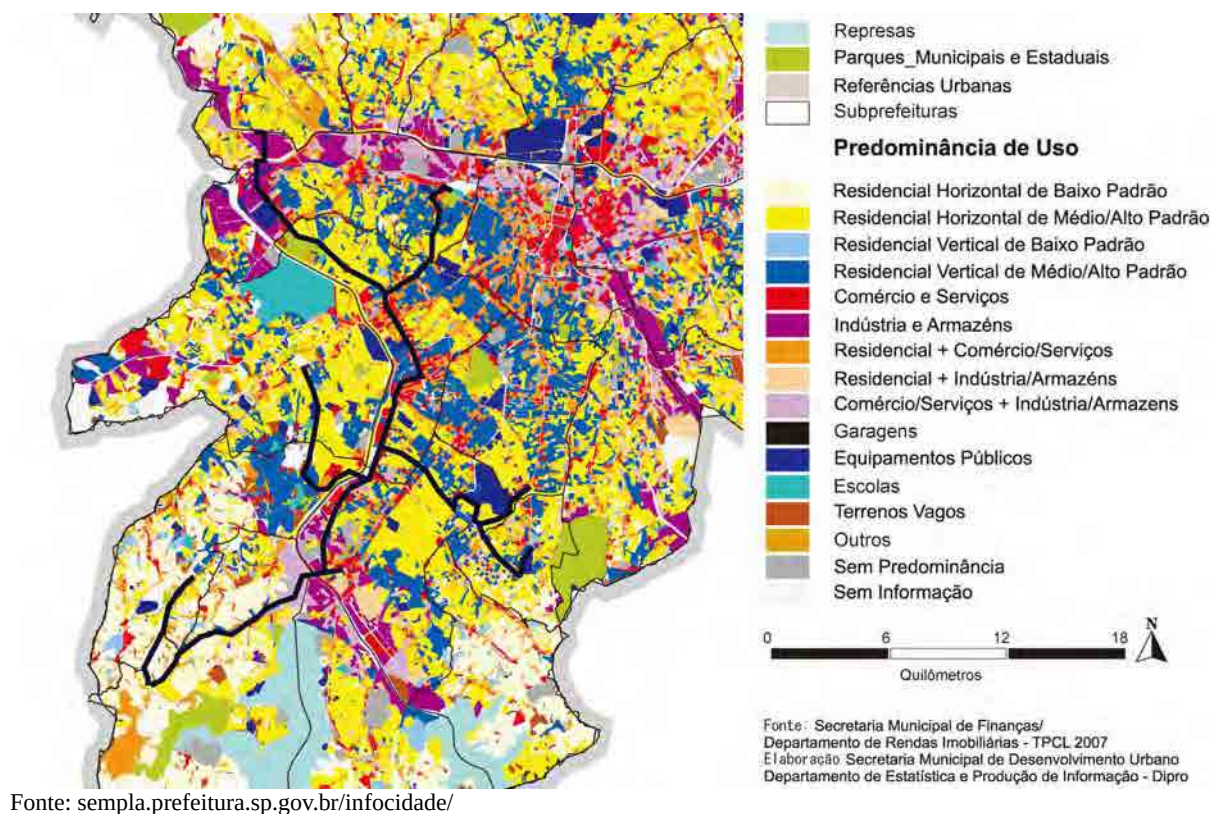


Figura 2-3 Uso do Solo Existente

As condições do uso do solo no entorno das rotas do projeto são resumidas a seguir:

Linha	Uso do Solo Principal
1	- Área residencial de baixa renda com construções baixas - Edifícios comerciais de vizinhança ao longo da rota
2A	- Área residencial de baixa renda com construções baixas - Uso do solo misto com comércio, negócios e residências ao longo da rota - Fábrica
2B	- Uso comercial e de negócios de edifícios altos ao longo da rota - Área industrial (trecho sul)
2C	- Edifícios residenciais de altura média e alta - Cemitério
2D	- Área residencial de alta renda com construções baixas (trecho sul) - Parque - Área industrial (trecho norte)
3A	- Aeroporto Internacional de Congonhas - Favela - Área residencial de classe média e alta
3B	- Área residencial de alta renda com edifícios altos - Favela (Paraisópolis) - Construções residenciais baixas - Estádio do Morumbi

2.2.2 Plano de Uso do Solo

(1) Macrozonas

O plano formal de uso do solo está descrito no Plano Diretor Estratégico (Lei N°13.430). Existem duas grandes zonas (Macrozonas) definidas na área do Município de São Paulo - Zona de Proteção Ambiental e Zona de Qualidade Urbana. Na Zona de Proteção Ambiental, a preservação da qualidade do ambiente natural é superior ao desenvolvimento urbano, enquanto que o desenvolvimento urbano na Zona de Qualidade Urbana deve obedecer ao plano regional. A maior parte das rotas do estudo está dentro da Zona de Qualidade Urbana, enquanto que parte da Linha-1 e da Linha-2A está localizada na Zona de Proteção Ambiental.

(2) Zonas Gerais

As Zonas Gerais estão localizadas dentro das macrozonas. Existem seis tipos de zonas gerais na Zona de Proteção Ambiental, e 10 tipos de zonas gerais, na Zona de Qualidade Urbana, como mostrado na Tabela 2-2. As rotas do estudo atravessam várias Zonas Gerais na Zona de Qualidade Urbana, enquanto que parte da Linha-1 e da Linha-2A atravessa a ZM-p na Zona de Proteção Ambiental. Não existe Zona Geral que proíba a construção de estações e do sistema de transportes do tipo elevado.

Tabela 2-2 Lista das Zonas Gerais no Plano Estratégico

Zona de Proteção Ambiental	Zona de Qualidade Urbana
- Zona central de proteção Ambiental	- Zona residencial de baixa densidade
- Zona mista de proteção Ambiental (ZM-p)	- Zona residencial de média densidade
- Desenvolvimento sustentável e zona de proteção	- Zona residencial de alta densidade
- Zona residencial de proteção Ambiental	- Zona industrial
- Zona de lazer e turismo	- Zona mista de baixa densidade
- Zona especial de proteção	- Zona mista de média densidade
	- Zona mista de alta densidade
	- Zona central (a)
	- Zona central (b)

(3) Zonas Especiais

As seguintes zonas especiais foram definidas sobrepondo-se às zonas gerais. Uma parte da Linha-2C atravessa a ZEPEC na Lapa.

- Zona especial de interesse social (1, 2, 3 e 4)
- Zona especial de proteção ambiental
- Zona especial de produção de recursos minerais e de produção agrícola
- Zona especial de preservação cultural (ZEPEC)
- Zona de ocupação especial

(4) Zona de Proteção dos Recursos Hídricos

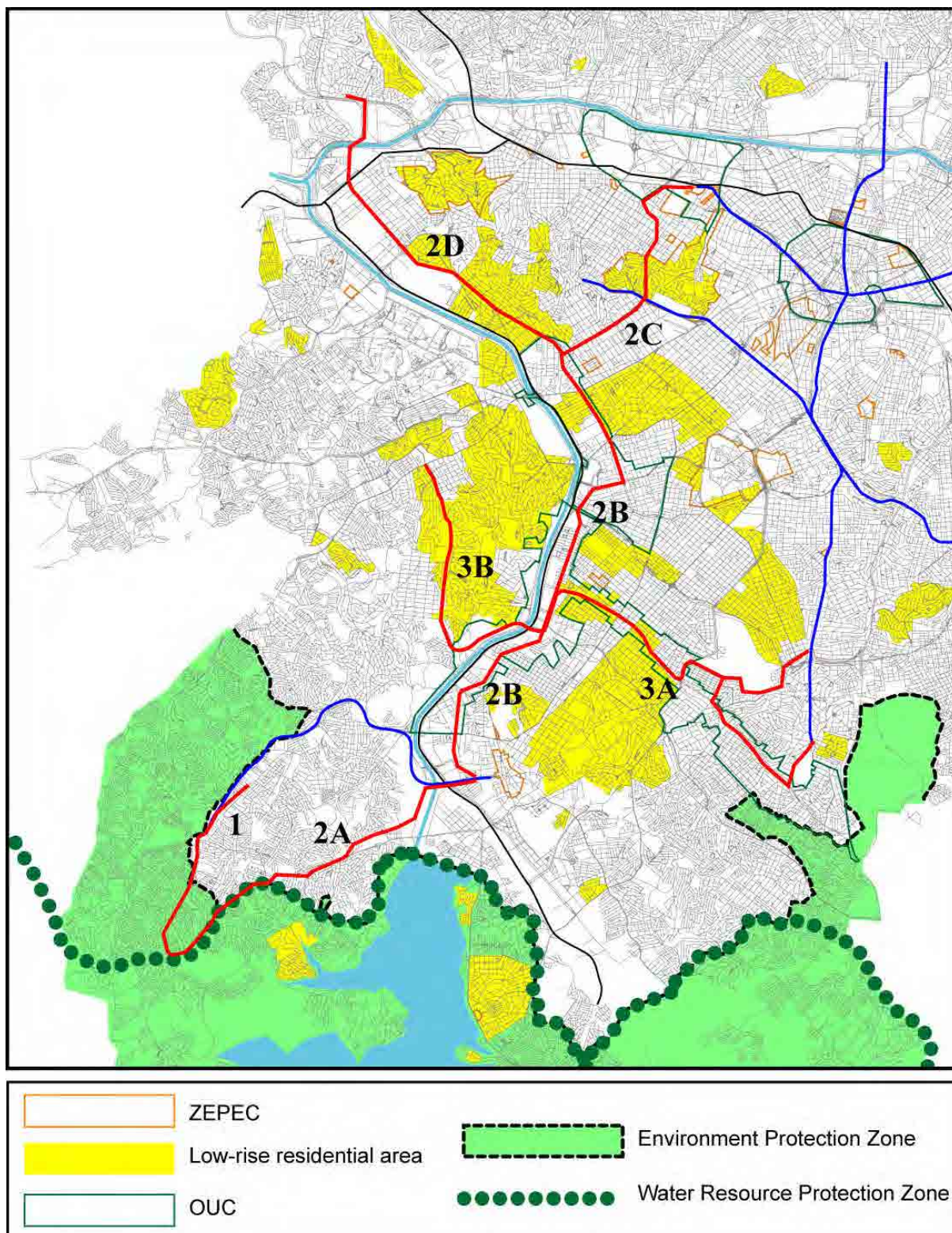
Além do acima mencionado sistema de zoneamento do Município de São Paulo, o Governo do Estado criou as Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APRM). O principal objetivo da APRM é preservar e restaurar a qualidade da água da Represa Guarapiranga e de outros recursos hídricos.

(5) Operações Urbanas Consorciadas

Foram definidas algumas áreas de Operações Urbanas Consorciadas - OUC na área urbanizada de São Paulo para promover o desenvolvimento urbano através de parceria entre o poder público e a iniciativa privada. Nas áreas de OUC, são oferecidos incentivos ao desenvolvimento para os investidores privados. O certificado de potencial adicional de construção (CEPAC) é uma ferramenta do incentivo. Trata-se de um certificado emitido pela Prefeitura de São Paulo para um empreendedor privado que dá o direito de uso de área de piso adicional além dos limites definidos no zoneamento.

Nas rotas do estudo, foi definida a OUC Água Espraiada ao longo da Linha-2B e da Linha-3A, e a OUC Faria Lima ao longo do trecho norte da Linha-2B. Estas áreas são centros comerciais e empresariais emergentes em São Paulo, e serão ainda mais desenvolvidas através do mecanismo da OUC. Portanto, o desenvolvimento de um sistema de transporte urbano, como o da Linha-2B e da Linha-3A, será uma das questões importantes no futuro.

A Figura 2-4 mostra a localização das zonas residenciais de baixa densidade, ZEPEC, APRM e os limites das Macrozonas.

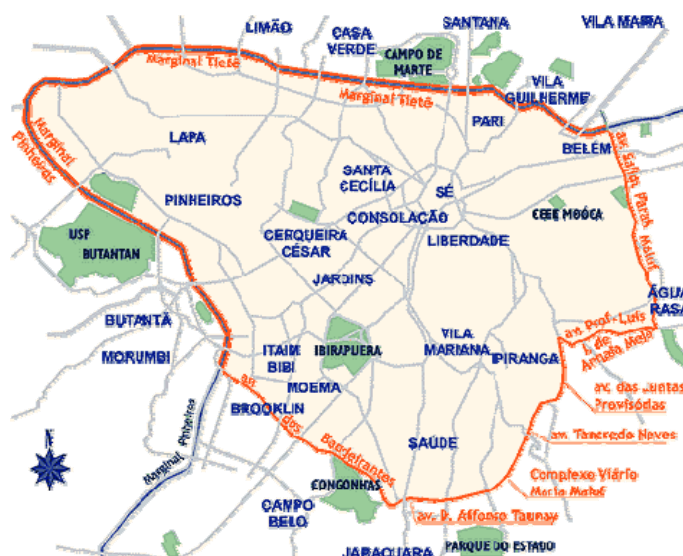


Fonte: ZONEAMENTO de São Paulo

Figura 2-4 Plano de Uso do Solo

2.3.2 Trânsito nas Vias

O trânsito nas vias de São Paulo é muito pesado, e várias das vias sofrem com os congestionamentos nos horários de pico. A extensão total das vias congestionadas nos horários de pico de manhã e da tarde é de 85 km e 120 km, respectivamente, algumas vezes excedendo 250 km. A velocidade média no horário de pico da tarde era de 17,2 km/h em 2007, sendo de 21,8 km/h em 1997. O número de veículos cadastrados no Município de São Paulo era de 6,5 milhões em 2009, sendo que os veículos de passageiros somavam 4,8 milhões². O número de veículos cadastrados era de 1,6 milhões em 1980, 3,6 milhões, em 1991, e 5,1 milhões em 2000. O Município de São Paulo introduziu o rodízio de veículos no centro da cidade (Figura abaixo), que restringe em 20% a circulação de veículos de segunda a sexta-feira de acordo com o último número da placa.



Fonte: CET (www.cetsp.com.br)

Figura 2-6 Área do Rodízio de Veículos

A Tabela 2-3 apresenta uma comparação entre o congestionamento de trânsito em São Paulo e em Tóquio, Japão. O número de veículos de passageiros em São Paulo é maior que o de Tóquio onde a população é a mesma que a de São Paulo. Embora a escala da Região Metropolitana de Tóquio seja muito maior que a de São Paulo e a condição para comparação ser bem diferente, os números significam que São Paulo apresenta grandes problemas de trânsito.

Tabela 2-3 Comparação entre o Trânsito de Tóquio e o de São Paulo

	Tóquio	São Paulo
População	13 milhões	11 milhões
Área	2.188 km ²	1.523 km ²
No. de veículos de passageiros	3,16 milhões (3/2009) ^{(*)1}	4,79 milhões (3/2009) ^{(*)3}
Extensão média dos congestionamentos de trânsito em dias úteis.	195 km em 2,406km (2007) ^{(*)2}	120 km em 830km (2007) ^{(*)4}
Velocidade do trânsito em horários de pico	19,9km/h (2007) ^{(*)2}	16,2km/h (2007) ^{(*)4}
Extensão do sistema de Metrô	304,1km	61,3km

Fonte: ^{(*)1} Automobile Inspection & Registration Information Association (Japan), ^{(*)2} Metropolitan Police Department (Japan), ^{(*)3} DESAP, ^{(*)4} CET

² DETRAN-SP

2.3.3 Ferrovias

As ferrovias de São Paulo são operadas pelo Metrô (Companhia do Metropolitano de São Paulo) e pela CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos), que são empresas públicas que atuam sob a supervisão da Secretaria Estadual de Transportes Metropolitanos (STM). O Metrô atualmente opera quatro linhas de trem (Vermelha, Azul, Verde e Lilás) com uma extensão total de 61,3 km, incluindo 34,6 km de trechos subterrâneos. Por outro lado, a CPTM opera sete linhas com uma extensão total de 261,7 km. O Metrô transporta 3,3 milhões de passageiros por dia, enquanto que a CPTM transporta 1,9 milhões de passageiros por dia. A transferência entre as linhas do Metrô e as da CPTM é gratuita dentro do sistema de tarifas integradas (R\$ 2,55 por viagem)³.

O Metrô tem contratos com empresas de estacionamento para oferecer descontos nos valores do estacionamento próximo às estações do Metrô. Os passageiros podem trazer suas bicicletas para dentro de alguns trens do Metrô e da CPTM. Para conveniência dos ciclistas, o Metrô possui sete estacionamentos de bicicletas enquanto que a CPTM tem 14.



Figura 2-7 Rede Ferroviária de São Paulo

³ A tarifa do Metrô e da CPTM foi aumentada para R\$ 2,65 em janeiro de 2010.

2.3.4 Ônibus

Os ônibus de São Paulo são operados por empresas particulares sob um esquema de concessão que foi introduzido depois da privatização da operação dos ônibus em São Paulo. O órgão público responsável pela concessão do serviço de ônibus é a SPTrans (São Paulo Transportes S.A.). E a EMTU (Companhia Metropolitana de Transportes Urbanos). A SPTrans é uma empresa municipal sob o comando da Secretaria Municipal de Transportes (SMT), sendo o órgão responsável pelo sistema de ônibus do município. A EMTU é uma empresa pública do estado responsável pelos serviços de transporte por ônibus intermunicipais. A SPTrans e a EMTU transportam 9,5 e 1,7 milhões de passageiros por dia, respectivamente.

Existem oito zonas de concessão dos serviços de transporte por ônibus. A concessão dá o direito exclusivo à operação de ônibus para um consórcio privado em cada zona. A Figura 2-8 apresenta as zonas de concessão.

A rede de ônibus de São Paulo consiste de dois subsistemas: o subsistema estrutural e o subsistema local (Tabela 2-4). O subsistema estrutural oferece serviços-tronco conectando a área central aos centros regionais, enquanto que o subsistema local oferece serviços de alimentação para complementar o subsistema estrutural. Terminais de ônibus em 28 locais da cidade apóiam o sistema tronco e de alimentadores.

Existem 10 BRTs em São Paulo que formam o subsistema estrutural. Um BRT normalmente compreende faixas exclusivas (uma faixa para cada sentido) nos lados internos da via e plataformas ilha para pontos de ônibus na faixa central. Os movimentos dos ônibus em um BRT são interrompidos por outros tipos de trânsito nas intersecções e semáforos para que os passageiros possam se aproximar dos pontos de ônibus. O Expresso Tiradentes é um dos BRTs, mas suas faixas para ônibus são totalmente segregadas de outros tipos de trânsito. A velocidade do trânsito no Expresso Tiradentes é de aproximadamente 35 km/h, enquanto que nos outros BRTs ela é de cerca de 20 km/h fora dos horários de pico e 10 km/h nos horários de pico. Atualmente, o Expresso Tiradentes transporta 51.000 passageiros por dia.



Figura 2-8 Zonas de Concessão

A tarifa de ônibus na cidade é única de R\$ 2,30⁴. A SPTrans introduziu um sistema de bilhetes eletrônicos. O Bilhete Único é o cartão do sistema de bilhetes eletrônicos. Utilizando-se o cartão, a transferência entre diferentes ônibus é gratuita até três vezes e a transferência entre as ferrovias e os ônibus recebe um desconto.

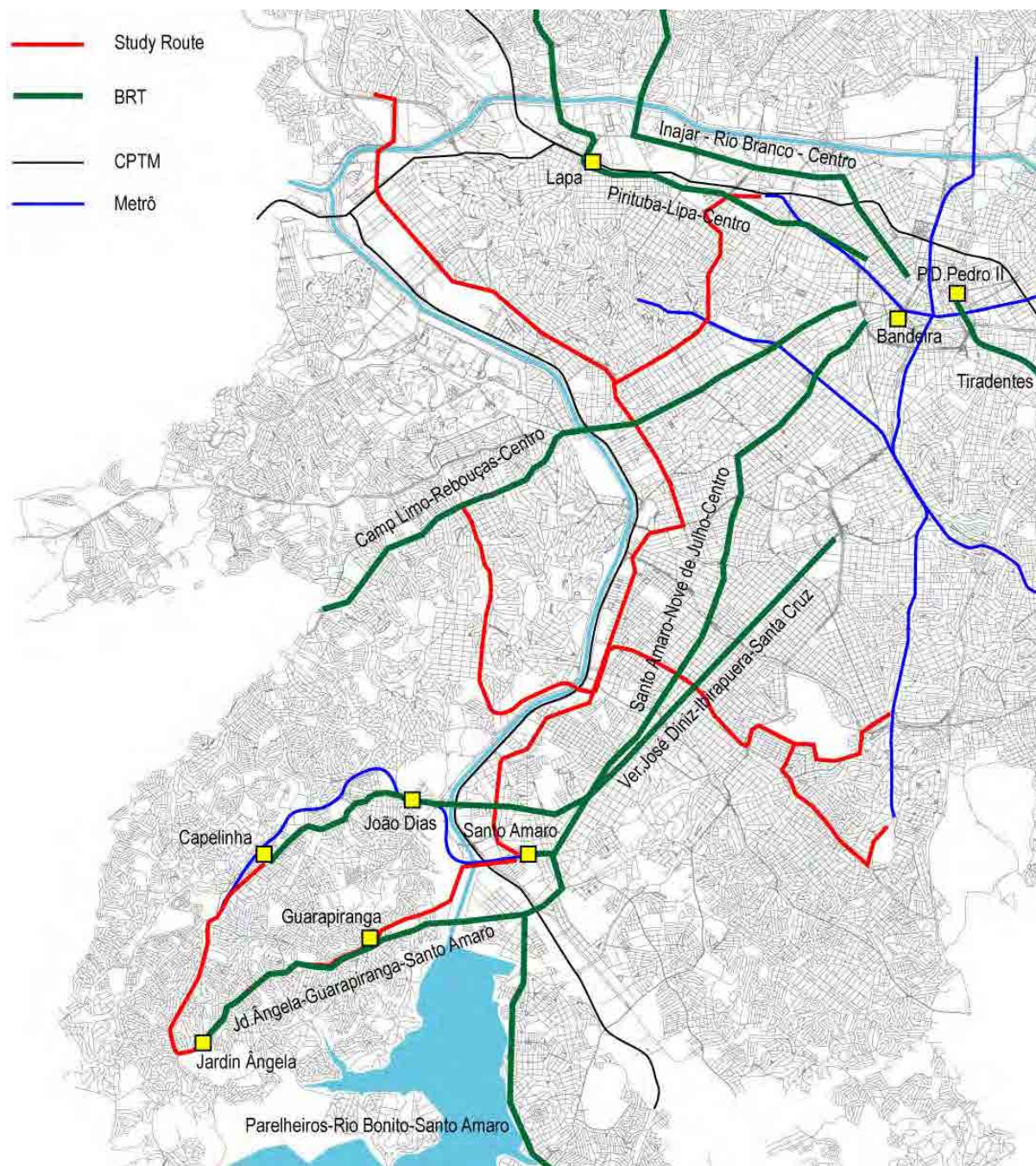
Tabela 2-4 N° de linhas e frotas de ônibus por subsistema

Subsistema	N°. de linhas	Frotas
Estrutural	880	8.860
Local	450	5.890
Total	1.330	14.750

Fonte: SPTrans

⁴ A tarifa de ônibus aumentou para R\$ 2,7 em janeiro de 2010.

A Figura 2-9 mostra as linhas de BRT nas rotas do estudo.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

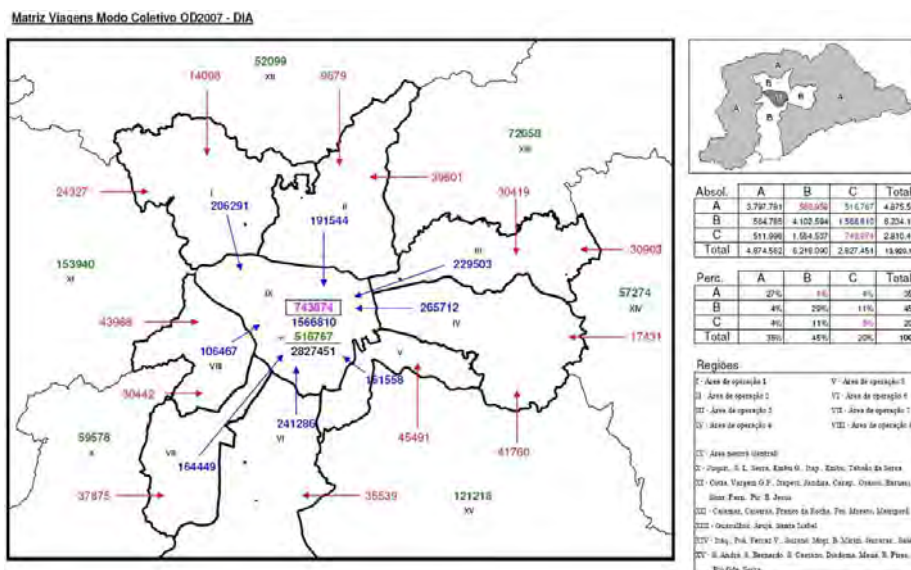
Figura 2-9 Localização das BRTs

2.3.5 Características das Viagens

(1) Distribuição das viagens

As principais movimentações do trânsito na região metropolitana são as viagens entre o centro de São Paulo e as áreas residenciais na periferia da cidade. A Figura 2-10 mostra as principais movimentações do trânsito pelo modo transporte público na região metropolitana. A área IX, quase igual à área do Rodízio (Capítulo 2), é o destino de 2,8 milhões de viagens por dia, das quais 2,1 milhões de viagens se iniciam fora da área IX. 0,1 milhão de pessoas se

move por dia da área VIII para a área IX, que é o corredor relacionado com a Linha-1 e a Linha-2A. 0,2 milhão de pessoas se movem por dia da área I para a área IX, que é o corredor relacionado com a Linha-2D.

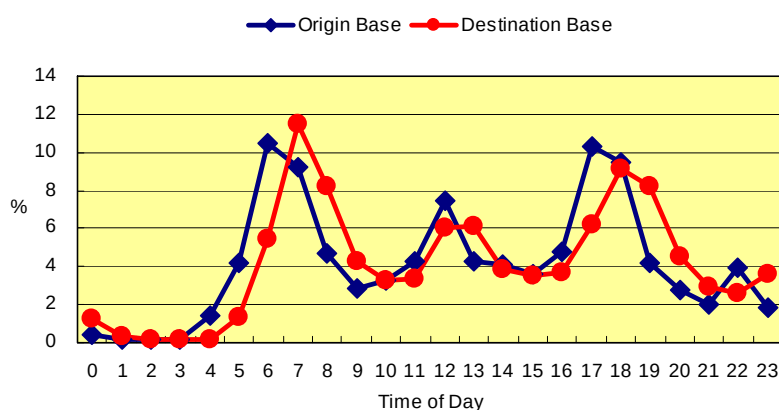


Fonte: SPTrans

Figura 2-10 Distribuição das Viagens baseada na OD 2007

(2) Características do Horário de Pico

Existem três horários de pico de viagens de passageiros, pico da manhã, pico da tarde e pico da hora do almoço. O pico da manhã é às 6h na base hora de início e às 7h na hora de chegada. A taxa de hora de pico dos transportes privado e público na RSMP é de aproximadamente 10% na base hora de início e de 12% na base hora de chegada, como mostrado na Figura 2-11.



Fonte: OD 2007 (O gráfico foi preparado pela Equipe de Estudo da JICA)

Figura 2-11 Distribuição das Viagens dos Modos Privado e Público por Horário do Dia

2.4 PLANOS DE TRANSPORTES URBANOS

Existem três planos de transportes para o desenvolvimento da infraestrutura de transportes de São Paulo: 1) PDDT (Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes) a nível estadual, 2) PITU (Plano Integrado de Transportes Urbanos) a nível metropolitano e 3) PDE (Plano Diretor Estratégico) a nível municipal.

2.4.1 PDDT 2020

O PDDT é o plano diretor de desenvolvimento de transportes formulado pela Secretaria Estadual de Transportes de São Paulo (STM). Ele se concentra no corredor norte-sul que conecta os portos marítimos à cidade de São Paulo. O projeto mais notável do PDDT é o Rodoanel.

O Rodoanel Mário Covas (ou simplesmente Rodoanel) é uma rodovia que circunda São Paulo com uma extensão total de 170 km. Ela oferecerá uma rota de desvio para os caminhões que vêm de ou que vão para o porto de Santos. O trecho norte-oeste (32 km) do Rodoanel já foi finalizado.



Fonte: Dersa (www.dersa.sp.gov.br/rodoanel/especial/)

Figura 2-12 Mapa do Trajeto do Rodoanel

2.4.2 PITU 2025

O PITU, Plano Integrado de Transportes Urbanos, é o plano diretor de transportes para três regiões metropolitanas: Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Região Metropolitana de Campinas (RMC) e Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). Para a RMSP, o PITU 2020, que tem como ano meta 2020, foi formulado com base na Pesquisa Origem-Destino de 1997. O plano foi revisado e o PITU 2025 foi formulado em 2006. No PITU 2025, vários cenários alternativos de transportes foram analisados com base em um modelo de projeção de demanda (TRANUS) e o melhor cenário foi selecionado para o futuro sistema de transportes.

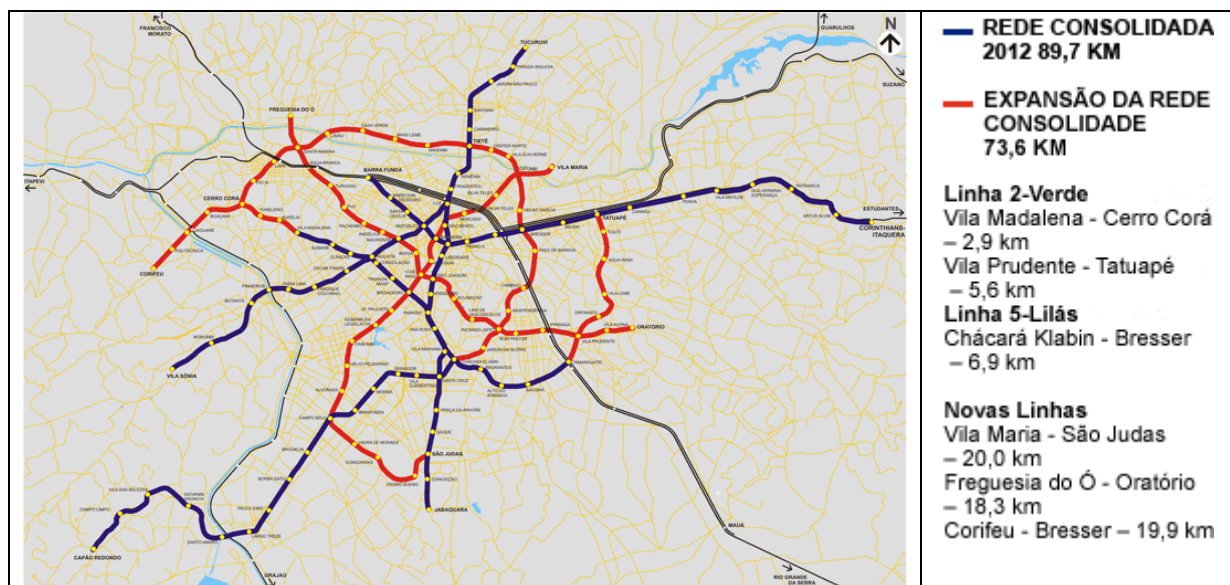
Existem cinco políticas descritas no PITU 2025.

- Uso do solo intensivo ao redor da infraestrutura de transportes
- Programas habitacionais para a população de baixa renda
- Promoção de centros de logística integrados
- Recursos advindos do benefício do desenvolvimento
- Desenvolvimento de sub-centros

A idéia do uso intensivo do solo ao redor da infraestrutura de transportes é para permitir uma densidade maior ao redor das estações do sistema de transportes públicos de modo a promover um desenvolvimento orientado pelo trânsito.

O custo total dos investimentos no PITU 2025 foi estimado em R\$ 48,7 bilhões, incluindo a expansão do Metrô, melhoria do sistema ferroviário suburbano, acesso aos aeroportos, BRTs, terminais de ônibus, gestão da demanda de trânsito e outros desenvolvimentos dos transportes.

A Figura 2-13 apresenta o plano de expansão do Metrô. A extensão total da futura rede do Metrô foi planejada para ser de 110 km.



Fonte: REDE ESSELCIAL, Metrô

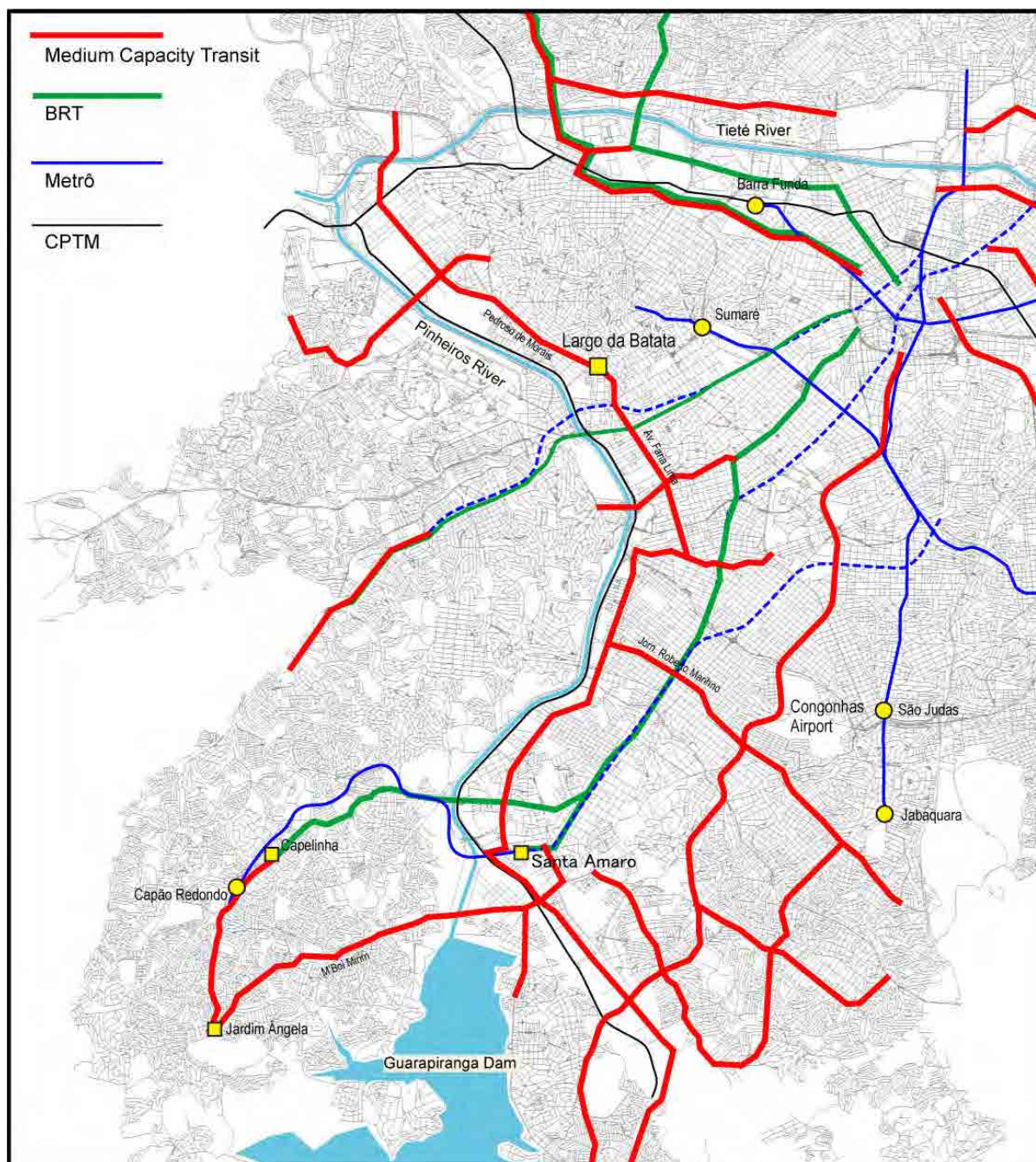
Figura 2-13 Futura Rede do Metrô

2.4.3 PDE 2020

O Plano Diretor Estratégico (PDE) é o plano diretor do Município de São Paulo, que foi aprovado em 2002. O ano meta é 2020, tendo sido proposta uma revisão do PDE para o ano meta 2025, que ainda não foi aprovada. O PDE declarou 12 princípios incluindo os seguintes dois princípios relacionados com o setor de transportes.

- Universalização da mobilidade e da acessibilidade
- Priorização dos transportes públicos

São propostos alguns corredores de transporte de média capacidade no PDE 2020, como mostrado na Figura 2-14. O plano revisado não identifica o tipo de sistema no seu plano de transportes públicos. As rotas da Linha-1A, Linha-2A, Linha-2B e Linha-2D são propostas como corredores de transporte de média capacidade no PDE 2020.



Fonte: PDE, elaborado pela Equipe de Estudo da JICA

Figura 2-14 Plano de Transportes Públicos no PDE 2020

2.5 PROJETOS DE TRANSPORTES URBANOS

2.5.1 Expansão do Metrô

O projeto de expansão do metrô está sendo empreendido através da construção da Linha Verde, Linha Amarela e Linha Lilás, como mostrado na Tabela 2-5.

Tabela 2-5 Projeto de Expansão do Metrô em Construção

Linha	Extensão	Nº de estações	Inauguração
Linha Verde (Linha-2) Extensão	4,3 km	3	2010
Linha Amarela (Linha-4)	12,8 km	11	2010
Linha Lilás (Linha-5) Extensão	11,7 km	11	2012

Fonte: Metrô (www.metro.sp.gov.br)

O Metrô, a CPTM e a EMTU estão empreendendo projetos do Plano de Expansão feito pela Secretaria Estadual de Transportes Metropolitanos (SMT). O Plano de Expansão inclui:

- Expansão da Linha-2 (Verde)
- Linha-4 (Amarela)
- Expansão da Linha-5 (Lilás)
- Linha-6 (Laranja)
- Metrô Leve (Aeroporto de Congonhas)
- Linha-10 (Turquesa) e Expresso ABC
- Linha-11 (Coral) – Expresso Leste e Metrô Leve Ferraz-Mogi
- Expresso Aeroporto de Guarulhos
- Corredor Guarulhos – São Paulo
- Corredor Itapevi – São Paulo
- Corredor Diadema – São Paulo

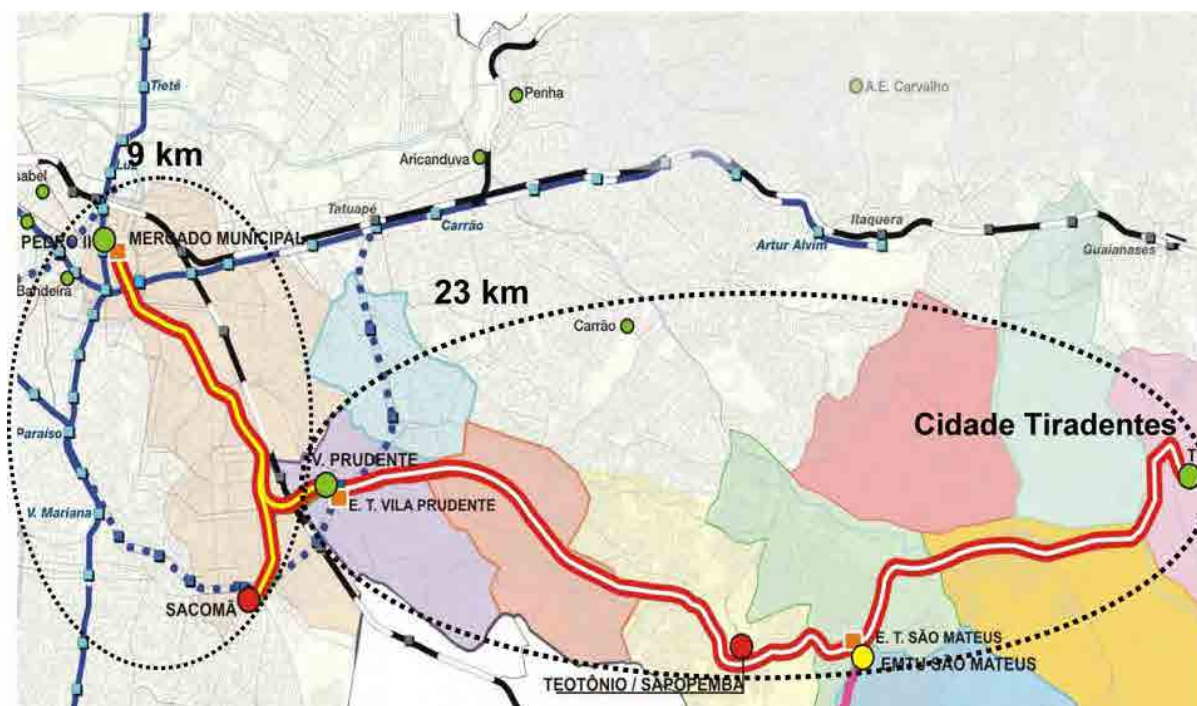
2.5.2 Expresso Tiradentes

O Expresso Tiradentes é um sistema BRT que conecta o Parque D. Pedro II no centro da cidade, Sacomã e a Cidade Tiradentes na região leste de São Paulo, com extensão total de 32 km. Seu trecho segregado (9 km) com estrutura elevada já está em operação. Os restantes 23 km foram planejados para utilizar faixas exclusivas de ônibus em vias arteriais. A Figura 2-15 mostra a localização do Expresso Tiradentes.

Recentemente, o plano original do sistema BRT para a parte restante do Expresso Tiradentes foi alterado para o sistema monotrilho que se conecta com a Linha-2 do Metrô.

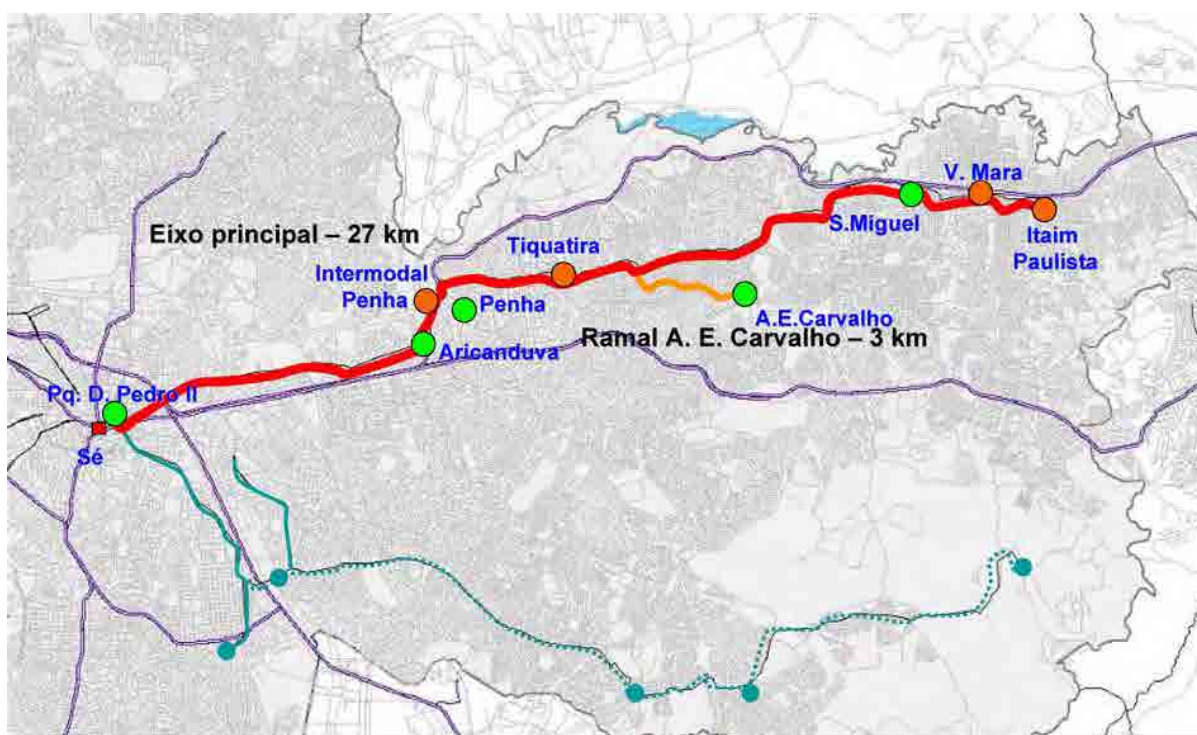
2.5.3 Expresso Celso Garcia

O Expresso Celso Garcia é um novo projeto de BRT que conecta o centro da cidade e a região nordeste de São Paulo, com uma extensão total de 30 km. A Figura 2-16 mostra a localização do Expresso Celso Garcia. Será acrescentada uma faixa adicional ao longo da plataforma de ônibus de modo a possibilitar movimentos de ultrapassagem para que o serviço expresso seja possível.



Fonte: SPTrans

Figura 2-15 Localização do Expresso Tiradentes



Fonte: SPTrans

Figura 2-16 Localização da Celso Garcia

2.6 CONDIÇÕES DO TRÂNSITO POR LINHA

2.6.1 Linha-1A

A Linha-1A conecta o Terminal do Jardim Ângela à Estação do Metrô de Capão Redondo. Atualmente, não existe serviço de ônibus para a conexão devido à dificuldade da gestão do trânsito na intersecção com a Estrada do M'Boi Mirim.

Espera-se que a Linha-1 faça parte do sistema alimentador do BRT Itapeverica – João Dias – Santo Amaro. O terminal do sistema alimentador é Capelinha. A Linha-1 também tem conexão com a Linha Lilás do Metrô, que corre em paralelo à rota do BRT, no Capão Redondo.

Ônibus alimentadores da estação do metrô utilizam o trecho norte (Av. Sant'anna) da Linha-1A e vias locais que conectam à leste e oeste do Capão Redondo. O trânsito no horário de pico é pesado no trecho norte da Linha-1 (Av. Sant'anna), onde transitam aproximadamente 130 ônibus na hora de pico. A Av. Sant'anna é uma via estreita com 2 faixas que tem muitas intersecções com vias locais, sofrendo um congestionamento pesado nos horários de pico.

2.6.2 Linha-2A

Atualmente, a Estrada do M'Boi Mirim, parte da qual é a rota da Linha-2A, tem faixas exclusivas no centro de sua seção transversal para o BRT entre o Jardim Ângela e Santo Amaro. Existem 17 plataformas de ônibus nas rotas dos BRTs. Ônibus articulados com grande capacidade são operados no BRT enquanto que ônibus normais ou de tamanho pequeno são operados nas outras faixas com trânsito normal.

O trânsito no horário de pico na Estrada do M'Boi Mirim é pesado. No horário de pico, ônibus articulados nas faixas exclusivas do BRT fazem longas filas e a velocidade do BRT é baixa, aproximadamente 10 km/h. As faixas normais também estão congestionadas. O número de ônibus ao longo da Linha-2A é 300-400 no horário de pico. Ocorrem muitos acidentes de trânsito nas intersecções ao longo da Estrada do M'Boi Mirim. O horário de pico da manhã começa muito cedo porque as viagens ao centro da cidade levam muitas horas a partir da Estrada do M'Boi Mirim. O tempo total de viagem do Jardim Ângela ao Centro no horário de pico é superior a 2 horas.

Verificou-se que o volume de tráfego da Linha-2A foi de 47.800 veículos (615,00 PCUs) por dia em ambas as direções, em 3 de junho de 2009. O tráfego de passageiros ao longo da M'Boi Mirim foi calculado em aproximadamente 21.000 por hora por direção como mostrado na tabela.

Tabela 2-6 Estimativa do Tráfego de Passageiros no Horário de Pico ao longo da M'Boi Mirim

	Nº de Veículos por hora	Passageiros por veículo	Nº. de passageiros
Van	120	30	3.600
Ônibus Padrão	145	60	8.700
Ônibus Articulado	85	100	8.500
Total	350		20.800

Fonte: Equipe de Estudo da JICA



2.6.3 Linha-2B

A Linha Esmeralda da CPTM corre ao longo do Rio Pinheiros, enquanto que a rota da Linha-2B está a 500-1000m a leste da Linha Esmeralda. Existem 10 estações entre Santo Amaro e Presidente Altino da Linha Esmeralda. O BRT Santo Amaro - Nove de Julho – Centro corre na Av. Santo Amaro com extensão total de 14,8 km, localizado a cerca de 1,5 km a leste da Linha-2B.

As vias ao longo da Linha-2B são congestionadas não somente no horário de pico da manhã e da tarde, mas também durante o resto do dia. O volume de tráfego no horário de pico é de aproximadamente 2.600 veículos, dos quais 90% são representados por carros de passeio.

O trânsito perto de Santo Amaro é um importante gargalo do trânsito de São Paulo.

2.6.4 Linha-2C

Os serviços de ônibus alimentadores conectam a Estação Barra Funda da Linha Vermelha à Estação Sumaré da Linha Verde, ao longo da Linha-2C. Há faixas exclusivas para motocicletas na parte central da Av. Sumaré. O BRT Campo Limpo – Rebouças – Centro é operado na Av. Rebouças, que conecta o centro à região oeste da cidade.

O trânsito é pesado na Av. Sumaré no horário de pico. A maioria do trânsito é composta de carros particulares. O número de ônibus ao longo desta rota é pequeno, 60 ônibus em ambas as direções no horário de pico.

2.6.5 Linha-2D

Existem serviços de ônibus alimentadores ao longo da Linha-2D e das avenidas paralelas à mesma. A Linha Esmeralda da CPTM corre em paralelo à Linha-2D. A rota da Linha-2D foi alterada no Estudo para a rota que atravessa a Universidade de São Paulo.

A maioria do trânsito é composta de carros particulares ao longo da Linha-2D. O volume de tráfego no horário de pico é de aproximadamente 4.500 veículos, dos quais 90% são representados por carros de passeio. A velocidade dos ônibus neste corredor (Dr. Gastão Vidigal – Prof. Fonseca Rodrigues – Brig. Faria Lima) é pequena, menos de 10 km/h no horário de pico da manhã.

2.6.6 Linha-3A

O Aeroporto de Congonhas e a Estação São Judas da Linha Azul do Metrô são conectados por serviços de ônibus ao longo da Linha-3A. O transporte público ao longo da rota da Linha-3A, do aeroporto à região oeste, é insuficiente devido ao pequeno número de ônibus.

O trânsito na Av. Washington Luis é pesado tanto devido a veículos públicos como a particulares. Esta via conecta o Aeroporto de Congonhas ao Centro. O trânsito na Av. Jornalista Roberto Marinho e na Av. dos Bandeirantes também é muito pesado, com carros e caminhões.

2.6.7 Linha-3B

Existem poucos serviços de transporte público ao longo da Linha-3C.

A maioria dos moradores da área residencial de classe alta utiliza carros particulares, enquanto que o número de viagens a partir da favela é pequeno. O trânsito é irregular em relação ao Estádio do Morumbi.

2.7 CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS

2.7.1 Linha-1

(1) Condições do Ambiente Natural

1) Condições Topográficas

O terminal da Linha-1 está localizado a uma altitude de aproximadamente 840m, o ponto mais alto da área como mostrado na Figura 2-17. A Linha-1 descende através de uma área inclinada por uma distância de aproximadamente 600 m até o vale do Córrego Água dos Brancos, alcançando uma área com declividade suave, e segue por uma rota plana da Av. Maas Ellis e da Estrada de Itapequerica da Serra a uma altitude de 770 m.

2) Áreas Importantes para a Conservação da Natureza

A área natural importante é o Parque Santo Dias localizado ao lado do pátio de manobras da Linha 5 do Metrô.

3) Problemas de Poluição

A principal fonte da poluição sonora e atmosférica são os veículos. O trânsito pesado nas vias, especialmente na Estrada de Itapequerica da Serra, causa poluição sonora e atmosférica. Todos os córregos são completamente poluídos por esgoto doméstico.

(2) Condições Sociais

1) Características Socioeconômicas

O nível de renda das comunidades ao longo da rota é muito baixo, especialmente ao longo da via entre a Estrada do M'Boi Mirim e a Av. Ellis Maas, onde existem algumas favelas. Por outro lado, as condições econômicas são melhores ao longo da Av. Ellis Maas e da Estrada de Itapequerica da Serra, onde existem vários edifícios comerciais.

2) Monumentos Históricos e Sítios Arqueológicos

Não existem monumentos históricos nem sítios arqueológicos registrados ou

identificados pelo CONDEPHAAT⁵.

2.7.2 Linha-2A

(1) Condições do Ambiente Natural

1) Condições Topográficas

A Estrada do M'Boi Mirim se localiza quase ao longo do divisor de águas das bacias do Rio Pinheiros e da Represa do Guarapiranga, tendo declives acentuados em ambos os lados em alguns lugares. A topografia ao longo da rota é caracterizada por três níveis de terreno e três diferentes tipos de declividade: 1) trecho superior da Estrada do M'Boi Mirim (810 - 840m de altitude) por aproximadamente 2,5 km da encosta atrás do Hospital Jardim Ângela em direção a leste; 2) trecho intermediário da Estrada do M'Boi Mirim (750 - 810m de altitude) por aproximadamente 2 km onde a declividade é acentuada; e 3) o resto do trecho de aproximadamente 3,5 km em declividade suave ou área plana com altitudes de 730-750.

2) Áreas Importantes para a Conservação da Natureza

Existem poucas áreas verdes ao longo da rota, embora existam algumas áreas verdes em algumas propriedades como sedes de fazenda, áreas de edifícios institucionais e condomínios. A área proposta para o terminal atrás do Jardim Ângela tem uma pequena plantação de pinheiros e de outras árvores exóticas.

3) Problemas de Poluição

A poluição sonora e atmosférica é causada principalmente pelo trânsito pesado ao longo da Estrada do M'Boi Mirim, especialmente no horário de pico da manhã e da tarde. Todos os córregos estão altamente poluídos devido ao despejo de lixo doméstico e de esgotos sem tratamento.

(2) Condições Sociais

1) Características Socioeconômicas

A região do Jardim Ângela é caracterizada por uma grande densidade de população com nível de renda muito baixo. A demanda por transportes é alta nesta região e os trabalhadores vão até o distrito de Santo Amaro e para outros distritos próximos do centro da cidade. Com relação às atividades econômicas na Estrada do M'Boi Mirim, os negócios e os serviços são as principais atividades, havendo vários pequenos estabelecimentos, muitos dos quais são de porte médio e grande. Há lojas de carros usados, oficinas mecânicas, borracharias, bares, restaurantes, loja de móveis, de roupas, de utensílios domésticos, de colchões, de material de construção, postos de gasolina, bancos, etc.

2) Monumentos Históricos e Sítios Arqueológicos

Pesquisa conduzida pelo CONDEPHAAT não encontrou nenhum monumento histórico protegido pelo órgão na região.

⁵ Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico

2.7.3 Linha-2B

(1) Condições do Ambiente Natural

1) Condições Topográficas

A linha segue sobre a planície do Rio Pinheiros, uma região muito plana e aproximadamente paralela ao caminho do rio, com distância variando entre 200 m e 1.000 m. No Terminal Santo Amaro, ela está a uma altura um pouco maior, aproximadamente 10 m a 15 m, em comparação com o resto do trecho mais próximo ao Rio Pinheiros. Toda a rota está bem acima do nível da água do Rio Pinheiros.

2) Áreas Importantes para a Conservação da Natureza

Não há área natural importante. As árvores existentes nas calçadas, nas vias e nos parques são os principais elementos verdes.

3) Problemas de Poluição

A Região de Santo Amaro foi uma importante área industrial de São Paulo no passado, mas a poluição de fontes industriais é pequena atualmente. A principal fonte de poluição sonora e atmosférica são os veículos.

(2) Condições Sociais

1) Características Socioeconômicas

A Região de Santo Amaro foi uma importante área industrial de São Paulo no passado. Atualmente, muitas destas indústrias, por várias razões, deixaram a região, havendo vários armazéns e fábricas vazios, ou modificados para outros usos tal como para a atividade comercial e áreas para eventos (shows, exposições, etc.). O Largo Treze, próximo ao Terminal de Ônibus de Santo Amaro, é um importante centro de atividades comerciais com lojas, empregos e serviços médicos para a população da região sul de São Paulo. .

Existem muitos edifícios de escritórios e lojas ao longo da Av. Dr. Chucri Zaidan e da Av. Luis Carlos Berrini. Os edifícios têm tamanho médio e grande, de modo geral, tal como shopping centers e lojas de departamento. O número de empregados é muito alto.

As Av. Faria Lima e Av. Juscelino Kubitschek são as avenidas mais nobres das rotas do estudo e importantes corredores de trânsito em São Paulo. Existem vários edifícios de escritórios grandes e shopping centers de tamanho médio e grande. O Shopping Center Iguatemi é considerado um dos mais sofisticados shopping centers de São Paulo. A Av. Faria Lima atravessa o Jardim Paulistano, um dos bairros mais nobres da Cidade de São Paulo, com residências de alto padrão. Existem vários empregos de diversos setores. Existem vários estabelecimentos comerciais na Região de Pinheiros. Existe um importante terminal de ônibus próximo da área e uma estação da Linha 4 (linha amarela) do Metrô está sendo construída. Esta é uma região onde há um grande fluxo de pessoas das regiões sul e oeste de São Paulo para fazer compras.

2) Monumentos Históricos e Sítios Arqueológicos

Próximo ao caminho da Linha-2B, existem dois distritos chamados de “Bairros Jardim” que são protegidos pelo CONDEPHAAT, Jardim Europa e Jardim Paulistano. Existe também um local chamado “Sede do Sítio Itaim” que é um monumento histórico.

2.7.4 Linha-2C

(1) Condições do Ambiente Natural

1) Condições Topográficas

A linha começa na intersecção da Av. Rebouças com a Av. Brigadeiro Faria Lima a uma altitude de 745 m. A primeira parte da linha segue em sentido nordeste ao longo da Av. Rebouças, e então se vira para noroeste entrando na Av. Henrique Schaumann. A área ao longo da Av. Rebouças é geralmente plana, com uma declividade suave em direção ao Rio Pinheiros. A Av. Henrique Schaumann tem um aclive moderado até o ponto mais alto da linha, a uma altitude de aproximadamente 785m. O trecho da Av. Paulo VI / Av. Sumaré corre ao longo de uma área baixa entre encostas em direção ao vale do rio Tietê. A partir da Av. Antártica, o terreno se torna mais plano e entra na planície do Rio Tietê.

2) Áreas Importantes para a Conservação da Natureza

Não há área natural importante. As árvores existentes nas calçadas, nas vias e nos parques de locais centrais são os principais elementos verdes. No meio da Av. Sumaré, há árvores de grande porte.

3) Problemas de Poluição

O maior problema de poluição atmosférica e sonora se deve ao grande volume de veículos, especialmente nos horários de pico da manhã e da tarde.

(2) Condições Sociais

1) Características Socioeconômicas

A região consiste de bairros de classe média e alta. O bairro de Pinheiros tem várias lojas (lojas de móveis) e serviços (bancos, lojas de peças de carro, bares e restaurantes), com vários estabelecimentos localizados ao longo da rota.

2) Monumentos Históricos e Sítios Arqueológicos

O CONDEPHAAT identificou um monumento histórico chamado Memorial da América Latina próximo à Linha-2C.

2.7.5 Linha-2D

(1) Condições do Ambiente Natural

1) Condições Topográficas

A área é a planície aluvial dos Rios Pinheiros e Tietê, próximo ao ponto onde o Rio Pinheiros se encontra com o Rio Tietê. A topografia ao longo da linha é geralmente plana.

2) Áreas Importantes para a Conservação da Natureza

A linha passa próxima a três áreas com grande cobertura vegetal. A primeira está localizada no Instituto Butantã, a segunda fica na Universidade de São Paulo (conhecida como floresta biológica) e a terceira é o Parque Villa Lobos.

3) Problemas de Poluição

O principal problema de poluição sonora e atmosférica existe na Av. Eusébio Matoso, Av. Vital Brasil e Av. Dr. Gastão Vidigal como resultado do trânsito de veículos nestas vias.

(2) Condições Sociais

1) Características Socioeconômicas

No trecho da Av. Eusébio Matoso, no lado oeste, existe a Área do Jardim Paulistano, área residencial de alto padrão, e do outro lado há a Região de Pinheiros, onde há uma concentração de atividades comerciais. A Av. Vital Brasil na Região do Butantã é uma área residencial de padrão médio e com atividades comerciais. Na Rua Alvarenga, existe uma concentração de estabelecimentos que comercializam produtos de madeira (portas, esquadrias, peças para móveis, etc.).

2) Monumentos Históricos e Sítios Arqueológicos

Foram identificadas duas áreas/monumentos protegidos, o Jardim Paulistano (conhecido como Área dos jardins) e o Instituto Butantã, onde existem construções de valor histórico. Além disso, o campus da Universidade de São Paulo possui vários edifícios que podem ser considerados monumentos com importância histórica.

2.7.6 Linha-3A

(1) Condições do Ambiente Natural

1) Condições Topográficas

A Av. Jabaquara fica a uma altitude de 801 - 825m como mostrado na figura 2-17. A linha desce para o vale do Córrego Jabaquara, que muda de nome para Córrego da Água Espraiada, e segue pela Av. Jornalista Roberto Marinho a uma altitude de 751 - 775m. O Córrego Água Espraiada vai em direção ao Rio Pinheiros, onde a altitude do terreno varia de 700 a 725 m. As partes à leste das duas linhas ramais (Estação Jabaquara/Aeroporto de Congonhas e Estação São Judas/Aeroporto de Congonhas) possuem declividade acentuada, enquanto que a declividade do resto do trecho é suave.

2) Áreas Importantes para a Conservação da Natureza

Embora hajam árvores plantadas nas vias e avenidas da Linha-3A, existem poucas áreas verdes ao longo da rota.

3) Problemas de Poluição

O Aeroporto de Congonhas é uma importante fonte de poluição sonora e atmosférica advinda de emissões das aeronaves. Em outras partes da linha, os veículos são as maiores fontes de poluição sonora e atmosférica.

(2) Condições Sociais

1) Características Socioeconômicas

A área ao redor do Aeroporto de Congonhas é residencial de baixa e média renda. A linha ramal que parte da Estação Jabaquara percorre áreas com favelas. A linha ao longo da Av. Jornalista Roberto Marinho cruza uma área residencial densamente povoada. O trecho entre a Av. Washington Luís e a Av. Vereador José Diniz (Áreas do Brooklin Paulista e do Campo Belo) possui residências com padrão melhor.

2) Monumentos Históricos e Sítios Arqueológicos

Uma pesquisa conduzida pelo CONDEPHAAT encontrou apenas um sítio histórico chamado Sede do Sítio da Ressaca. Entretanto, o Projeto não envolve este sítio.

2.7.7 Linha-3B

(1) Condições do Ambiente Natural

1) Condições Topográficas

A porção leste desta linha está na planície aluvial do Rio Pinheiros. A linha percorre um trecho em declive para alcançar a Av. Morumbi e então desce até o Estádio do Morumbi.

2) Áreas Importantes para a Conservação da Natureza

A Região do Morumbi, do outro lado do Rio Pinheiros, em sua maior parte consiste de residências de alto padrão com muito verde. Esta região é uma área significativa de vegetação remanescente como mostrado na Figura 2-18. Um dos parques da região é o Parque Burle Marx, que está localizado próximo à Marginal do Rio Pinheiros.

3) Problemas de Poluição

Os problemas de poluição sonora e atmosférica são causados pelos veículos na região, como nas Av. Morumbi, Av. Giovanni Gronchi, Av. João Jorge Saad e Av. Francisco Morato.

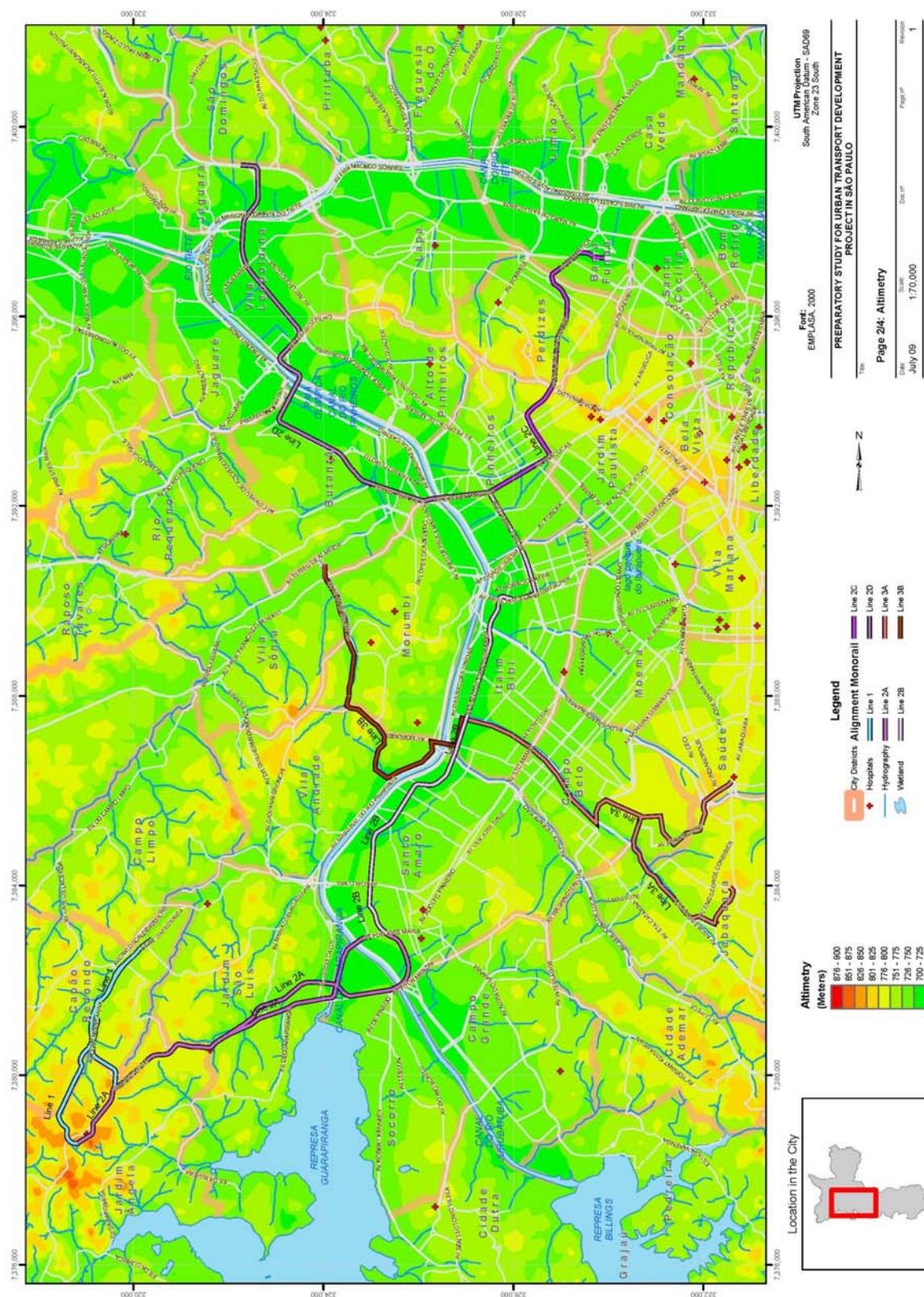
(2) Condições Sociais

1) Características Socioeconômicas

A área ao redor da Linha-3B é uma área residencial de classe alta com edifícios de apartamentos altos, exceto por Paraisópolis, a maior favela de São Paulo.

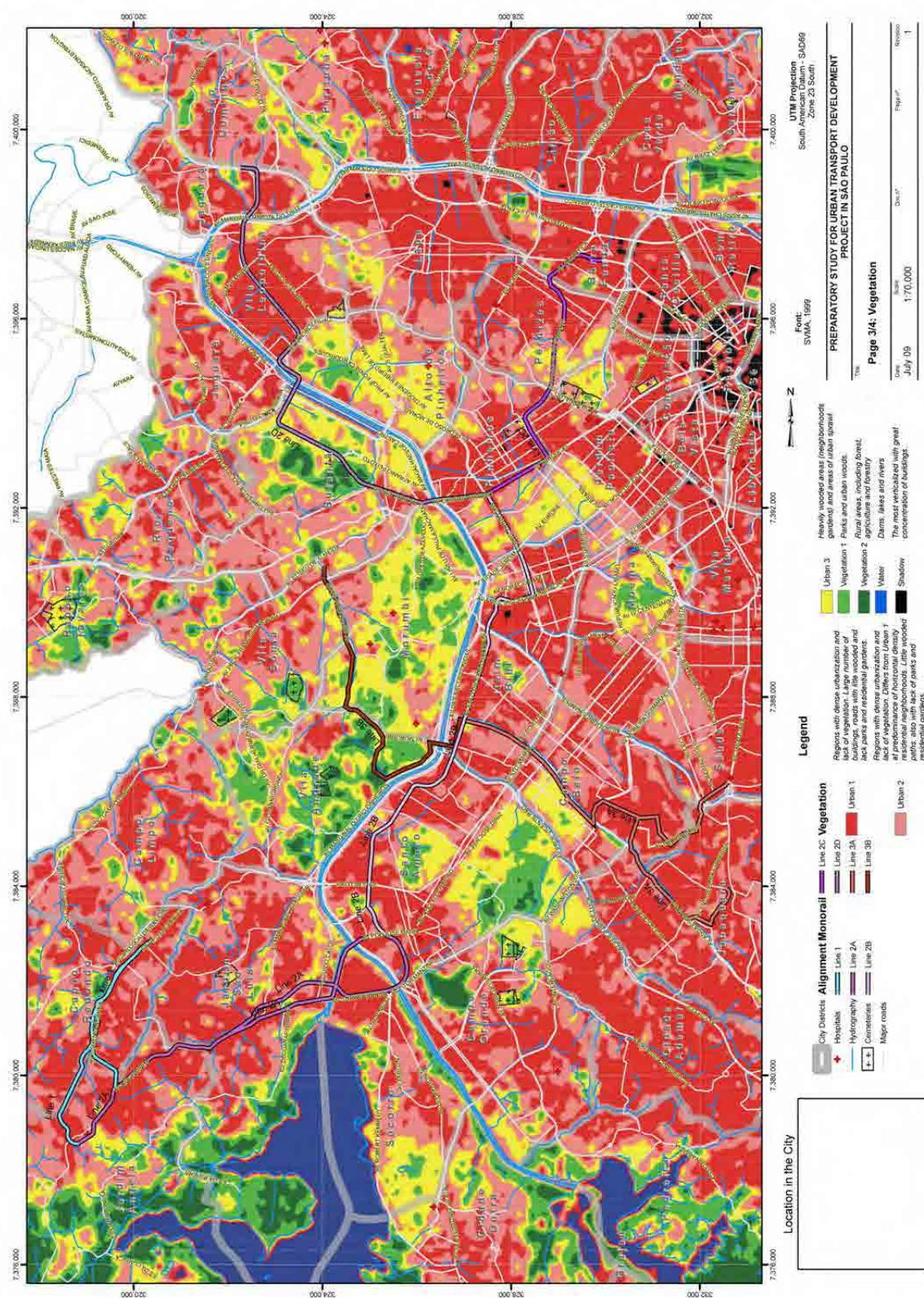
2) Monumentos Históricos e Sítios Arqueológicos

O Palácio dos Bandeirantes (sede do Governo do Estado) e o Estádio de Futebol do Morumbi são importantes monumentos da região.



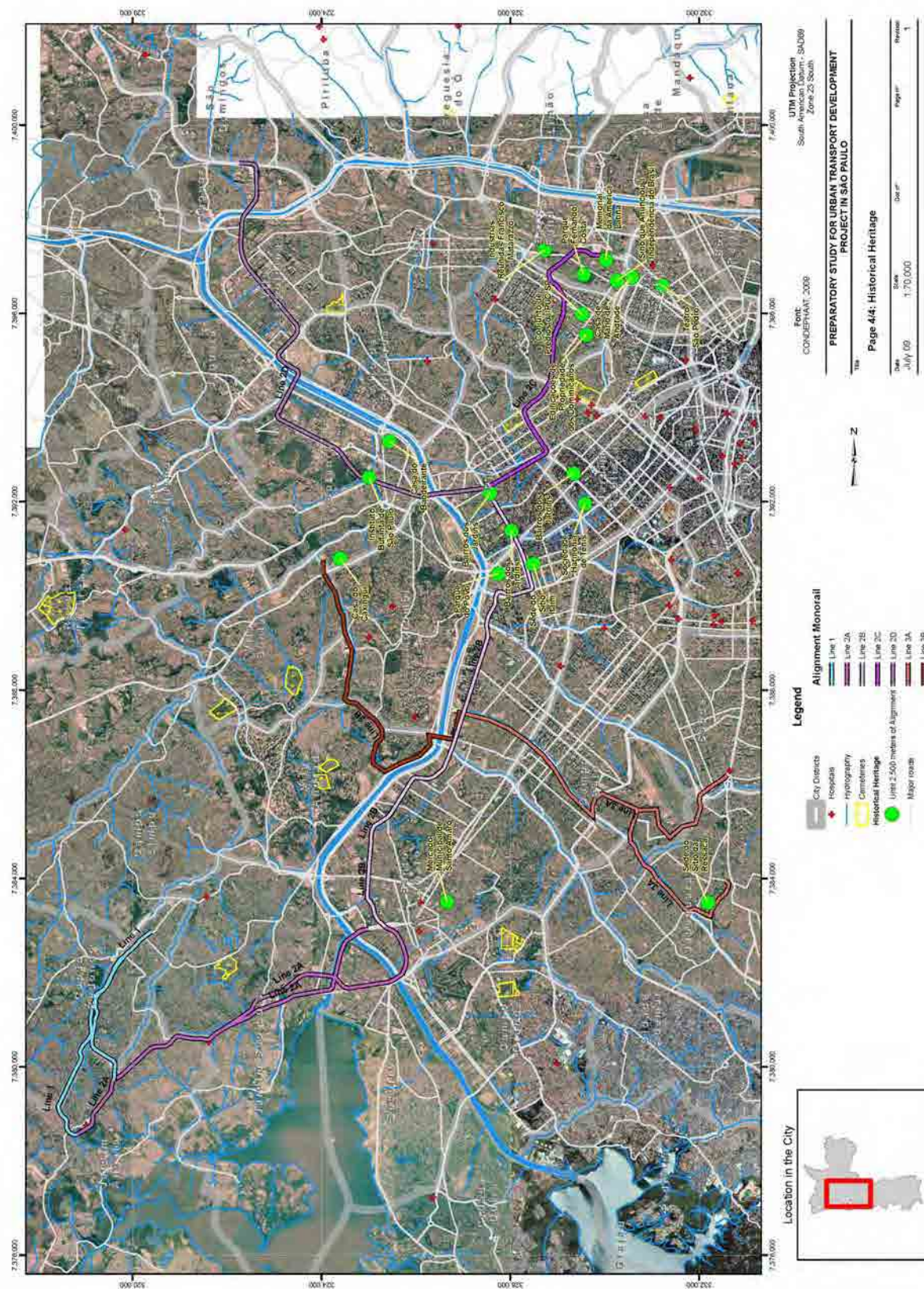
Fonte: EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA)

Figura 2-17 Altimetria



Fonte: SVMA (Secretaria do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo)

Figura 2-18 Cobertura Vegetal



Fonte: Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT)

Figura 2-19 Patrimônio Histórico

CHAPTER 3 PROJEÇÃO DE DEMANDA

3.1 ESTRUTURA SOCIOECONÔMICA

A estrutura socioeconômica futura da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) foi analisada no PITU 2025. A estrutura socioeconômica projetada inclui a população, o número de trabalhadores e o número de vagas nas escolas para os anos até 2025. Na projeção, a população da RMSP deverá crescer de 19,1 milhões em 2005 para 23,0 milhões em 2025, um aumento de 1,2 vezes no período de 20 anos. Por outro lado, o PITU 2025 não estimou a população após 2025.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) projetou a população futura do Brasil até 2025 e a do Estado de São Paulo até 2030. De acordo com esta projeção, a população brasileira atingirá seu pico em 2039, com 219 milhões de habitantes, o que representa 1,17 vezes a atual população de 186,8 milhões (2006).

Para estimar-se a população do estado, da região metropolitana e dos municípios, assumiu-se que a razão entre a taxa de crescimento do nível administrativo inferior e a do nível superior deveria ser a mesma que a da projeção do PITU até 2025 (estado x país, região metropolitana x estado, município x estado). As razões foram estimadas como se segue:

- O Estado de São Paulo em relação ao país: 0,971
- RMSP em relação ao estado: 1,326
- Município de São Paulo em relação à RMSP: 0,62
- Outros municípios em relação à RMSP: 1,734

A projeção da população do Município de São Paulo e de outros municípios na RMSP é mostrada na Tabela 3-1. A população por zona de trânsito no PITU 2025 (389 zonas) foi estimada supondo-se que a tendência de crescimento por zona de trânsito continuaria até 2045.

Tabela 3-1 Projeção da População 2005 - 2045

(Unidade: 000)

Ano	Brasil	Estado de São Paulo	RMSP	Município de São Paulo	Outros
2005	183.383	39.575	19.130	10.744	8.386
2010	193.151	41.343	20.310	11.015	9.294
2015	200.976	42.742	21.247	11.183	10.064
2020	207.228	43.873	22.185	11.350	10.834
2025	212.280	44.071	22.972	11.464	11.508
2030	216.505	45.534	23.521	11.558	11.963
2035	218.645	45.971	23.839	11.611	12.228
2040	219.075	46.059	23.904	11.622	12.282
2045	217.888	45.817	23.917	11.624	12.293

IBGE

PITU

JICA

Fonte: IBGE (cinza escuro), PITU (cinza claro), Equipe de Estudo da JICA

Os números de trabalhadores e de vagas nas escolas até 2045 foram estimados a partir da projeção do PITU 2025. Supôs-se que a taxa de aumento no PITU de 2005 a 2025 continuaria até 2045. A Tabela 3-2 mostra o resultado da projeção do número de trabalhadores e de vagas nas escolas. Supondo-se que continuará sendo a mesma a taxa de crescimento por zona de trânsito do PITU (389 zonas), foi projetado o número de trabalhadores e de vagas nas escolas.

Tabela 3-2 Projeção do Número de Trabalhadores e de Vagas nas Escolas

(Unidade: 000)

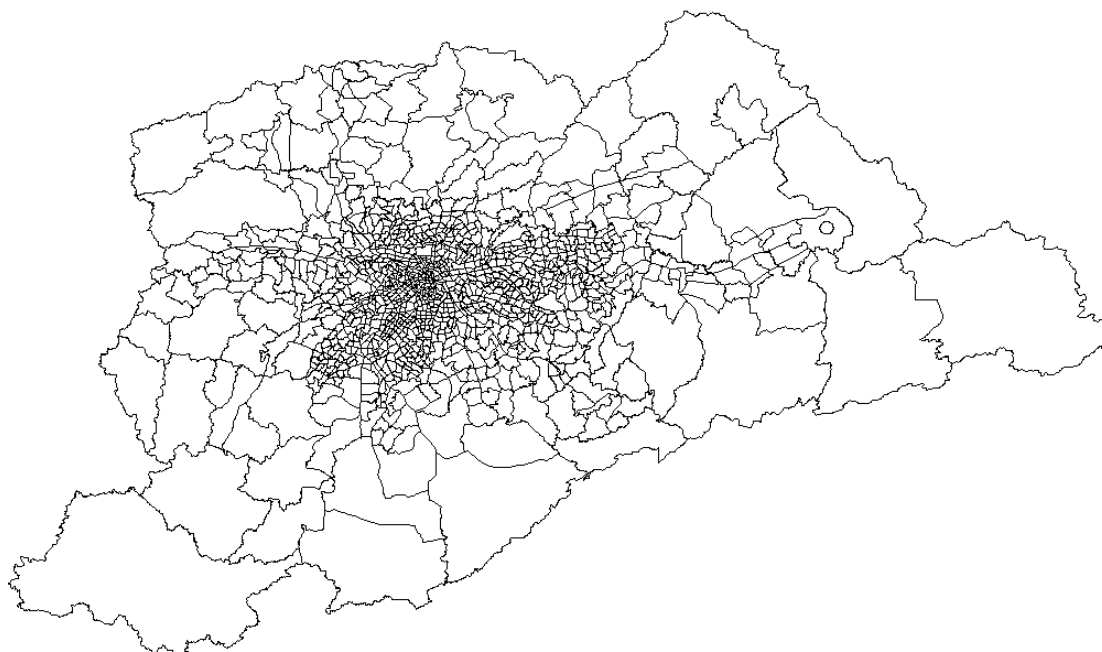
Ano	Trabalhadores		Vagas nas Escolas	
	São Paulo	Outros	São Paulo	Outros
2005	5.370	2.760	3.295	2.413
2010	5.744	2.990	3.485	2.575
2015	6.058	3.189	3.636	2.704
2020	6.372	3.389	3.787	2.833
2025	6.649	3.574	3.914	2.941
2030	6.881	3.740	4.013	3.026
2035	7.064	3.885	4.084	3.085
2040	7.193	4.004	4.124	3.117
2045	7.265	4.096	4.132	3.121

Fonte: PITU (cinza claro), Equipe de Estudo da JICA

3.2 MODELO DE PROJEÇÃO DA DEMANDA

3.2.1 Matriz OD

A SPTrans desenvolveu um modelo de projeção de demanda baseado na pesquisa Origem-Destino de 1997 para o planejamento do sistema de ônibus de São Paulo e o modelo foi utilizado para novos projetos como o projeto do Expresso Celso Garcia. No modelo da SPTrans, a OD futura para o ano 2012 foi estimada a partir da OD 1997 e da projeção socioeconômica do PITU 2025 através do método fratar. A OD futura consiste do modo privado e do modo público para o trânsito nas horas de pico, cobrindo a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) com 1158 zonas. A Figura 3-1 mostra o mapa com as 1158 zonas da RMSP. A OD foi revisada utilizando-se a Pesquisa OD 2002 e 2007.



Fonte: SPTrans

Figura 3-1 Zonas de Trânsito

3.2.2 Geração e Atração de Viagens

As futuras geração e atração de viagens por zona foram estimadas a partir da OD 2012 (horário de pico) que foi preparada pela SPTrans, aplicando-se as taxas de crescimento dos dados socioeconômicos acima projetados. A taxa de crescimento da população por zona foi aplicada para a projeção da geração de viagens, enquanto que a média da taxa de crescimento do número de trabalhadores e de vagas nas escolas por zona foi aplicada para a projeção da atração de viagens. O número total de viagens na RMSP foi estimado como sendo a média do total de gerações e de atrações de viagens. Estimou-se que o número total de viagens por transporte público no horário de pico seria de 1,5 milhões em 2012, 1,6 milhões em 2025 e 1,7 milhões em 2045, como apresentado na Tabela 3-3.

Tabela 3-3 Projeção da Geração de Viagens (total RMSP)

Ano	2012	2015	2025	2035	2045
Modo Privado	884.164	901.596	955.550	988.144	1.006.018
Modo Público	1.486.970	1.522.896	1.631.124	1.689.750	1.721.991

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

3.2.3 Participação Modal

O modo público representa 55,1% das viagens por veículo motorizado, de acordo com a Pesquisa OD 2007 (os restantes 44,9% representam o modo privado). A participação modal do modo público na Pesquisa OD 1997 era de 51,2%. Os recentes esforços para promover os transportes públicos, tais como a integração de tarifas, incentivo ao setor privado através do esquema de concessão de linhas de ônibus¹ e a expansão da rede de transportes públicos, contribuíram para o aumento da participação do modo público.

Atualmente, o ônibus representa 65% das viagens por modo público motorizado, enquanto que o metrô e o trem representam 16% e 6%, respectivamente. A participação dos ônibus, metrô e trens nas viagens por veículo motorizado é de 35,9%, 8,8% e 3,2%, respectivamente.

Com vários projetos em andamento e planejados, tais como a construção da Linha-4 do Metrô, extensão da Linha-5 e o Projeto Tiradentes, espera-se que a rede de transportes públicos de São Paulo continue a se expandir. Por outro lado, também se espera um aumento do número de viagens com carros particulares devido ao aumento de renda e ao desenvolvimento da região periférica. No PITU 2025, foram examinados vários cenários e a participação futura dos transportes públicos em viagens motorizadas foi estimada como sendo de 55 - 70%. Neste estudo, a participação modal futura dos transportes públicos foi fixada como sendo 65%, a mesma de 2007. ODs futuras do modo público foram estimadas a partir da presente OD do modo público no modelo preliminar.

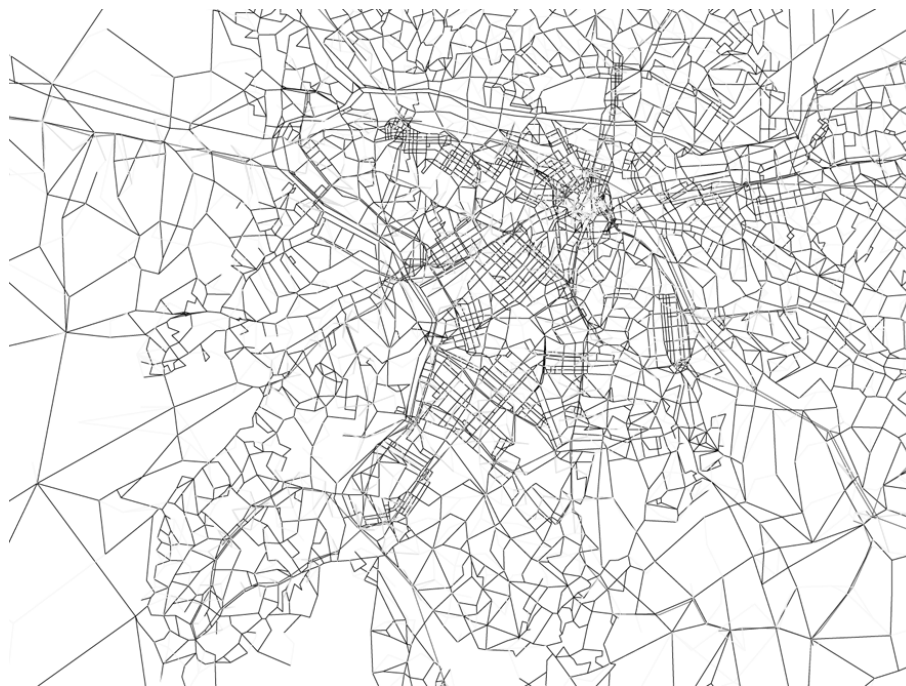
3.2.4 Distribuição das Viagens

As matrizes da OD futura com 389 zonas para o pico da manhã foram estimadas a partir da matriz da OD 2012 para o pico da manhã, e os dados de geração e atração de viagens foram estimados aplicando-se o método fratar.

¹ Anteriormente, os serviços de ônibus em São Paulo eram precários porque os operadores privados tinham poucos incentivos para oferecer um bom serviço dentro do esquema anterior de contratação.

3.2.5 Atribuição de Tráfego

Os dados da rede fornecidos pela SPTrans foram modificados de modo que conformassem com o modelo de projeção preliminar. As futuras linhas do Metrô no PITU 2025 foram adicionadas à rede, além dos dados de conexão das rotas projetadas. Os dados da rede cobrem a RMSP com aproximadamente 13.500 conexões e 7.400 pontos de intersecção. A Figura 3-2 mostra uma parte dos dados da rede.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3-2 Rede para Atribuição de Tráfego

O modelo de atribuição de tráfego neste estudo consiste da rede de rodovias e da rede de linhas de transporte. O EMME/3 foi utilizado para o cálculo da atribuição de tráfego. O modelo requer dados da operação tais como capacidade de ocupação, frequência, velocidade e tarifa de cada linha de transporte. Por outro lado, estes dados de operação são desconhecidos na fase inicial do estudo de viabilidade, devendo ser planejados com base nos resultados da projeção de demanda. Em outras palavras, o modelo de demanda precisa de um plano de operação, enquanto que o plano de operação precisa dos resultados da projeção de demanda.

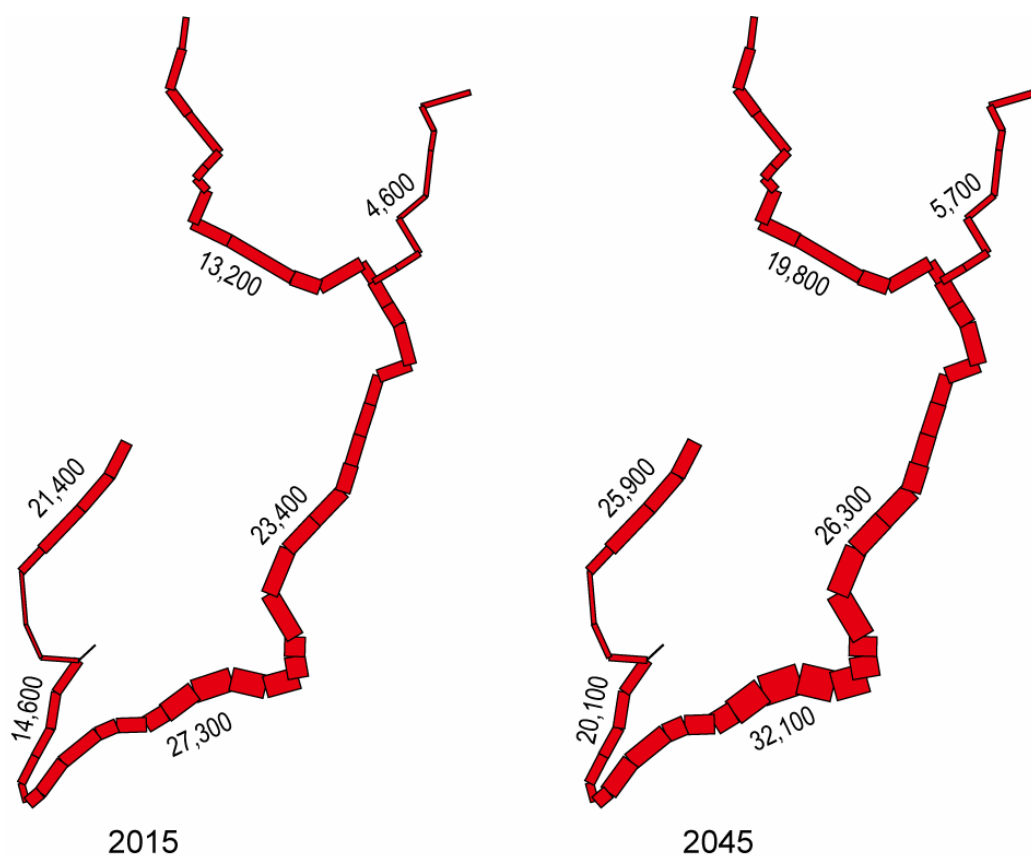
Portanto, foi realizada uma projeção de demanda preliminar antes da projeção de demanda que precisa dos dados da operação que devem ser definidos com base nos resultados da projeção de demanda. A projeção de demanda preliminar aplicou suposições muito simples, tais como:

- A velocidade de viagem dos ônibus foi calculada a partir da relação velocidade-volume
- A velocidade de viagem da ferrovia e dos transportes de média capacidade foi fixada em 35 km/h²
- Capacidade ilimitada para as ferrovias e para os transportes de média capacidade
- Tarifa gratuita para os modos de transporte público (ou tarifa constante para todos os modos com transferência gratuita)

² A velocidade de viagem foi calculada como sendo 30km/h depois da análise da curva de corrida

3.3 TRÁFEGO FUTURO

O volume futuro de tráfego no sistema de transportes de média capacidade em 2015 e 2045 foi calculado a partir da atribuição de tráfego no modelo de projeção de demanda descrito em 3.2. A Figura 3-3 mostra o resultado da atribuição de tráfego sem a limitação de capacidade do sistema de transportes de média capacidade. O volume de tráfego em PHPDT da Linha-2A foi estimado em 27.300 em 2015 e em 32.100 em 2045. Este é um tráfego relativamente alto para um sistema de transportes de média capacidade. Por outro lado, o volume de tráfego estimado da Linha-2C é pequeno, 4.600 PHPDT em 2015 e 5.700 PHPDT em 2045.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3-3 Projeção da Demanda em 2015 e 2045

Tabela 3-4 Tráfego no Horário de Pico no Sentido de Pico

		Linha-1A + Linha-2A		Linha-1A+2A+2B+2D		Todas as Linhas	
Ano		2015	2045	2015	2045	2015	2045
PHPDT	Linha-1A	13.900	18.800	11.200	15.500	14.600	20.100
	Linha-1B	-	-	-	-	21.400	25.900
	Linha-2A	23.200	28.800	29.500	34.800	27.300	32.100
	Linha-2B	-	-	26.600	29.900	23.400	26.300
	Linha-2C	-	-	-	-	4.600	5.700
	Linha-2D	-	-	13.400	20.000	13.200	19.800
Passageiros por dia		400.000	506.000	745.000	911.000	1.109.000	1.246.000
Passageiros por hora (000)		88	109	270	321	355	403
Passageiros por quilometro (000)		2,615	3.264	7.983	9.512	10.599	12.027

O número de passageiros embarcados no Jardim Ângela é limitado pela capacidade da Estrada do M'Boi Mirim (via com 2 faixas) ao sul do Jardim Ângela. Presume-se que o tráfego na Estação do Jardim Ângela, que seria um terminal de transferência entre os ônibus e o sistema de transportes de média capacidade, não afetaria a capacidade das vias adjacentes.

3.4 ANÁLISE DE CENÁRIOS

3.4.1 Composição de Linhas

A linha de transportes de capacidade média proposta consiste de cinco trechos: Linha-1A, 1B, 2A, 2B e 2D. Para avaliar o impacto de cada trecho no transporte de passageiros em São Paulo, foi realizado um conjunto de atribuições de tráfego para o ano 2015 para o caso onde apenas uma linha seria desenvolvida (por exemplo, apenas a Linha-2A). A redução dos passageiros-hora (tempo total de viagem) foi calculada para cada caso comparando-os ao caso “sem” (caso em que a linha de transporte de média capacidade não é construída). A redução do número de passageiros-hora é um dos índices que são normalmente utilizados para avaliar um projeto de transportes. A seguinte figura mostra o resultado do cálculo.

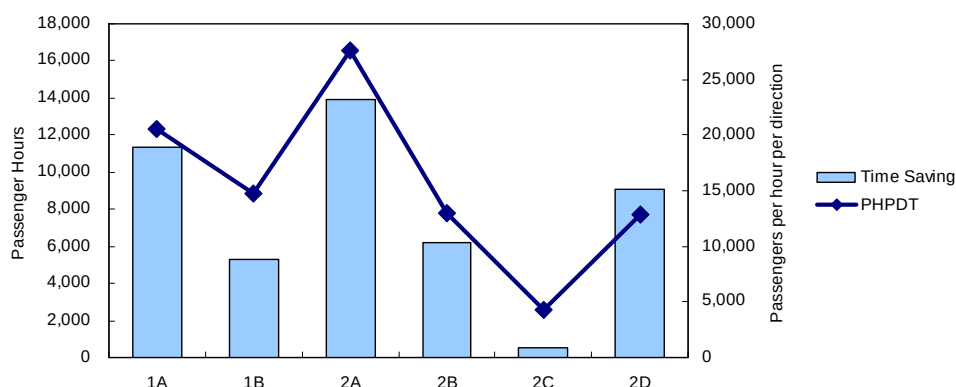


Figura 3-4 Tráfego de Pico e Economia de Tempo por Linha

A Linha-2A reduzirá o maior tempo de viagem, enquanto que a economia de tempo de viagem pela Linha-1A será a segunda maior. O impacto da Linha-1B, 2B e 2D é pequeno, sendo aproximadamente metade da Linha-1A e 2A. O volume de tráfego da Linha-2C é o menor de todos e o impacto na redução do número de passageiros-hora é muito pequeno.

A Figura 3-5 mostra o resultado da análise da combinação de duas linhas. Os três casos, Linha-1A+1B, Linha-1A+2A e Linha-2A+2B, têm praticamente a mesma redução do número de passageiros-hora. A redução do número de passageiros-hora através da combinação da Linha-1A e 2A é menor que o total simples no caso individual mostrado na Figura 3-4, porque a demanda de passageiros para a Linha-1A e 2A é duplicada. O maior tráfego da Linha-2A+2B mostra que a demanda do tráfego combinado destas duas linhas é grande.

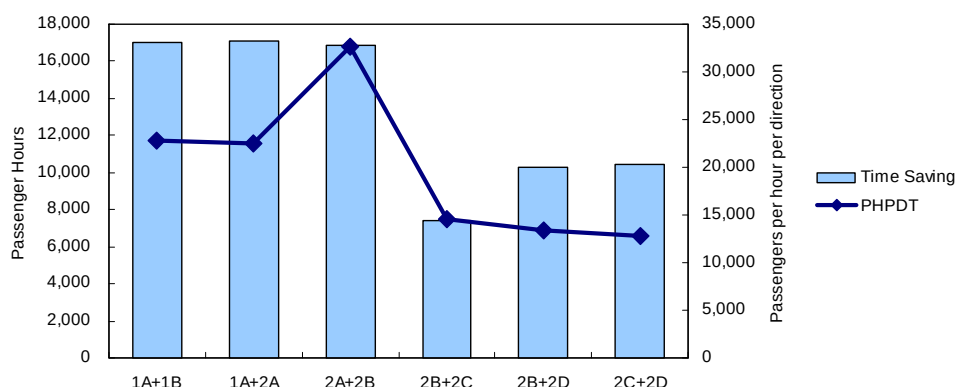


Figura 3-5 Tráfego de Pico e Economia de Tempo por Composição de Linhas (2 Linhas)

Além disso, também foi calculada a redução do número de passageiros-hora para o caso de três linhas. Neste caso, a combinação da Linha-2A, 2B e 2D atingirá o maior efeito do projeto como mostrado na Figura 3-6. Por outro lado, o efeito do projeto da combinação da Linha-2B, 2C e 2D que exclui a Linha-3A é menor que o das outras combinações.

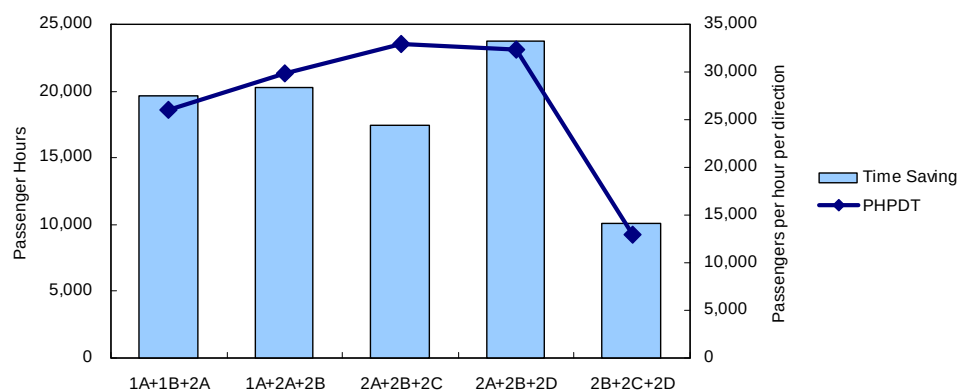


Figura 3-6 Tráfego de Pico e Economia de Tempo por Composição de Linhas (3 Linhas)

No caso em que o número de linhas é quatro, a combinação da Linha-1A, 2A, 2B e 2D reduzirá o maior número de passageiros-hora entre todas as combinações possíveis como mostrado na Figura 3-7.

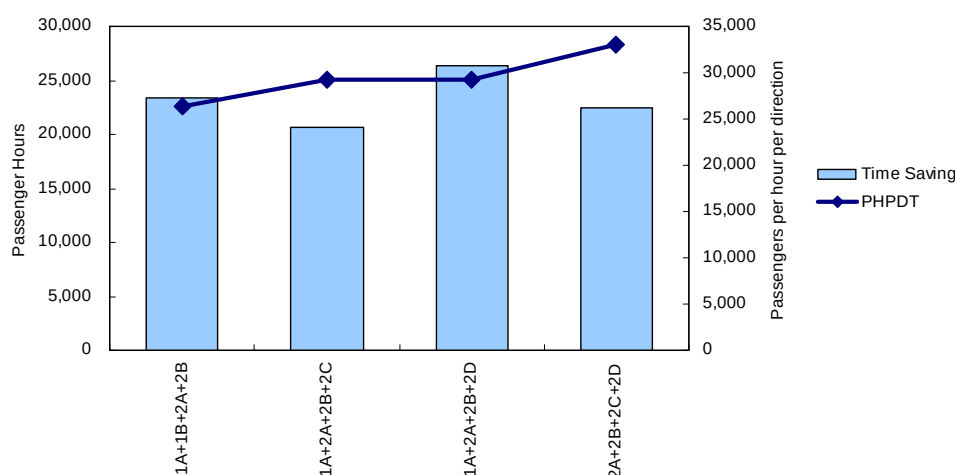


Figura 3-7 Tráfego de Pico e Economia de Tempo por Composição de Linhas (4 Linhas)

A partir da análise acima, se forem alocadas seis linhas em três fases (2 linhas em uma fase) de acordo com a prioridade, é proposta a seguinte combinação.

Fase-1	Fase-2	Fase-3
1A+1B ou, 1A+2A ou, 2A+2B	1A + 2A + 2B + 2D	Todas

Uma vez que a Linha-1B não está incluída na Fase-2, a Fase-1 deverá ser a combinação de 1A+2A ou 2A+2B. De todo modo, a Linha-2A deve ser a rota com maior prioridade porque ela está incluída em ambos os casos.

Note que o modelo de projeção de demanda para a projeção preliminar foi utilizado para a simulação.

3.4.2 Alternativa de Tarifas

Existem três sistemas de tarifa diferentes do transporte urbano em São Paulo: 1) tarifa de ônibus urbano com valor único de R\$ 2,30; 2) ferrovia com tarifa única de R\$ 2,55 e 3) ônibus intermunicipal com tarifa que depende da distância. Para a análise da política de tarifas do sistema de transportes de média capacidade, foram estudadas as seguintes três alternativas:

- Alternativa-1: O sistema de transportes de média capacidade pertence ao sistema de ônibus com a mesma tarifa e benefícios de integração
- Alternativa-2: O sistema de transportes de média capacidade pertence ao sistema do Metrô e da CPTM com a mesma tarifa e benefícios de integração
- Alternativa-3: O sistema de transportes de média capacidade é um sistema independente com sua própria tarifa e sem desconto para a transferência para os outros modos.

A atribuição de tráfego foi realizada no EMME/3 para as três alternativas sob as seguintes condições:

- Ano meta = 2045;
- A rota da Linha-2A = rota original (diretamente sobre a Estrada do M'Boi Mirim);
- Velocidade de operação = 33km/h
- Intervalo entre trens = 1,5 minutos
- Capacidade = 29.200 passageiros/hora/sentido

A figura abaixo mostra o resultado da análise alternativa para a política de tarifas. O volume de passageiros da Alternativa-2 (tarifa do Metrô & CPTM) é maior que o da Alternativa-1 (tarifa SPTrans) na Linha-1B, 2A e 2C. Estas linhas têm conexão com as linhas do metrô e transportam passageiros que precisam se transferir para as linhas do metrô para realizar sua viagem da origem ao destino. Por outro lado, a conexão com a rede de ônibus é mais importante para a Linha-1A, 2B e 2D. No caso da Alternativa-3 (tarifa independente), o volume de tráfego é menor que nos outros casos, exceto para a Linha-2A e 2B. Se for aplicado o sistema de tarifa independente, os passageiros evitarão se transferir para outro modo, o que aumentará o volume de tráfego na Linha-2A e 2B.

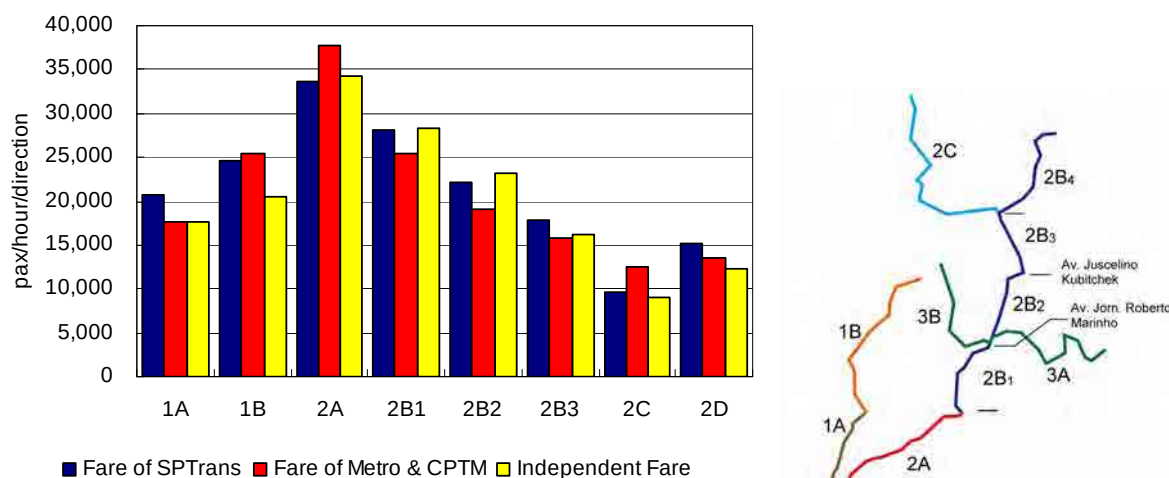


Figura 3-8 Análise de Alternativas para a Política de Tarifas

3.4.3 Impacto da Linha-1B.

A Linha-1B não foi incluída na rota de estudo. Por outro lado, a linha está incluída no plano de construção do monotrilho que foi oficialmente anunciado em outubro de 2009, sendo necessário considerar o impacto da linha. Uma vez que se espera que a Linha-1B seja a principal rota alimentadora da Linha Amarela do Metrô, espera-se uma alta demanda de tráfego. A Figura 3-9 mostra a comparação da demanda de tráfego entre os casos “com Linha-1B” e “sem Linha-1B”. A Linha-1B aumenta o volume de tráfego da Linha-1A e diminui o da Linha-2A e 2B.

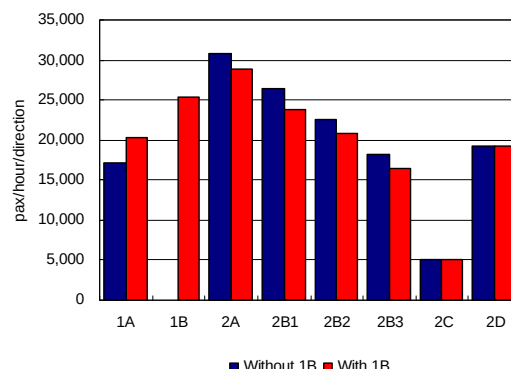
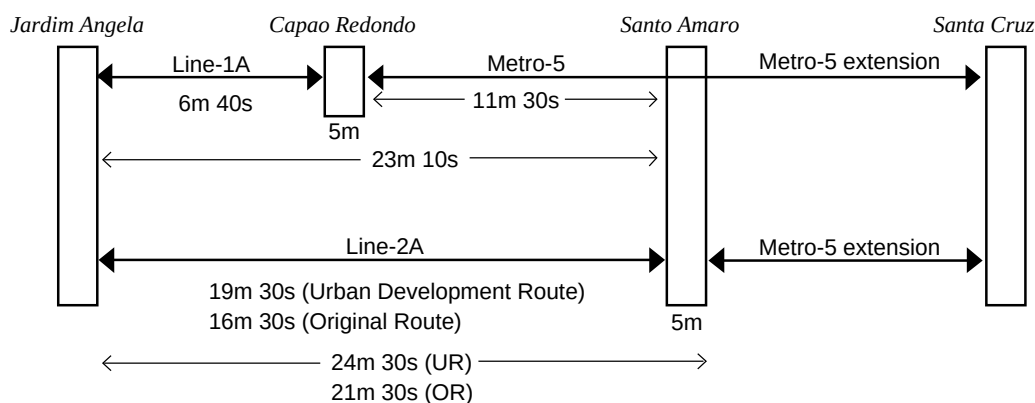


Figura 3-9 Impacto da Linha-1B

3.4.4 Participação das Linhas 1 e 2

Como descrito em 3.4.1, a demanda de passageiros das Linhas 1A e 2A será duplicada. A origem e destino da demanda de passageiros do Jardim Ângela para Santo Amaro no horário de pico da manhã foram analisados na projeção de demanda. Os resultados mostram que aproximadamente 40% dos passageiros vêm do Jardim Ângela, enquanto que os restantes 60% embarcam nas estações entre o Jardim Ângela e Santo Amaro.

Existem duas rotas entre o Jardim Ângela e Santo Amaro: 1) Linha-2A e 2) Linha-1A & Linha Lilás do Metrô. A primeira rota é preferível para os passageiros no corredor porque o tempo de viagem é menor e a tarifa é mais barata. Por outro lado, o tempo de viagem entre o Jardim Ângela e o destino além de Santo Amaro é quase o mesmo devido ao tempo de transferência em Santo Amaro como mostrado na Figura 3-10, e a condição da tarifa é a mesma (ambas as rotas demandam a transferência entre o monotrilho e o metrô).



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3-10 Tempo de Viagem entre o Jardim Ângela e Santo Amaro

A projeção de demanda foi realizada com base na rota original. No caso da rota de desenvolvimento urbano, o tempo de viagem entre o Jardim Ângela e o centro da cidade utilizando a Linha-1 é menor que o da Linha-2A, o que aumenta a projeção da demanda da Linha-1A e diminui o da Linha-2A. A demanda da Linha-2A será de 31.200 PHPDT 2045, o que é relativamente maior que a do sistema de transportes de média capacidade. Por outro lado, supondo-se que um quarto do tráfego do Jardim Ângela para Santo Amaro seja convertido na Linha-1A, o tráfego na Linha-2A será 28.1000 PHPDT, que é um volume adequado para um sistema de transportes de média capacidade.

CHAPTER 4 PLANO DE ROTAS E DE TRANSPORTE

4.1 PLANO DE ROTAS

4.1.1 Rede

A Figura 4-1 mostra a futura rede ferroviária incluindo o sistema de transporte de média capacidade proposto e as linhas de Metrô e da CPTM existentes e futuras. Com relação ao plano de rotas do sistema de transporte proposto, as Linha-1, Linha-2A, 2B, 2C e 2D foram propostas levando-se em consideração a demanda de passageiros, espaço utilizável para estruturas, existência de obstáculos e impacto ambiental, etc.

As condições que deverão ser levadas em consideração no planejamento das rotas são as seguintes:

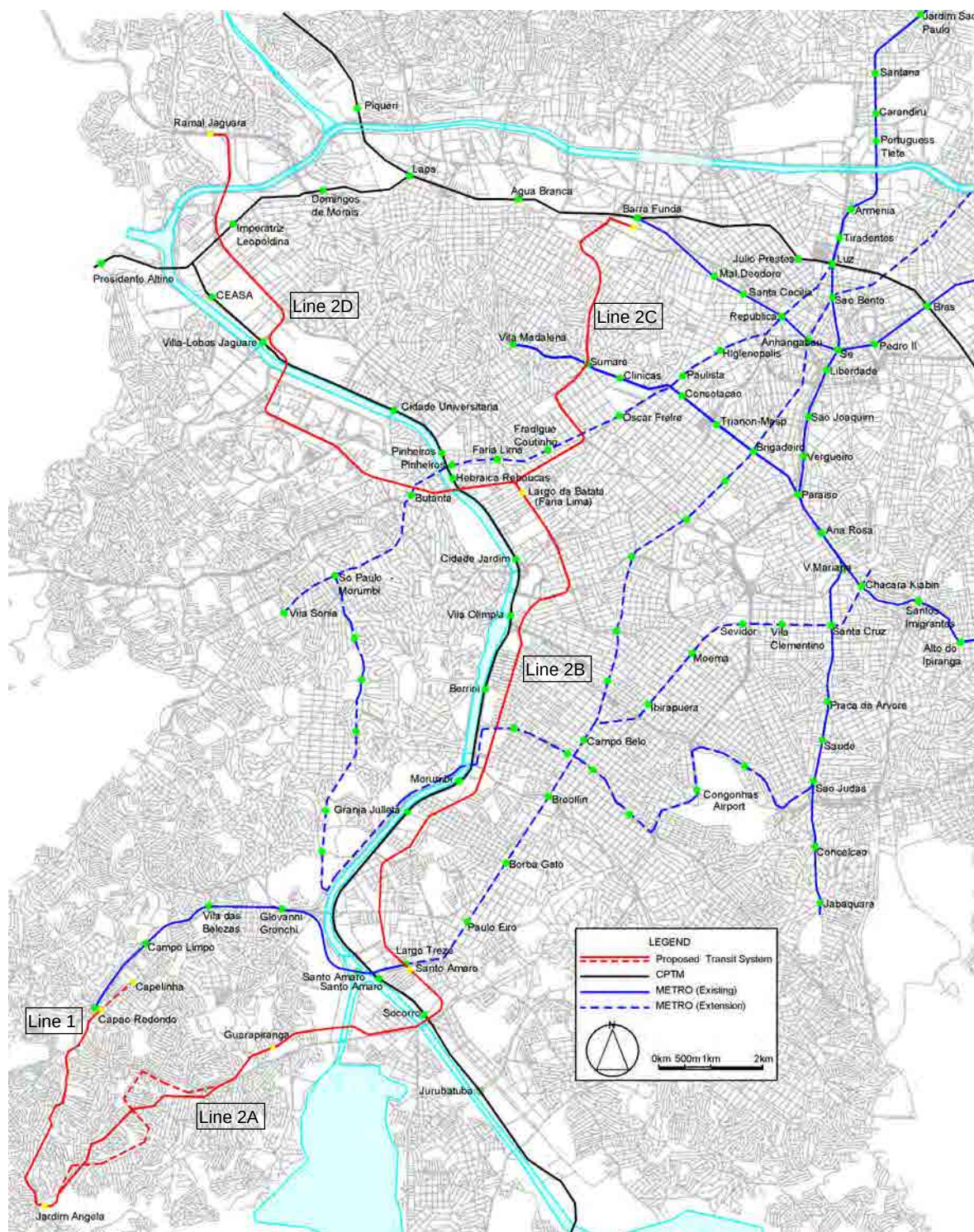
- 1) Basicamente, os trilhos serão construídos no espaço público sobre as vias tronco, suportados por pilares que serão construídos no canteiro central das vias. Para minimizar a necessidade de aquisição de terrenos, são preferíveis vias largas para as rotas. custo de construção deste tipo de estrutura é menor que o da construção de um túnel.
- 2) Do ponto de vista da demanda de passageiros, as rotas devem oferecer capacidade de transporte suficiente para a demanda futura. Como alinhamento ideal para a operação com velocidade programada superior a 30 km/h e serviço frequente, as seguintes condições devem ser consideradas.

Trilhos:	Trilhos duplos, Direção do lado da mão direita (sentido anti-horário)
----------	--

Alinhamento horizontal:	Uma curva ampla é preferível. Basicamente, os raios das curvas devem ter no mínimo 100 m no trilho principal. Quando inevitável, os raios das curvas podem ser diminuídos até 50 m.
-------------------------	---

Alinhamento vertical;	Basicamente, o greide deve ser de no máximo 6,0 % no trilho principal. Quando inevitável, 8,0% é aplicável no trecho entre estações.
-----------------------	--

- 3) Da perspectiva do ambiente natural e social, é desejável que a rota não tenha impacto negativo sobre o meio ambiente. Ou, que seja possível implantar uma rota que possa mitigar o impacto negativo através de contramedidas apropriadas.



Fonte; Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-1 Plano de Rotas

4.1.2 Plano de rota por Linha

(1) Linha-1

A Linha-1 foi definida como sendo a rota entre o Jardim Ângela e Capelinha, passando por Capão Redondo, com uma extensão de aproximadamente 5 km. O terminal de ônibus do Jardim Ângela está localizado ao lado da Estrada do M'Boi Mirim. O Capão Redondo está

localizado a aproximadamente 800 m à sudoeste da Capelinha e tem uma estação da Linha 5 do Metrô. Na Capelinha, existe um terminal de ônibus ao longo da Linha 5 do Metrô, mas não há estação do Metrô onde os passageiros possam fazer transferência. A linha 5 do Metrô é uma rota entre o Capão Redondo e Santo Amaro, e a sua extensão até a Estação Santa Cruz da linha 1 do Metrô está em construção. Quando a extensão da linha 5 do Metrô estiver concluída e a Linha-1 do sistema de transporte proposto for introduzida, o Jardim Ângela, Capão Redondo, Santo Amaro e a região central estarão conectados por um sistema de transporte por trilhos.

Uma vez que o atual terminal de ônibus do Jardim Ângela é pequeno em comparação com sua grande demanda, a construção de um novo terminal de ônibus está sendo considerada pela SPTrans. A localização do novo terminal de ônibus será na encosta localizada a cerca de 400 m a sudoeste do atual terminal de ônibus, ao longo da M'Boi Mirim. No Jardim Ângela, a estação da Linha-1 será localizada na área do novo terminal de ônibus de modo a integrar-se com o serviço BRT.

Quando se considera a extensão futura da Linha-1 até a Vila Sônia, uma vez que o trecho estendido começa no Capão Redondo, o trecho entre o Capão Redondo e a Capelinha se torna dispensável. Além disso, a SPTrans planeja realocar o terminal de ônibus existente na Capelinha para o Capão Redondo que tem estação do Metrô para melhorar a integração entre ônibus e Metrô.

Portanto, recomenda-se que um trecho de 4,2 km entre o Jardim Ângela e o Capão Redondo seja construído como Linha-1, excluindo-se um trecho de 800 m entre o Capão Redondo e a Capelinha.

A estrutura dos trilhos da Linha-1 será construída no espaço acima das vias de 4 faixas, Av. Simão Caetano Nunes, R. Abílio Cesar e Av. Ellis Maas, que não têm canteiro central, e sobre o rio que corre em paralelo à Av. Comendador Santana.

(2) Linha-2A

A Linha-2A é uma rota com aproximadamente 10 km que conecta o Jardim Ângela e Santo Amaro ao longo da Estrada do M'Boi Mirim – uma via-tronco com 6 faixas e canteiro central amplo. Entre estas 6 faixas, as 2 faixas centrais são utilizadas pelo BRT. Linha-2A será conectada com a Linha-1 no Jardim Ângela e será integrada à linha 5 do Metrô e à linha 9 da CPTM em Santo Amaro.

Com relação às características geográficas da Linha-2A, existe um declive do Jardim Ângela em direção a Santo Amaro. Em particular, o trecho entre 2,5km e 5km tem um declive acentuado de mais de 6% (o ponto inicial 0 km é a estação no Jardim Ângela). No trecho entre 5km e 7km, a Linha-2A está distante da M'Boi Mirim e passa sobre o rio que corre no lado norte do terminal de ônibus do Guarapiranga. Com relação a este trecho de rio, a prefeitura de São Paulo está considerando a elaboração de um projeto de controle de enchentes cuja construção será realizada antes da instalação do sistema de transporte proposto. Depois de passar pelo Rio Guarapiranga, pelo Rio Pinheiros e pela Linha 9 da CPTM, a Linha-2A se aproxima de Santo Amaro. Além disso, o pátio de manobras do sistema de transportes proposto será localizado em um terreno vazio ao lado do Rio Guarapiranga.

A Linha-2A tem 2 alternativas. Uma é chamada de “Rota Original” e é introduzida na M'boi Mirim como mencionado acima. A outra alternativa é chamada de “Rota da Área de Desenvolvimento” e é baseada no conceito de desenvolvimento urbano. Esta alternativa tem extensão de 11km, passando por áreas de renovação urbana que estão a 500 m da Estrada do M'Boi Mirim.

(3) Linha-2B

A Linha-2B é uma rota de 11 km que abriga o novo eixo de tráfego na direção norte-sul conectando o Largo da Batata e Santo Amaro. Os corredores onde a rota será instalada possuem mais de 8 faixas e um amplo canteiro central onde existem frondosas árvores.

Por outro lado, no trecho entre a Santo Amaro e a Av. Dr. Chucri Zaidan, que é um trecho de aproximadamente 2 km no lado sul da Linha-2B, não há corredor suficiente para a instalação do sistema de transporte de média capacidade. Entretanto, neste trecho, está planejada a construção de uma nova via larga no plano diretor do município de São Paulo, sendo que o sistema de transportes proposto será instalado sobre esta via.

(4) Linha-2C

A rota do sistema proposto se ramifica em Linha-2C e Linha-2D no Largo Batata, o extremo norte da Linha-2B. A Linha-2C é uma rota de 7,2 km entre o Largo da Batata e a Barra Funda que passa no lado leste do Cemitério São Paulo. Na Barra Funda, existe uma estação onde tem início a linha 3 do Metrô e as linhas 7 e 8 da CPTM.

Como característica geográfica, a Av. Paulo VI e a Av. Sumaré possuem taludes para cruzar o morro no ponto entre o cemitério São Paulo e a Barra Funda. No alto deste morro, existe uma ponte elevada com dois andares que cruza a Av. Sumaré. A ponte superior é a ponte da Av. Dr. Arnaldo e a ponte inferior abriga a estação Sumaré da linha 2 do Metrô.

A Av. Sumaré sob a estação Sumaré da Linha 2 do Metrô tem um canteiro central largo e oito faixas, existindo uma faixa exclusiva para motos nos dois sentidos ao lado do canteiro central. Existem árvores frondosas crescendo no canteiro central da avenida. Uma parte da Av. Sumaré pertence a uma área especial de preservação cultural onde o desenvolvimento é restrito, sendo que as árvores do canteiro central também estão contidas no objeto da preservação.

(5) Linha-2D

A Linha-2D é uma rota de 11,6 km entre o Largo da Batata e o Ramal Jaguaré, que requer a construção de três pontes sobre os rios Pinheiros e Tietê.

(6) Extensão futura (Linha-1B)

De acordo com anúncio do prefeito do município de São Paulo, datado de 1 de dezembro de 2009, a extensão em direção ao norte da Linha-1 do Capão Redondo até a Vila Sônia, através do Campo Limpo, será tentada.

Este trecho tem 11 km de extensão e 2 estações do Metrô localizadas em ambas as extremidades do mesmo. As estações do Metrô das Linhas 5 e 4 estão localizadas no Capão Redondo e na Vila Sônia, respectivamente.

4.1.3 Conceito do arranjo das estações

A localização das estações é concebida levando-se em consideração a conveniência e a segurança dos passageiros. São necessários espaço suficiente e alinhamento adequado nos locais onde as estações serão construídas. Além disso, é desejável que as estações estejam localizadas em trecho plano, sem declividade, para garantir a segurança das operações dos trens.

As condições que deverão ser levadas em consideração no arranjo das estações são as seguintes;

- a) Da perspectiva da conveniência dos passageiros, a estação deve estar preferencialmente localizada perto de áreas residenciais densamente ocupadas ou de distritos comerciais e/ou de negócios.
- b) Da perspectiva do bem-estar social, é importante que a estação dê acesso a grandes hospitais e escolas.
- c) De modo a estruturar a rede de transportes públicos da cidade de São Paulo, através da coordenação com o Metrô, a CPTM e os ônibus, as estações do sistema de transporte proposto deverão estar localizadas próximo a estações de trem e/ou terminais de ônibus.
- d) De modo a realizar operação eficiente e atender à demanda local, a distância entre estações deve ser mantida entre 600 m e 1.500 m.
- e) Para evitar-se a aquisição de terrenos para a construção das estações, vias largas são preferíveis para a instalação das mesmas.
- f) O alinhamento dos trilhos de uma seção de estação deve seguir os seguintes padrões.

Alinhamento horizontal: É desejável que a linha seja reta. Basicamente, os raios das curvas devem ter no mínimo 300 m na seção da estação.

Alinhamento vertical: É desejável que esteja em nível. Basicamente, o greide deve ser de no máximo 0,5 % na seção da estação.

4.1.4 Arranjo das estações por Linha

(1) Arranjo das estações da Linha-1

A Tabela 4-1 mostra a localização das estações da Linha-1.

Tabela 4-1 Localização das estações da Linha-1

Estações Km	Distância (m)	Descrição do local/Corredor	Instalações
L1-1(2A-1) 0+000	775m	Novo terminal de ônibus do Jardim Ângela	Novo terminal de ônibus do Jardim Ângela Hospital
L1-2 0k810m	625m	Paralela à R. Abílio César	
L1-3 1k450m	765m	Paralela à R. Abílio César	
L1-4 2k150m	785m	Rio paralelo à Av. Comendador Santana	Intersecção
L1-5 2k950m	1200m	Rio paralelo à Av. Comendador Santana	
L1-6 4k150m		Av. Ellis Maas	Estação do Metrô de Capão Redondo

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(2) Arranjo das estações da Linha-2A

A Tabela 4-2 e a Tabela 4-3 mostram a localização das estações da Linha-2A via Rota Original e Rota da Área de Desenvolvimento, respectivamente.

Tabela 4-2 Localização das estações da Linha-2A (Rota Original)

Estações Km	Distância (m)	Descrição do local/Corredor	Instalações
(1-1)			
050m	(725m)	Em frente ao terminal de ônibus do Jardim Ângela	Novo terminal de ônibus do Jardim Ângela Hospital
2A-1a (futura)			
800m	(895m)	Atrás do hospital	Acesso ao Hospital e ao terminal de ônibus existente
2A-2			
1k500m	765m	M'Boi Mirim	
2A-3			
2k450m	1200m	M'Boi Mirim	Escola
2A-4			
3k650m	1350m	M'Boi Mirim	
2A-5			
4k970m	1070m	M'Boi Mirim	Terminal de ônibus Guarapiranga
2A-6			
6k070m	750m	Rio Ponte Baixa	
2A-7			
6k970m			Escola Pátio de Manobras
2A-8	1100m		
8k020m	890m	Guarapiranga	
2A-9			
8k920m	(810m)	Guarapiranga (rio Pinheiros0	Estação Socorro da CPTM
2A-9a (futura)			
9k720m	(380m)	Guarapiranga (rio Pinheiros0	Estação Socorro da CPTM
2A-10			
10k110m		Terminal de ônibus de Santo Amaro	Terminal de ônibus de Santo Amaro, estações do Metrô e da CPTM

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-3 Localização das estações da Linha-2A (Rota da Área de Desenvolvimento)

Estações km	Distância (m)	Descrição do local/Corredor	Instalações
2A-1 (1-1)			
0k050m	(735m)	Em frente ao terminal de ônibus do Jardim Ângela	Novo terminal de ônibus do Jardim Ângela Hospital
2A-1a (futura)			
0k800m	(800m)	Atrás do hospital	Acesso ao Hospital e ao terminal de ônibus existente
2A-2			
1k600m	1015m	Cruzamento com a M'Boi Mirim	
2A-3			
2k600m	885m		Escola
2A-4			
3k500m	700m	Cruzamento com a M'Boi Mirim	Igreja
2A-5			
4k200m	1015m		
2A-6			
5k200m	1165m		
2A-7			
6k350m	1070m	M'Boi Mirim	
2A-8			
7k450m	750m	Rio Ponte Baixa	Terminal de ônibus Guarapiranga
2A-9			
8k350m	1100m		Escola Pátio de Manobras
2A-10			
9k400m	890m	Guarapiranga	
2A-11			
10k300m	(810m)	Guarapiranga (rio Pinheiro)	Estação Socorro da CPTM
2A-9a (futura)			
11k100m	(380m)	Guarapiranga (rio Pinheiros)	Estação Socorro da CPTM
2A-12			
11k490m		Terminal de ônibus de Santo Amaro	Terminal de ônibus de Santo Amaro, estações do Metrô e da CPTM

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(3) Arranjo das estações da Linha-2B

A Tabela 4-4 mostra a localização das estações da Linha-2B.

Tabela 4-4 Localização das estações da Linha-2B

Estações km	Distância (m)	Descrição do local/Corredor	Instalações
2B-1 0k000m	900m	Terminal de ônibus de Santo Amaro	Terminal de ônibus de Santo Amaro Estações do Metrô, CPTM
2B-2 0k900m		Via planejada no Plano Diretor do Município	
2B-3 1k450m	550m	Via planejada no Plano Diretor do Município	Corredor de Ônibus João Dias
2B-4 2k550m	1085m	Via planejada no Plano Diretor do Município	
2B-5 3k800m		Via planejada no Plano Diretor do Município	
2B-6 4k750m	1280m	Via planejada no Plano Diretor do Município	
2B-7 5k400m	860m	Av. Dr. Chucris Zaidan	Shopping Morumbi Estação da CPTM
2B-8 6k600m	725m	Av. Dr. Chucris Zaidan	Via com edifícios de escritórios
2B-9 7k250m	1150m	Av. Engenheiro Luis Carlos Berrini	Via com edifícios de escritórios
2B-10 7k950m		Av. Engenheiro Luis Carlos Berrini	Via com edifícios de escritórios
2B-11 8k850m	750m	Av. Chedid Jafet	Estação da CPTM
2B-12 9k700m	885m	Av. Presidente Juscelino Kubitschek	Via com edifícios de escritórios
2B-13 10k600m	995m	Av. Brig Faria Lima	Via com edifícios de escritórios
2B-14 11k290m	755m	Av. Brig Faria Lima	Via com edifícios de escritórios
	690m	Av. Brig Faria Lima	Via com edifícios de escritórios

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(4) Arranjo das estações da Linha-2C

Tabela 4-5 mostra a localização das estações da Linha-2C.

Tabela 4-5 Localização das estações da Linha-2C

Estações	Distância (m)	Descrição do local/Corredor	Instalações
2C-1(2B-14) 12k000m	1000m	Av. Brig Faria Lima	Via com edifícios de escritórios
2C-2 13k000m		Rebouças	Estação da Linha 4 do Metrô
2C-3 14k150m	1150m	Henrique Schaumann	Cemitério São Paulo
2C-4 14k950m	800m	Av. Sumaré	Área residencial
2C-5 15k700m	765m	Av. Sumaré	Estação Sumaré do Metrô Área residencial
2C-6 16k350m	605m	Av. Sumaré	Área residencial
2C-7 17k200m	865m	Av. Sumaré	Área residencial
2C-8 18k250m		Av. Antártica	Estádio de futebol
2C-9 19k225m	975m	Av. Auro Soares de Moura Andrade	Estação Barra Funda

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(5) Arranjo das estações da Linha-2D

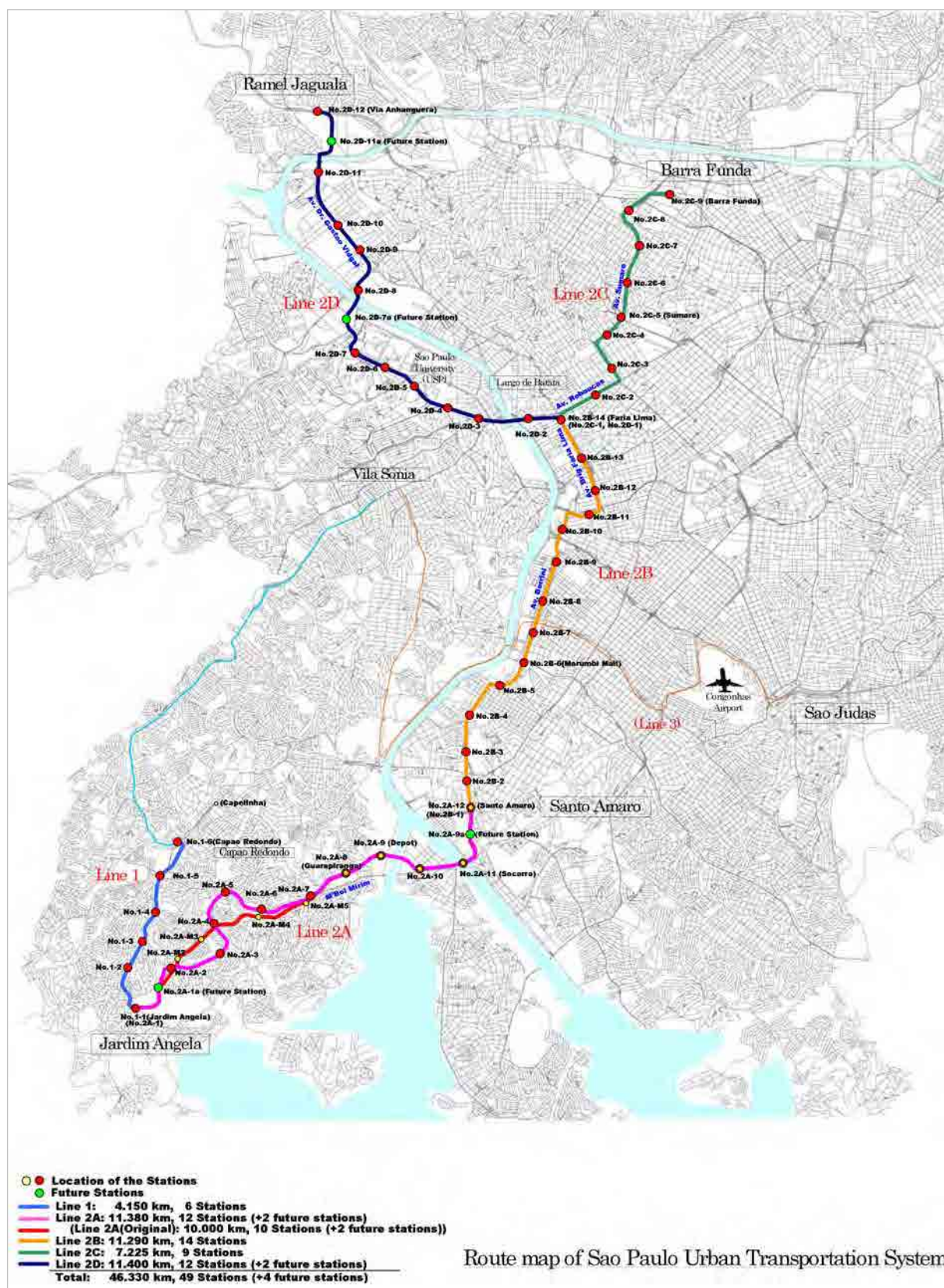
A Tabela 4-6 mostra a localização das estações da Linha-2D.

Tabela 4-6 Localização das estações da Linha-2D

<i>Estações Km</i>	<i>Distância (m)</i>	<i>Descrição do local/Corredor</i>	<i>Instalações</i>
2D-1(2B-14) 12k000m	830m	Av. Brig Faria Lima	Via com edifícios de escritórios
2D-2 12k830m		Av. Eusébio Matoso	
2D-3 13k850m	1020m	Av. Waldemar Ferreira	Estação da Linha 4 do Metrô
2D-4 14k550m	715m	Av. Afrânio Peixoto	
2D-5 15k450m	885m	Cidade Universitária	Universidade de São Paulo
2D-6 16k250m	850m	Cidade Universitária	Universidade de São Paulo
2D-7 16k950m	650m	Cidade Universitária	Universidade de São Paulo
2D-7a (Future) 17k700m	(870m)	Av. Escola Politécnica	Entrada para a Universidade de São Paulo
2D-8 18k570m	(765m)	Av. Das Nações	Estação da CPTM
2D-9 19k690m	1090m	Av. Dr. Gastão Vidigal	Distrito industrial na Vila Leopoldina
2D-10 20k480m		Av. Dr. Gastão Vidigal	Distrito industrial na Vila Leopoldina
2D-11 21k800m	1285m	Av. Dr. Gastão Vidigal	
2D-11a (Future) 22k300m	(600m)	Av. Federico Fellini	
2D-12 23k375m	(950m)	Via Anhanguera	

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

A Figura 4-2 mostra a localização das estações de cada linha.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-2 Localização das Estações

4.2 SELEÇÃO DO SISTEMA

4.2.1 Requisitos do sistema

O sistema adequado deve ser selecionado considerando-se a demanda de transporte, as condições da rota e as relações com planos autorizados.

De acordo com o resultado da previsão da demanda de transportes (Tabela 4-7), as rotas do estudo, exceto a Linha-2C, requerem uma capacidade de transportes de mais de 20.000 passageiros por hora por sentido no horário de pico, sendo que a Linha-2A e a Linha-2B requerem uma capacidade de transporte de aproximadamente 30.000 passageiros por hora por sentido no horário de pico.

Tabela 4-7 Demanda de transportes por sentido de pico no horário de pico (passageiros/hora)

Linhas	Linha-1	Linha-2A	Linha-2B	Linha-2C	Linha-2D
2015	14.600	27.300	23.400	4.600	13.200
2045	20.100	32.100	26.300	5.700	19.800

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Para satisfazer esta demanda de transporte, o sistema demanda um espaço exclusivo separado do tráfego normal de veículos. O BRT necessitará de um espaço amplo, com duas ou mais faixas por sentido, para atender esta demanda, mas não é realista fornecer tal espaço amplo para o BRT no nível do solo ou mesmo em estrutura elevada ao longo das rotas do estudo.

Considerando este fato, o metrô é o primeiro candidato para as rotas de estudo. No entanto, a instalação de trilhos com a declividade apropriada para rodas de metal é difícil ao longo da Linha-1 e da Linha-2A devido às declividades acentuadas das rotas. Existem alguns trechos difíceis para alinhamento do metrô ao longo da Linha-2B e da Linha-2C em termos de restrição de curvatura e de espaço de via, o que torna difícil introduzir o sistema metrô como um sistema elevado. Embora seja possível um sistema subterrâneo para a Linha-2B e para a Linha-2C, isso não será possível considerando a escala da demanda de transporte.

Por causa das restrições de alinhamento e da demanda de transporte que não é tão grande para justificar o sistema subterrâneo, será difícil introduzir o metrô nas rotas do estudo. Por outro lado, o sistema de transporte de média capacidade, que é descrito nas seções seguintes deste capítulo, pode satisfazer a demanda de transporte e ser instalado mesmo com as restrições de alinhamento.

O plano da rede ferroviária futura está incluído no PITU 2020, mas as rotas do estudo não estão incluídas na rede futura, embora estejam planejadas no plano diretor estratégico (PDE) como sistema de transporte público a ser desenvolvido na cidade. Portanto, a introdução do sistema ferroviário urbano requer a revisão global dos planos de transporte urbano existentes.

Com consequência, recomenda-se introduzir o sistema de transporte de média capacidade nas rotas do estudo.

Por outro lado, a demanda de transporte da Linha-2C é de aproximadamente 4.600 passageiros por hora por sentido no horário de pico, o que é adequado para o sistema BRT. Entretanto, como existe a possibilidade de que a introdução do mesmo sistema como Linha-2B possibilite uma operação eficiente e econômica, a Linha-2C será estudada como um sistema de transporte de média capacidade.

Existem vários tipos de transporte classificados na categoria de sistema de transporte de média capacidade, mas nem todos os tipos são aplicáveis para este caso. O estudo conclui que

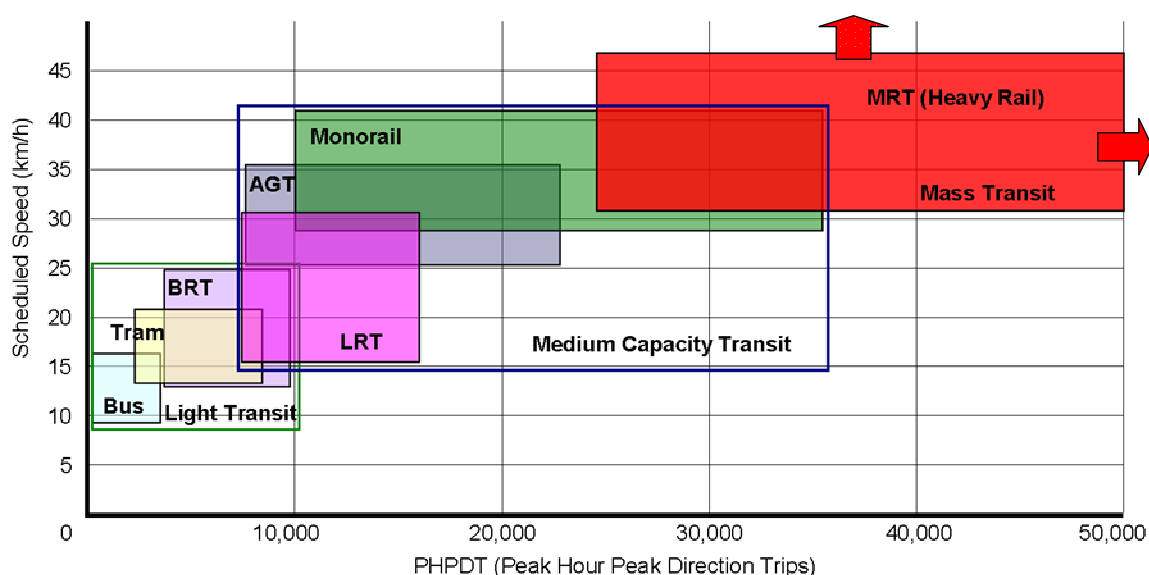
o monotrilho é o melhor sistema entre todos os sistemas de transporte de média capacidade, como descrito nas seções seguintes deste capítulo que tratam da seleção do sistema.

4.2.2 Conceito do sistema de transportes de média capacidade

Exceto naqueles países onde estão em operação vários tipos de sistemas de transportes urbanos, em vários países, o principal sistema de transportes públicos é o ônibus e os veículos pesados sobre trilhos. Nestes países, para preencher a lacuna de capacidade entre o ônibus e o veículo pesado sobre trilhos, foi desenvolvido o sistema BRT (Transporte Rápido por Ônibus). O BRT tem tido uma operação bem sucedida em várias cidades e nos últimos anos se espalhou por todo o mundo. Entretanto, como o BRT se baseia na operação de ônibus, existe uma limitação de capacidade. Embora tenham sido utilizados corpos articulados duplos ou triplos para aumentar sua capacidade, a lacuna de capacidade entre os veículos sobre trilhos e os ônibus não foi preenchida pelo BRT. Portanto, muitas cidades do mundo agora estão procurando por um sistema de transportes de média capacidade com capacidade maior que o BRT e que forme parte do sistema de transportes urbanos.

Existem vários tipos de sistemas de transportes de média capacidade, como o LRT (transporte leve sobre trilhos), AGT (transporte automático guiado), monotrilho (tipos Straddle e de suspensão), maglev, metrô linear, etc., que estão em operação em alguns países. Entretanto, estes países ainda são poucos.

Devido ao número limitado de fabricantes e à falta de dados sobre o histórico operacional, o sistema maglev (levitação magnética como o HSST do Japão) foi excluído deste estudo e não é mostrado no gráfico. Portanto, os sistemas LRT, AGT, Monotrilho e Metrô Linear são definidos neste estudo como Sistemas de Transportes de Média Capacidade nos quais a capacidade em PHPDT (viagens no horário de pico no sentido de pico) varia entre 8.000 e 36.000, aproximadamente.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-3 Sistema de Transportes Urbanos - Gráfico de Seleção do Sistema

A capacidade de transportes pode ser demonstrada através de uma combinação de PHPDT e Velocidade Programada. A PHPDT significa o número de passageiros no horário de pico e no sentido de pico. A velocidade programada significa a velocidade média de um sistema incluindo o tempo de parada nas estações.

Embora classificados como Transportes de Média Capacidade, existem diferenças de PHPDT e Velocidade Programada entre os sistemas monotrilho, AGT e LRT. Quando o LRT é construído no greide, isto é, no mesmo nível das vias por onde transitam os veículos, é difícil manter uma velocidade programada alta devido aos semáforos. A capacidade do AGT é geralmente menor que do monotrilho porque o comprimento do carro do AGT é muito menor que o do monotrilho.

4.2.3 Capacidade de transportes em São Paulo

Quando a Linha 1 do Metrô de São Paulo foi construída em 1974, o sistema foi projetado para operar com um trem com 6 vagões, tendo as estações subterrâneas sido construídas de acordo com este projeto. As Linhas 3 (1979, 1988) e Linha 2 (1991) seguintes também foram construídas com os mesmos padrões.

Devido à limitação do comprimento do trem, o Metrô de São Paulo tentou diminuir o intervalo entre trens e aumentar a capacidade quando a demanda crescia mais que o previsto. Naqueles dias, o Metrô de São Paulo operava com intervalo entre trens de 90 segundos nas horas de pico, com planos para alcançar 76 segundos de intervalo entre trens utilizando sistema de sinalização por blocos móveis. Com a diminuição do intervalo entre trens, o PHPDT aumentou, no entanto, devido ao congestionamento da linha, a velocidade programada diminuiu proporcionalmente. Uma das razões desta tentativa de diminuir o intervalo entre trens é o espaço limitado da plataforma. Metrô de São Paulo precisa colocar os passageiros nos trens para evitar o excesso de pessoas nas plataformas das estações.

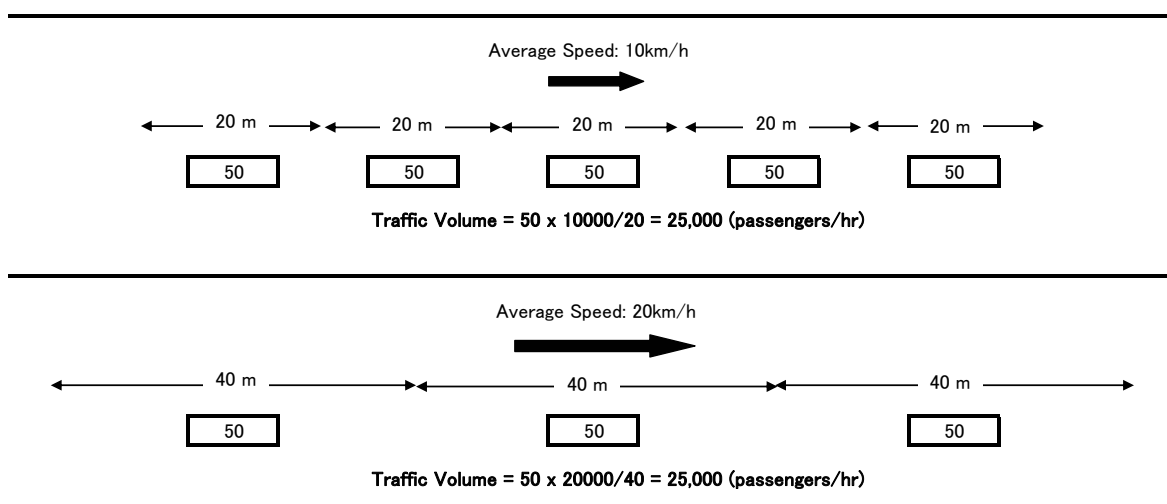
A mesma situação pode ser verificada na operação do BRT em linhas-tronco. Há registros de que o PHPDT do BRT na área da Linha 2A (entre Jardim Ângela e Santo Amaro) em São Paulo é de 25.000 aproximadamente nas horas de pico da manhã. Entretanto, a velocidade programada é menor que 10 km/h devido ao congestionamento pesado na via como mostrado na Figura 4-4. Em outras palavras, o PHPDT pode alcançar 25.000 porque a velocidade programada é razoavelmente pequena.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-4 Congestionamento na M'Boi Mirim

Este fato pode ser explicado através do seguinte modelo simplificado:



Note: 50 means bus and number of passengers

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-5 Velocidade Média e PHPDT do BRT

Se os ônibus, que transportam 50 passageiros cada, estão correndo a uma velocidade média de 10 km/h a cada 20 m (cada 7,2 seg.), o PHPDT em um trecho é calculado como se segue:

- $\text{PHPDT (10km/h)} = 50 \text{ (passageiros)} \times 10 \text{ km} / 20 \text{ m} = 25.000$

Neste caso, a relação Passageiro-km é 250.000.

Quando os mesmos ônibus estão correndo a uma velocidade média de 20 km/h a cada 40 m (cada 7,2 seg.), o PHPDT pode ser calculado como se segue:

- $\text{PHPDT (20km/h)} = 50 \text{ (passageiros)} \times 20\text{km}/40 \text{ m} = 25.000$

Neste caso, por causa da velocidade média maior, a relação Passageiro-km se torna 500.000.

Os cálculos acima significam que, mesmo que o PHPDT seja o mesmo, a capacidade de transportes em termos de “Passageiro-km” muda dependendo da velocidade programada. A causa do congestionamento de trânsito existente no Jardim Ângela – Santo Amaro parece ser a existência de muitos ônibus excedendo a capacidade da via.

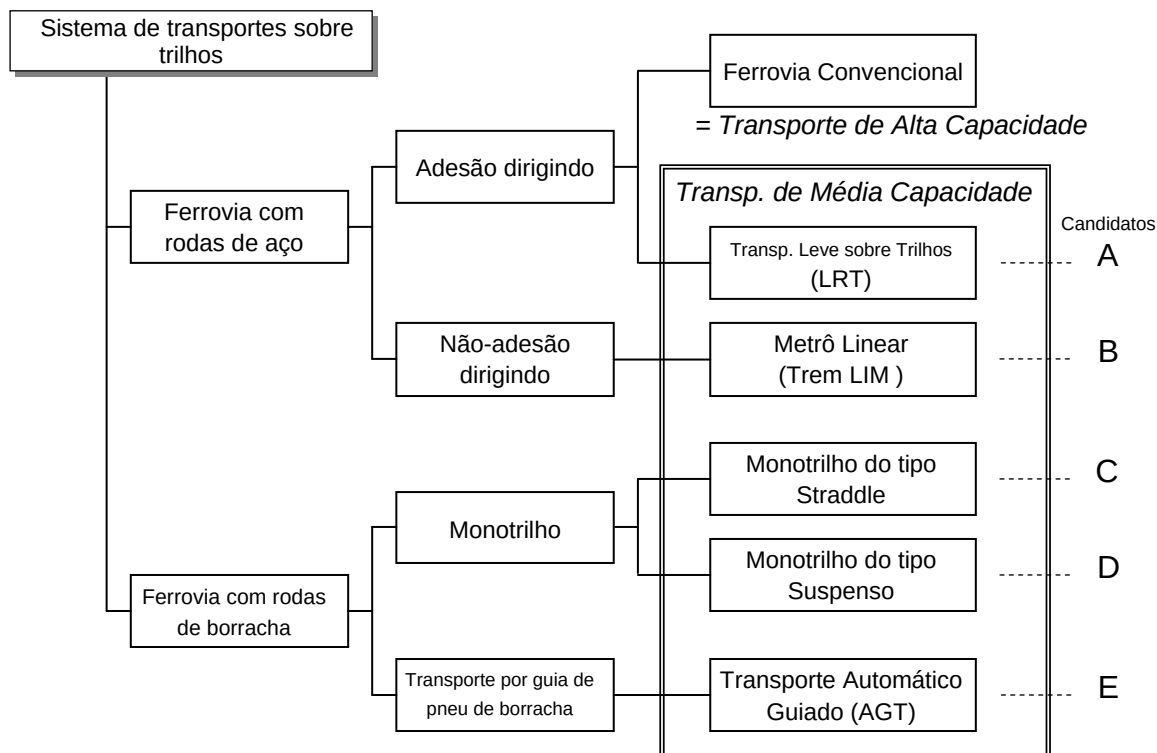
A densidade de passageiros é outro fator para o planejamento do sistema de transportes urbanos. De acordo com informações do Metrô de São Paulo, sua densidade máxima planejada é 6 passageiros/m². A observação real no horário de pico da manhã também demonstra tal densidade. Entretanto, os trens da CPTM estão operando com densidade maior devido a um intervalo entre trens maior e maiores distâncias de operação. De acordo com informação da CPTM, a densidade de passageiros algumas vezes excede 10 passageiros/m² em alguns trechos.

Com base na situação de São Paulo acima mencionada, no planejamento de um sistema de transportes de média capacidade, os seguintes fatores devem ser considerados no projeto da capacidade de transporte.

- Demanda futura
- Intervalo entre trens da operação
- Densidade de passageiros (passageiros/m²)

4.2.4 Sistemas candidatos

Os sistemas de transportes com base em trilhos introduzidos em várias cidades do mundo são classificados como mostra a Figura 4-6. O sistema de transportes de média capacidade que será introduzido em São Paulo foi selecionado dos seguintes candidatos A a E.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

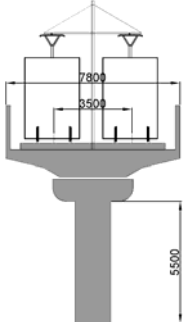
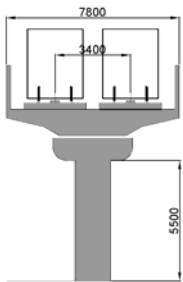
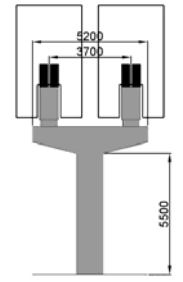
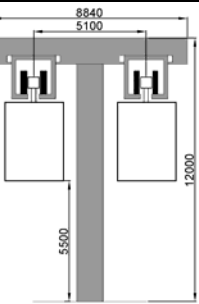
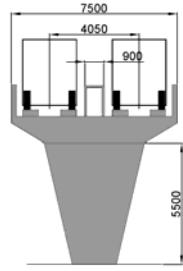
Figura 4-6 Candidatos a Sistema de Transportes de Média Capacidade

4.2.5 Seleção do sistema aplicável

A estrutura de trilhos do sistema de transporte é instalada principalmente acima do espaço das vias através da construção de pilares no canteiro central das mesmas. Além disso, o edifício da estação também é construído como uma estrutura elevada acima da via. A distância entre estações é de aproximadamente 880 m, sendo menor que a do Metrô.

As principais características de cada candidato, o desempenho operacional e a capacidade, são descritos na Tabela 4-8 e Tabela 4-9, respectivamente.

Tabela 4-8 Principais Características de Cada Candidato

	Aparência	Exemplo de estrutura de trilhos	Observações
A	LRT 		<u>Características</u> A pista pode ser instalada na via e/ou em espaço exclusivo no chão. Este sistema também pode ser adaptado para viadutos e locais subterrâneos. <u>Estrutura</u> No caso de estrutura elevada, a estrutura dos trilhos consiste de laje de concreto, trilhos de aço e pilares. Os trilhos de aço são colocados em uma laje de concreto elevada. Para linha aérea, é necessário pólo elétrico.
B	Trem LIM 		<u>Características</u> A força de tração é produzida pelo motor linear e pela placa de reação, que são equipados respectivamente no truque ferroviário e nos trilhos. Rodas e trilhos de aço são utilizados para guiar e para suportar a carga. <u>Estrutura</u> No caso de estrutura elevada, a estrutura dos trilhos consiste de laje de concreto, trilhos de aço, placa de reação e pilares. A placa de reação é colocada cuidadosamente entre os trilhos de ambas as pistas na laje de concreto elevada.
C	Monotrilho do tipo Straddle 		<u>Características</u> O veículo tem sua base bipartida no meio da qual se encaixa uma viga construída no espaço acima da via e corre com o uso de pneus de borracha. <u>Estrutura</u> A estrutura dos trilhos é uma viga delgada em forma de I e/ou Caixa. Apenas as vigas delgadas são instaladas nos pilares como estrutura de concreto. A laje elevada não é necessária exceto em pontes de transição e nas estações.
D	Monotrilho do tipo Suspenso 		<u>Características</u> O veículo fica suspenso na viga construída no espaço acima da via e corre com o uso de pneus de borracha. <u>Estrutura</u> A estrutura dos trilhos é uma viga em forma de caixa. A estrutura é mais alta que a dos outros sistemas porque o trem fica suspenso. A laje elevada não é necessária, exceto nas estações. Normalmente, a estrutura é feita de aço.
E	AGT 		<u>Características</u> O veículo corre na via exclusiva construída com lajes de concreto utilizando pneus de borracha. <u>Estrutura</u> A estrutura dos trilhos consiste de uma laje de concreto. A superfície da via para o trem é colocada cuidadosamente na laje elevada de concreto.

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-9 Desempenho Operacional e Capacidade

	LRT	Trem LIM	Monotrilho do tipo Straddle	Monotrilho do tipo Suspenso	AGT
Tamanho					
Dimensões (C x L x A) (m)	53,4 x 2,45 x 3,65 (9 vagões-trem)	16,0 x 2,50 x 3,15 (Vagão)	15,0 x 2,98 x 5,2 (Vagão)	15,0 x 2,65 x 4,8 (Vagão)	9,0 x 2,47 x 3,34 (Vagão)
Comprimento do trem (m)	53,4m / 9 vagões	96m / 6 vagões	90m / 6 vagões	90m / 6 vagões	54m / 6 vagões
Carga do Eixo	10 tons (100KN) 10 eixos por 9 vagões-trem	11 tons (110KN) 4 eixos por vagão	11 tons (110KN) 4 eixos por vagão	8,5 tons (85KN) 4 eixos por vagão	9 tons (90KN) 2 eixos por vagão
Desempenho Operacional na Linha Principal					
Curva mínima	R=20m	R=100m	R=60m	R=50m	R=50m
Declividade máxima	i = 40‰	i = 60‰	i = 60‰	i = 60‰	i = 60‰
Capacidade de transporte					
Passageiros por trem	430	980	1.000	710	470
PHPDT com intervalo entre trens de 180 segundos	430	980	1.000	710	470
Com intervalo entre trens de 120 segundos	8.600 PHPDT	19.600 PHPDT	20.000 PHPDT	14.200 PHPDT	9.400 PHPDT

Nota: Quanto à capacidade de transporte, a capacidade de passageiros em pé em condição de lotação total é considerada como sendo 6 passageiros em pé por m².

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

4.2.6 Sistema Proposto

A adequação dos sistemas candidatos – transporte leve sobre trilhos (LRT), ferrovia com motor linear (LIM), monotrilho do tipo Straddle, monotrilho do tipo suspenso e transporte automático guiado (AGT) – foi avaliada com base nas condições das rotas em termos de capacidade, declividade, alinhamento e impacto nas árvores das vias.

(1) Linha-1

As principais precondições para a seleção do sistema da Linha-1 são as seguintes:

- -se que a Linha-1 se estenda do Capão Redondo até a Vila Sônia. O sistema deve considerar futura expansão.
- Linha-1 passa por um trecho com declividade acentuada.
- A demanda de passageiros da Linha-1 é estimada em aproximadamente 14.000 – 20.000 PHPDT.
- As vias ao longo da rota são estreitas e sinuosas.

O LRT não pode ser escolhido como o sistema proposto por causa da segunda e da terceira condições. O LIM não pode ser selecionado devido à última condição considerando que a curvatura mínima do LIM é 100 m. O AGT não é adequado para satisfazer a demanda. Portanto, o monotrilho do tipo Straddle e do tipo suspenso, que podem atender à demanda de passageiros, são os sistemas possíveis para a Linha-1. O sistema proposto deve ser selecionado a partir destes dois sistemas considerando a conexão com a Linha-2A.

Tabela 4-10 Avaliação dos Sistemas para a Linha-1

	LRT	LIM	Monotrilho Tipo Straddle	Monotrilho do tipo Suspenso	AGT
Capacidade	C	A	A	A	C
Declividade	---	A	A	A	A
Alinhamento	A	C	A	A	A
Árvores nas vias	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Nota: A= Satisfatório, B= Possível, C= Difícil e não recomendável, -- = Impossível, N.A.= Não se aplica

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(2) Linha-2A

As principais precondições para a seleção do sistema da Linha-2A são as seguintes:

- A demanda futura será relativamente alta, aproximadamente 23.000 - 35.000 PHPDT.
- Existem trechos com declividade acentuada na Estrada do M'Boi Mirim.

O LRT não pode ser selecionado por causa dos trechos com declividade acentuada. E o monotrilho do tipo suspenso e o AGT não são adequados para satisfazer a demanda. O LIM e o monotrilho do tipo Straddle podem satisfazer as condições acima, sendo então os dois sistemas possíveis para a Linha-2A.

Tabela 4-11 Avaliação dos Sistemas para a Linha-2A

	LRT	LIM	Monotrilho Tipo Straddle	Monotrilho do tipo Suspenso	AGT
Capacidade	--	A	A	C	C
Declividade	--	A	A	A	A
Alinhamento	A	A	A	A	A
Árvores nas vias	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Nota: A= Satisfatório, B= Possível, C= Difícil e não recomendável, -- = Impossível, N.A.= Não se aplica

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(3) Linha-2B

As principais precondições para a seleção do sistema da Linha-2B são as seguintes:

- As vias ao longo da rota são planas.
- A demanda futura será relativamente alta, aproximadamente 23.000 - 30.000 PHPDT.
- A rota precisa de curvas fechadas nas intersecções com as vias.
- A paisagem urbana ao longo da Linha-2B é bonita com modernos edifícios comerciais e de escritórios e vias arborizadas.

O LRT, monotrilho do tipo suspenso e AGT não são adequados para a Linha-2B porque estes sistemas não podem satisfazer a demanda, enquanto que o LIM e o monotrilho do tipo straddle podem. A Linha-2B atravessa várias vias e algumas delas são cruzadas em ângulo fechado. Uma vez que a curvatura mínima do LIM é maior que a do monotrilho do tipo straddle, a condição de alinhamento é desfavorável para o LIM. Considerando a paisagem urbana, o monotrilho do tipo straddle é melhor que o LIM porque a estrutura da viga do monotrilho não é tão deprimente como a estrutura da laje do LIM. Portanto, o monotrilho do tipo straddle é o sistema proposto para a Linha-2B.

Tabela 4-12 Avaliação dos Sistemas para a Linha-2B

	LRT	LIM	Monotrilho Tipo Straddle	Monotrilho do tipo Suspenso	AGT
Capacidade	--	A	A	C	C
Declividade	A	A	A	A	A
Alinhamento	A	B	A	A	A
Árvores nas vias	C	C	B	B	C

Nota: A= Satisfatório, B= Possível, C= Difícil e não recomendável, -- = Impossível, N.A.= Não se aplica

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(4) Linha-2C

As principais precondições para a seleção do sistema da Linha-2C são as seguintes:

- A demanda futura é de aproximadamente 5.000 PHPDT.
- As árvores localizadas no canteiro central das vias formam uma bela paisagem ao longo da rota. O impacto sobre as árvores deve ser minimizado.
- Existem duas curvas em ângulo reto ao longo da rota.

O LIM não é adequado para a Linha-2C por causa das curvas fechadas na esquina do cemitério e da intersecção da Av. Rebouças. Considerando que a paisagem urbana com as árvores das ruas é uma condição importante desta rota, o monotrilho é mais favorável que o LRT e o AGT.

Tabela 4-13 Avaliação dos Sistemas para a Linha-2C

	LRT	LIM	Monotrilho Tipo Straddle	Monotrilho do tipo Suspenso	AGT
Capacidade	A	A	A	A	A
Declividade	A	A	A	A	A
Alinhamento	A	C	A	A	A
Árvores nas vias	B	B	A	A	B

Nota: A= Satisfatório, B= Possível, C= Difícil e não recomendável, -- = Impossível, N.A.= Não se aplica

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(5) Linha-2D

As principais precondições para a seleção do sistema da Linha-2D são as seguintes:

- A demanda futura é 13.000 – 20.000 PHPDT.
- Existem muitas árvores nas vias da universidade. O impacto sobre as árvores deve ser minimizado.
- A Linha-2D cruza o rio em três locais.
- É necessário um raio pequeno nas esquinas da rota.

O LRT e o AGT não são adequados para satisfazer a demanda. O LIM não é adequado por causa da necessidade de uma curvatura mínima. Os dois tipos de monotrilho são possíveis para esta rota, sendo também vantajosos considerando o impacto na paisagem urbana.

Tabela 4-14 Avaliação dos Sistemas para a Linha-2D

	LRT	LIM	Monotrilho Tipo Straddle	Monotrilho do tipo Suspenso	AGT
Capacidade	C	A	A	A	C
Declividade	A	A	A	A	A
Alinhamento	A	C	A	A	A
Árvores nas vias	B	B	A	A	B

Nota: A= Satisfatório, B= Possível, C= Difícil e não recomendável, -- = Impossível, N.A.= Não se aplica

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

4.2.7 Resumo da avaliação

Os resultados da avaliação acima são apresentados em resumo na Tabela 4-15. É preciso considerar a integração de cada linha de modo que a operação contínua seja possível. Considerando isto, o monotrilho do tipo straddle é proposto para a Linha-2A, 2B, 2C e 2D. Além do monotrilho do tipo straddle, o monotrilho do tipo suspenso também pode ser proposto para a Linha-1. Considerando a localização do pátio de manobras, recomenda-se a escolha do mesmo tipo de sistema da Linha-2A para a Linha-1 uma vez que a área disponível para o pátio de manobras é limitada.

Tabela 4-15 Sistemas Propostos por Linha

Linha	Extensão	Sistema Proposto	Rede	Sistema Proposto considerando a rede
1	4,15 km	- Monotrilho do tipo Straddle - Monotrilho do tipo Suspenso	Futura expansão até a Vila Sônia	Monotrilho do tipo Straddle ou Monotrilho do tipo Suspenso
2A	11,38km	- Trem LIM - Monotrilho do tipo Straddle	Linha Integrada	Monotrilho do tipo Straddle
2B	11,29km	- Monotrilho do tipo Straddle - Trem LIM		
2C	7,23km	- Monotrilho do tipo Straddle - Monotrilho do tipo Suspenso	Operação contínua com 2B	
2D	11,40km	- Monotrilho do tipo Straddle - Monotrilho do tipo Suspenso	Operação contínua com 2B	

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Como resultado, o monotrilho do tipo Straddle foi selecionado como sendo o sistema de transporte de média capacidade adequado para São Paulo.

4.3 PLANO DE TRANSPORTES

4.3.1 Política Operacional

A política operacional do sistema monotrilho do tipo Straddle (doravante denominado “Monotrilho”) é tornar os serviços de transporte de média capacidade mais atrativos e econômicos para os usuários, tendo como principais características as seguintes:

- 1) Seleção da frequência ótima de trens para oferecer uma capacidade por trecho compatível com a demanda nas horas de pico na maioria dos trechos;
- 2) Operação frequente como a do METRO é realizada especialmente na Linha-2A e na Linha-2B onde estão previstas altas demandas;
- 3) A frequência máxima de trens no período de pico é projetada para ser de 6 minutos. Se a frequência estimada de trens no período de pico exceder 6 minutos, ela deve ser diminuída para 6 minutos;
- 4) Frequência mínima de trens durante o período fora do pico (10 minutos de intervalo entre trens) para manter o serviço atraente também durante os períodos fora do horário de pico.

4.3.2 Premissas do Plano de Transporte

(1) Fases de Implementação e Ano de Inauguração

O monotrilho foi selecionado como o sistema de transporte de média capacidade adequado para São Paulo. A construção do monotrilho é uma questão urgente para melhorar as condições do tráfego nos corredores, especialmente na Estrada do M’Boi Mirim. Entretanto, como a extensão da rota proposta excede 50 km, a construção do Monotrilho será feita em fases de acordo com a prioridade do ponto de vista da demanda. São propostas as seguintes 3 fases.

1) Fase 1

Trecho: Linha-1 + Linha-2A
Ano de Inauguração: 2014

A operação entre o Jardim Ângela e Santo Amaro, Jardim Ângela e Capão Redondo será iniciada no ano 2014.

2) Fase 2

Trecho: Linha-1 + Linha-2A + Linha-2B + Linha-2D
Ano de Inauguração: 2016

Um trecho entre a Linha-2B e a Linha-2D será estendido no ano 2016. Do ponto de vista da projeção da demanda, a Linha-2D tem mais prioridade que a Linha-2C.

3) Fase 3

Trecho: Linha-1 + Linha-2A + Linha-2B + Linha-2C + Linha-2D
Ano de Inauguração: 2018

No ano 2018, a Linha-2C será estendida.

(2) Serviço

Velocidade programada: 30 km/h

Tempo de permanência na estação: 20 segundos

Intervalo mínimo entre trens: 120 segundos
Horário de funcionamento: 19 horas das 5:00 às 24:00

As condições para se alcançar um serviço com operação frequente com velocidade programada de 30 km/h são apresentadas a seguir.

1) Alcançar a velocidade programada de 30 km/h

Embora se pressuponha que o tempo de permanência na estação seja de 20 segundos, recomenda-se a realização de ajustes com base na demanda real de cada estação para diminuir este tempo. Além disso, pode-se melhorar a velocidade programada aumentando-se a aceleração do trem, se necessário.

Além disso, embora existam trechos com raio de curvatura pequeno e/ou declividade acentuada, que utilizam as características do monotrilho, quanto ao alinhamento, deve-se evitar a deterioração da velocidade programada como descrito a seguir. Portanto, as condições levadas em consideração por este estudo devem estar refletidas quando o alinhamento real for definido.

- a) A velocidade de passagem da curva com raio de $R=100\text{m}$, que é o raio de curvatura mínimo da linha principal, é de 45 km/h. Quando inevitável, a curva com raio $R=50\text{m}$ pode ser aplicada, sendo que a velocidade de passagem cairá para 25 km/h. Aqui, as velocidades acima são baseadas nas condições onde se aplica 12% de sobre-elevação máxima e 5% de deficiência máxima da sobre-elevação. Neste estudo, de modo a melhorar a velocidade programada, os raios de curvatura foram definidos como sendo os maiores possíveis. Além disso, embora existam um raio $R=50\text{m}$ e dois $R=60\text{m}$ inevitáveis, os pontos de inserção das curvas foram colocados próximo às estações para minimizar a influência da restrição de velocidade pelas curvas.
- b) Para as estações intermediárias, foi prevista a plataforma do tipo separado. A estação com plataforma do tipo separado não tem curva em forma de S nos trilhos antes e depois da estação, diferente da estação com plataforma do tipo ilha. Portanto, a plataforma do tipo separado tem a vantagem de melhorar a velocidade programada.
- c) Com relação ao alinhamento vertical, a declividade máxima é de 6%. E quando inevitável, pode-se utilizar 8%. Quanto ao desempenho do veículo no trecho com declividade de 8%, a aceleração é reduzida a 1/4 em comparação com o trecho plano, e a velocidade se equilibra em aproximadamente 30 km/h. Entretanto, neste estudo, existem apenas 2 trechos, um de 300 m na Linha-1 e outro de 144 m na Linha-2C, onde a declividade excede 6%. Além disso, embora existam vários trechos onde a declividade não passa de 6%, a velocidade equilibrada excede 30km/h nestes trechos.

2) Alcançar a frequência de operação

O intervalo entre trens da operação é afetado pelo comprimento do trem, taxa de aceleração/desaceleração, velocidade de aproximação da estação e tempo de permanência na estação. Além disso, o intervalo entre trens é restrito pelo tempo de retorno de um trem. Em especial, no caso do sistema monotrilho, são necessários 20 segundos para mudar o mecanismo de desvio, sendo este tempo maior que o da ferrovia convencional. De modo a realizar uma operação de trens estável e frequente com menos de 3 minutos de intervalo entre trens, é necessário instalar o sistema de controle de sinalização de tráfego e o sistema de gerenciamento de tráfego avançados, além de aumentar a experiência dos operadores.

Neste estudo, o CBTC é proposto para a sinalização do sistema como um mecanismo para se alcançar a operação frequente de trens. A instalação de retorno, descrita abaixo,

também é necessária. As instalações de retorno são instaladas nas duas principais estações intermediárias e nas estações finais de cada fase. O trem opera segundo dois padrões, um entre estações intermediárias e o outro entre as duas estações finais. O trem que faz o retorno em uma estação final é inserido no intervalo de operação do trem que faz o retorno em uma estação intermediária.

Além disso, como uma ingenuidade operacional, quando o trem se dirige ao final de um trilho ou trilho estendido para fazer o retorno, o próximo condutor deve ficar em pé próximo à cabine do condutor na parte de trás do trem para encurtar o tempo de retorno.

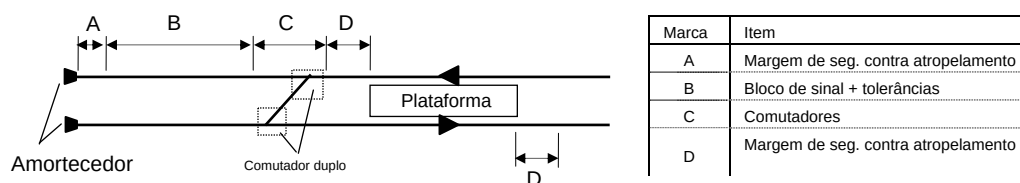
(3) Instalação de retorno e intervalo entre trens da operação

As instalações de travessão e de retorno são instaladas de acordo com o plano de operação de trens de cada fase. Quanto à instalação de retorno, é levada em consideração a possibilidade de extensão futura da rota, e os 3 seguintes tipos são aplicados. O tempo necessário para a realização do retorno pelo trem em cada tipo de instalação é estimado como descrito abaixo.

1) Travessão simples

O travessão simples pode ser definido como uma instalação de retorno no final dos trilhos. Um esqueleto desta instalação é mostrado na Figura 4-7. Quando a rota for estendida, o papel desta instalação mudará para travessão de emergência.

No caso desta instalação, assume-se que o tempo necessário para o retorno do trem é de 4 minutos, incluindo o tempo para embarque e desembarque de passageiros.



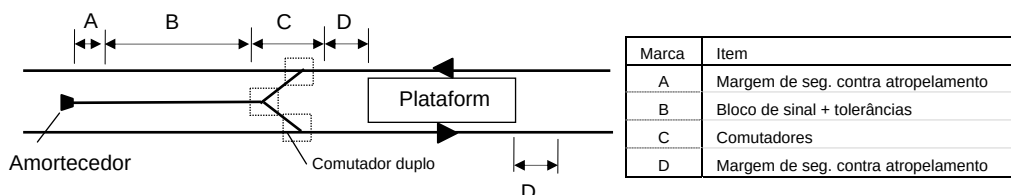
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-7 Travessão Simples

2) Trilho Estendido em forma de Y

O trilho estendido em forma de Y é utilizado como instalação de retorno junto a uma estação intermediária. Através desta instalação, o trem pode retornar em uma estação intermediária sem perturbar a operação do outro trem na linha principal. A Figura 4-8 mostra um esqueleto desta instalação.

Pressupõe-se que o tempo necessário para o trem fazer o retorno seja de 4 minutos e 20 segundos. Utilizando-se trem em espera e retorno nos intervalos dos trens em operação na linha principal, será possível alcançar uma operação com intervalo entre trens de 120 segundos.

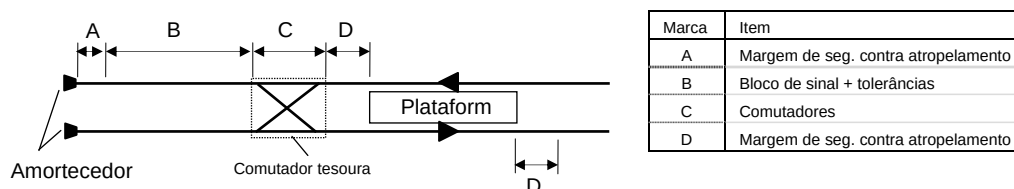


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-8 Trilho Estendido com forma de Y

3) Travessão em forma de Tesoura

Do mesmo modo que o travessão simples, o travessão em forma de tesoura é instalado junto à estação final. Utilizando-se esta instalação, ambos os trilhos finais podem armazenar trens, portanto, esta instalação deve ser utilizada em estações finais que estão distantes do pátio de manobras e do pátio para abrigo de trens. Esta instalação tem capacidade para atingir uma operação com intervalo entre trens de 150 segundos.

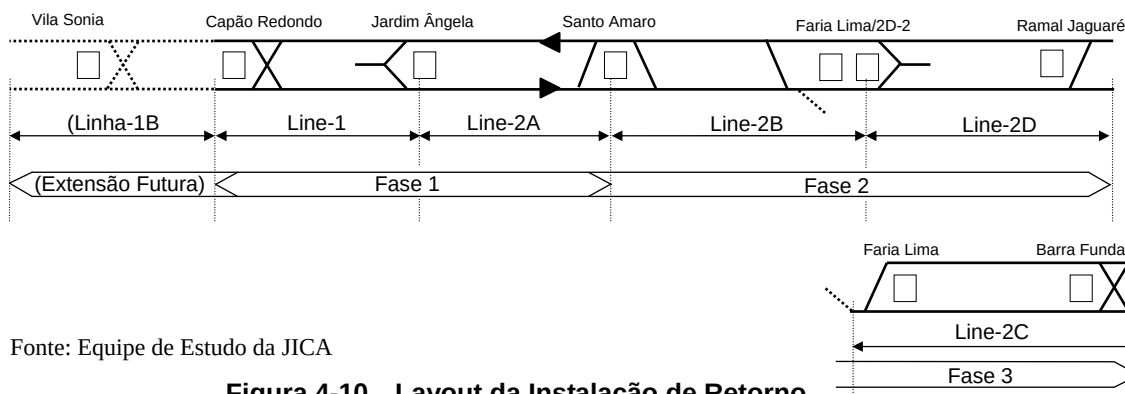


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-9 Travessão em forma de Tesoura

(4) Layout dos Trilhos

O layout das instalações de retorno é mostrado na Figura 4-10 e descrito na Tabela 4-16.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

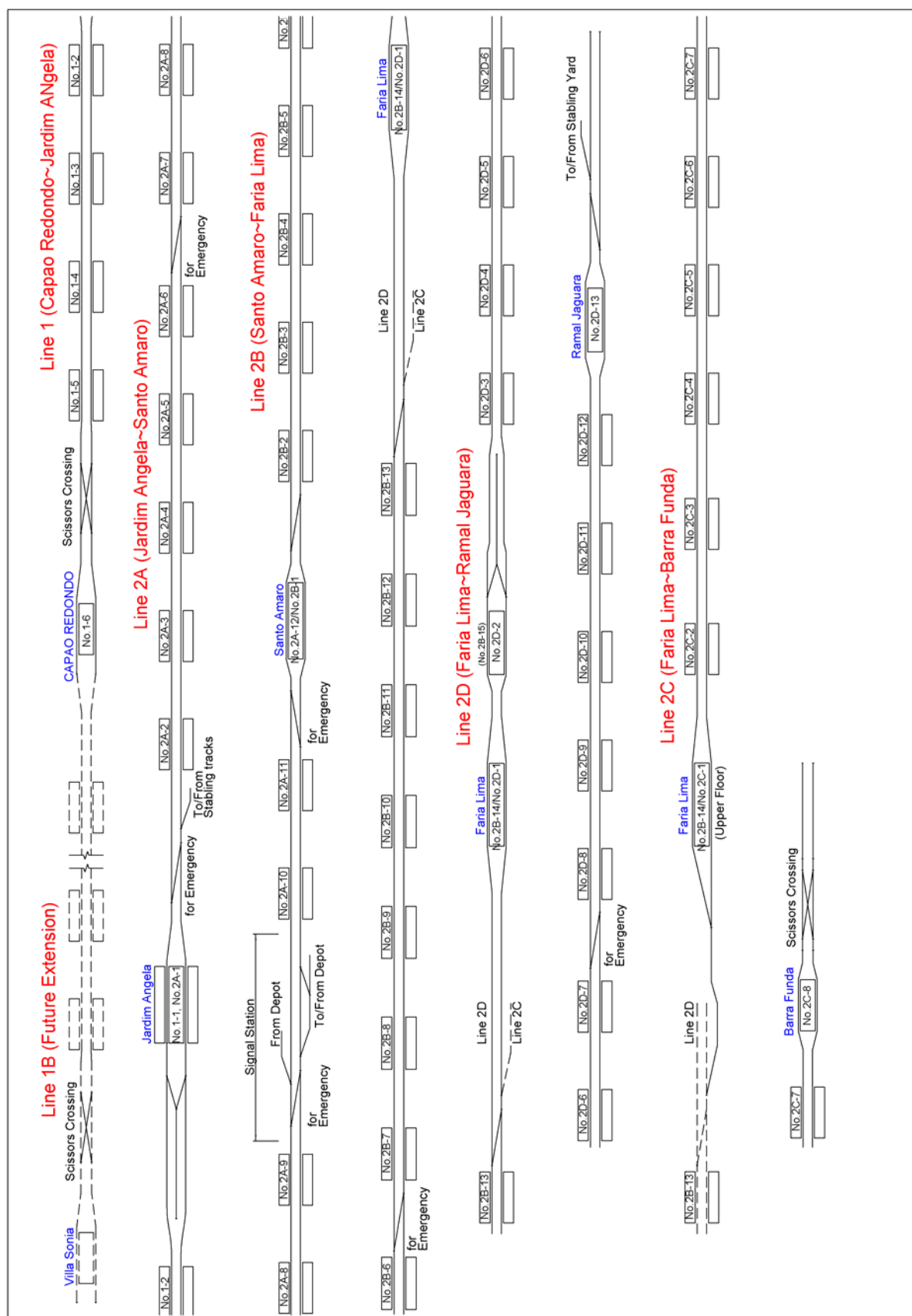
Figura 4-10 Layout da Instalação de Retorno

Tabela 4-16 Localização das Instalações de Retorno

Fase	Localização	Instalação
Fase 1	Capão Redondo (No.1-6)	Será instalado um travessão em forma de tesoura. Uma vez que o alinhamento da parte de trás da estação do Capão Redondo tem uma pequena curva e uma declividade acentuada, a instalação de retorno está localizada antes da estação.
	Jardim Ângela (No. 2A-1)	Uma instalação de retorno para a chegada dos trens de Santo Amaro é instalada.
	Santo Amaro (No.2A-12)	Um travessão é instalado depois da estação.
	Outros	Travessões para uso em emergência em 4 locais.
Fase 2	Estação No. 2D-2	Uma instalação de retorno para a chegada dos trens de Santo Amaro é instalada. Uma das estações finais da Linha-2B é a No.2B-14 que é uma estação de junção da Linha-2D e da Linha-2C. Uma vez que a estação No.2B-14 é grande em tamanho, uma instalação de retorno será instalada não na No.2B-14, mas na No.2D-2.
	Ramal Jaguaré (No.2D-13)	Um travessão é instalado depois da estação.
	Entre No 2B-13 e No 2B-14	Um travessão é instalado para o trem sem passageiros da linha-2C.
	Outros	Travessões para uso em emergência em 2 locais.
Fase 3	Barra Funda (Linha-2D)	Uma instalação de retorno para a chegada dos trens de Santo Amaro é instalada. De modo a possibilitar o abrigo de trens em qualquer dos trilhos estendidos durante a noite, será instalado um travessão do tipo tesoura depois da estação No.2C-8.
Futura Extensão	Vila Sônia (Linha-1B)	Será instalado um travessão em forma de tesoura. Outros travessões na Linha-1B deverão ser considerados em um estágio posterior de projeto.

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

A Figura 4-11 mostra o layout dos trilhos de toda a linha.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-11 Layout dos Trilhos

4.3.3 Padrão da Operação

(1) Resumo

A seguir, apresentamos o resumo desta seção.

1) Capacidade do trem

Com relação à densidade dos passageiros em pé em condição de lotação total, aplica-se 6 passageiros em pé por m² basicamente de acordo com a condição de projeto do Metrô. Nesta condição, a capacidade de transporte do trem com 6 vagões e do trem com 8 vagões é de 1.000 e 1.300 passageiros por trem, respectivamente.

Do ponto de vista técnico, o Monotrilho que tem 4 eixos por vagão permite 9 passageiros em pé por m² em condição de carga de impacto. A densidade de 6 passageiros em pé por m² é a meta do plano de operação visando uma viagem confortável, não sendo, no entanto, a capacidade real de transporte.

2) Características da operação

Na fase 3, a Linha-2C será estendida. Entretanto, como a Linha-2B realiza uma operação frequente, a operação da Linha-2C está separada da operação da Linha-2B para evitar transtornos para esta última linha. Portanto, não está planejada uma operação direta de trens entre a Linha-2B e a Linha-2C.

3) Intervalo entre trens no horário de pico no trecho de pico

Fase 1: 2 minutos 30 segundos (Linha-1),

Fase 2: 2 minutos 15 segundos (Linha-2A,-2B),

Fase 3 (em 2024): 2 minutos 45 segundos (Linha-2A,-2B),

Fase 3 (depois de 2025): 2 minutos 30 segundos (Linha-2A,-2B),

4) Configuração do trem

Fase 1: A operação do monotrilho será iniciada utilizando-se trens com 6 vagões.

Fase 2: Em acréscimo à fase 1, serão instalados trens com 8 vagões.

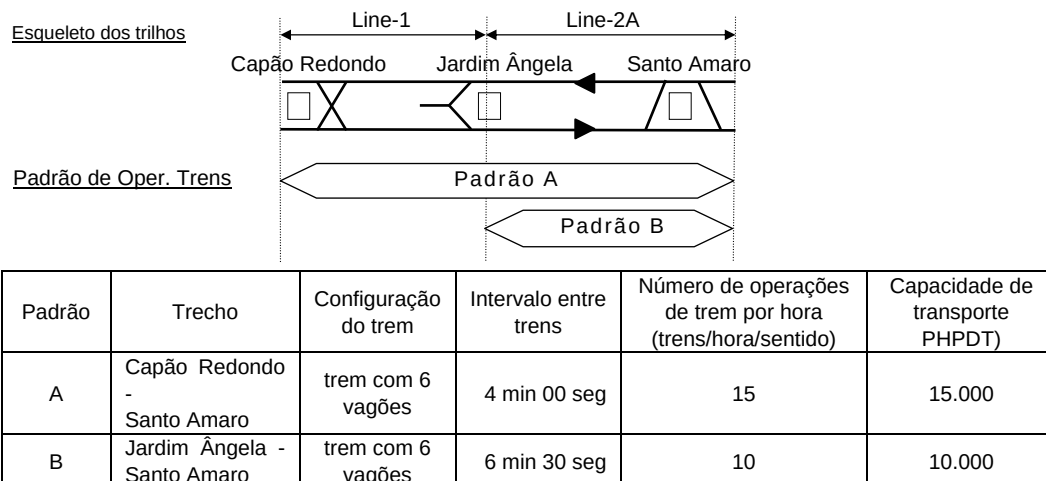
Fase 3: Nas Linhas-1, 2A, 2B, e 2D, os trens serão unificados contendo 8 vagões cada.

O trem com 6 vagões permanecerá apenas para a Linha-2C.

(2) Fase 1

Fase 1 será iniciada no ano 2014. As Tabela 4-17 e Tabela 4-18 mostram o padrão de operação do trem e a capacidade de transporte da Fase 1. Quanto à operação do trem, são aplicados dois padrões, A e B, descritos a seguir. Entre o Jardim Ângela e Santo Amaro, o intervalo operacional entre trens no horário de pico é de aproximadamente 2 minutos e 20 segundos por trem com 6 vagões.

Tabela 4-17 Padrão da Operação de Trens no Horário de Pico na Fase 1



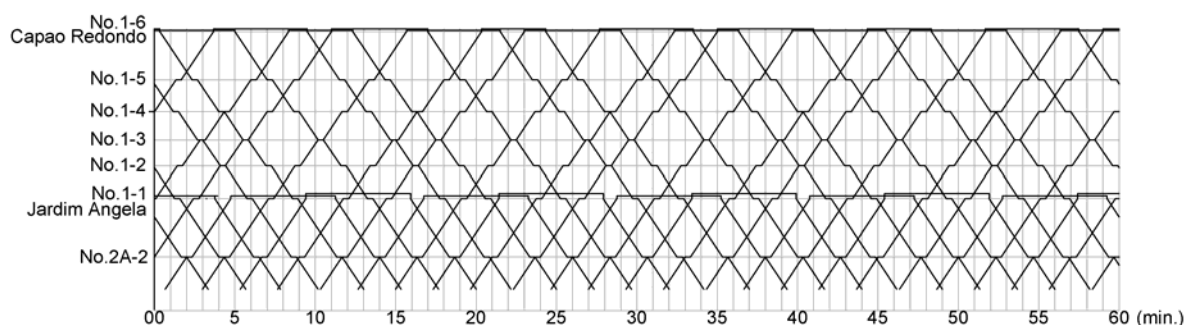
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-18 Capacidade e Intervalo entre Trens por Linha

Linha	Linha-1	Linha-2A
Trecho	Capão Redondo~Jardim Ângela	Jardim Ângela – Santo Amaro
Número de trens (trens/hora/sentido)	15	25.
Intervalo entre trens	4 min 00seg	2min 20seg
Capacidade (PHPDT)	15.000	25.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Um exemplo de diagrama de operação de trem entre as estações No.2A-2 e No.1-6 da Fase 1 é mostrado na Figura 4-12. Os trens operando no Padrão B retornam na estação No.1-1.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-12 Exemplo de Diagrama de Operação de Trens na Fase 1

(3) Fase 2

No ano 2016, as Linha-2B e Linha-2D serão acrescentadas à Fase 1 e a Fase 2 será iniciada. Embora a fase seguinte, a Fase 3, seja iniciada em 2018, a introdução do trem com 8 vagões será iniciada na fase 2 levando em consideração a demanda futura que excederá 30.000 PHPDT.

A Tabela 4-19 e Tabela 4-20 mostram o padrão de operação de trens e a capacidade de transporte da Fase 2. O Padrão C tem intervalo entre trens de 4 minutos e 15 segundos por trem com 6 vagões, e o Padrão D tem intervalo entre trens de 5 minutos por trem com 8 vagões. No trecho entre o Jardim Ângela e a Faria Lima, os trens operam aproximadamente a cada 2 minutos e 15 segundos.

Tabela 4-19 Padrão da Operação de Trens no Horário de Pico na Fase 2

Esqueleto dos trilhos

Padrão	Trecho	Configuração do trem	Intervalo entre trens	Número de operações de trem por hora (trens/hora/sentido)	Capacidade de transporte (PHPDT)
C	Jardim Ângela - Faria Lima (2D-2)	trem com 6 vagões	4 min 15 seg	14	14.000
D	Capão Redondo - Ramal Jaguaré	trem com 8 vagões	5 min 00 seg	12	15.600

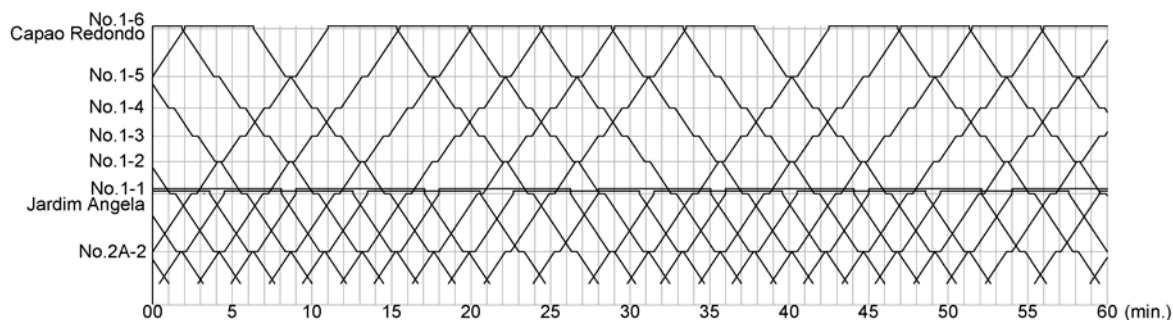
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-20 Capacidade e Intervalo entre Trens por Linha

Linha	Linha-1	Linha-2A, Linha-2B	Linha-2D
Trecho	Capão Redondo – Jardim Ângela	Jardim Ângela – Faria Lima	Faria Lima – Ramal Jaguaré
Número de trens (trens/hora/sentido)	12	26	12
Intervalo entre trens	5 min 00seg	2min 15seg	5 min 00seg
Capacidade (PHPDT)	15.600	29.600	15.600

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Um exemplo de diagrama de operação de trem entre as estações No.2A-2 e No.1-6 da Fase 2 é mostrado na Figura 4-13. Os trens operando no Padrão C retornam na estação No.1-1.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-13 Exemplo de Diagrama de Operação de Trens na Fase 2

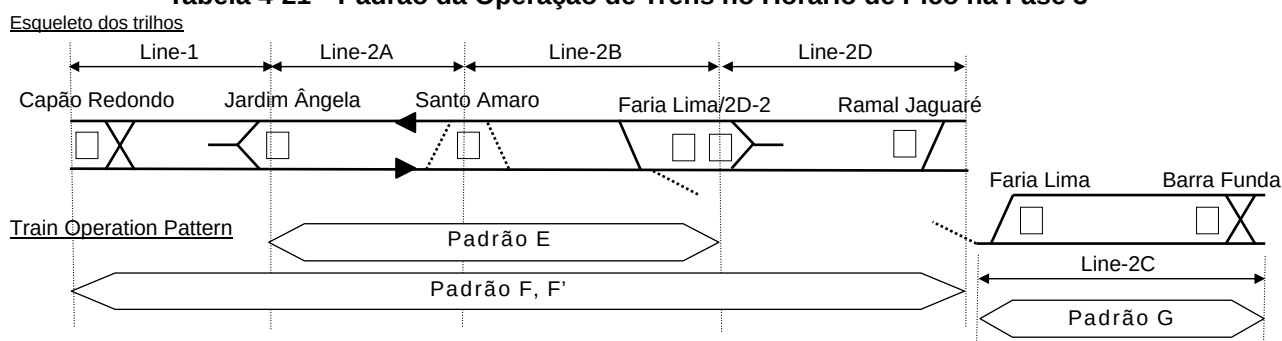
(4) Fase 3

No ano 2018, a Linha-2C será acrescida à Fase 2 e a Fase 3 será iniciada. Uma vez que a demanda futura da Linha-2A excede 30.000 PHPDT, todos os trens que operam na Linha-2A serão trens com 8 vagões, ao invés de trens com 6 vagões. Quanto à Linha-2C, o trem opera dentro da Linha-2C como serviço shuttle com trem de 6 vagões. A operação direta de trens entre as Linha-2B, 2D e a Linha-2C não é considerada.

A Tabela 4-21 e Tabela 4-22 mostram o padrão de operação de trens e a capacidade de transporte da Fase 3. O Padrão F de operação de trens realiza 12 operações de trem por hora por sentido entre o Capão Redondo e o Ramal Jaguaré. Depois de 2025, o Padrão F de operação de trens será modificado para F', e o número de trens será aumentado para 14.

Entre o Jardim Ângela e a Faria Lima, o trem operará a cada 2 minutos e 45 segundos, até 2024. Depois de 2025, o intervalo entre trens será reduzido para 2 minutos e 30 segundos.

Tabela 4-21 Padrão da Operação de Trens no Horário de Pico na Fase 3



Padrão	Trecho	Configuração do trem	Intervalo entre trens	Número de operações de trem por hora (trens/hora/sentido)	Capacidade de transporte (PHPDT)
E	Jardim Ângela - Faria Lima (2D-2)	trem com 8 vagões	6 min 00 seg	10	13.000
F (Até 2024)	Capão Redondo - Ramal Jaguaré	trem com 8 vagões	5 min 00 seg	12	15.600
F' (Após 2025)			4 min 15 seg	14	18.200
G	Faria Lima - Barra Funda	trem com 6 vagões	6 min 00 seg	10	10.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-22 Capacidade e Intervalo entre Trens por Linha

Linha		Linha-1	Linha-2A, Linha-2B	Linha-2D	Linha-2C
Trecho		Capão Redondo - Jardim Ângela	Jardim Ângela - Faria Lima	Faria Lima - Ramal Jaguaré	Faria Lima - Barra Funda
Até 2024	Número de trens (trens/hora/sentido)	12	22	12	10.
	Intervalo entre trens	5 min 00seg	2 min 45seg	4 min 15seg	6 min 00seg
	Capacidade (PHPDT)	15.600	28.600	15.600	10.000
(Após 2025)	Número de trens	14	24	14	10
	Intervalo entre trens	4 min 15seg	2 min 30seg	4 min 15seg	6 min 00seg
	Capacidade	18.200	31.200	18.200	10.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Um exemplo de diagrama de operação de trem entre as estações No.2A-2 e No.1-6 da Fase 3 é mostrado na Figura 4-14 e Figura 4-15. Os trens operando no Padrão E retornam na estação No.1-1.

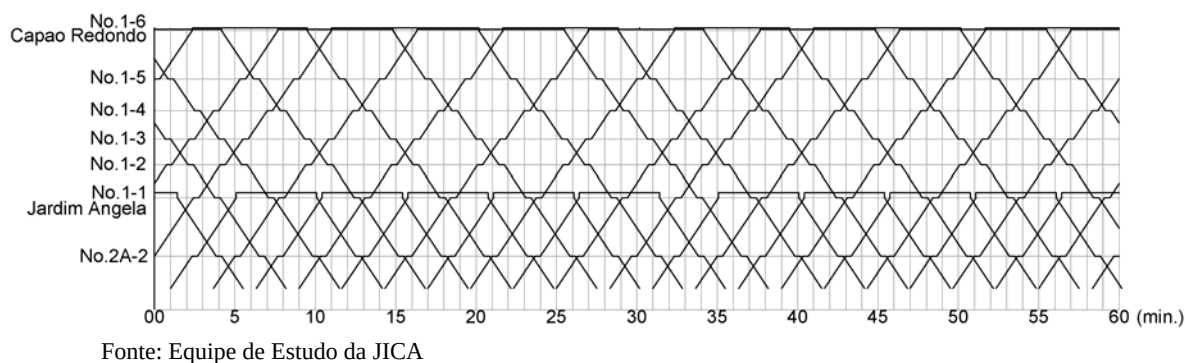


Figura 4-14 Exemplo de Diagrama de Operação de Trens na Fase 3 até 2024

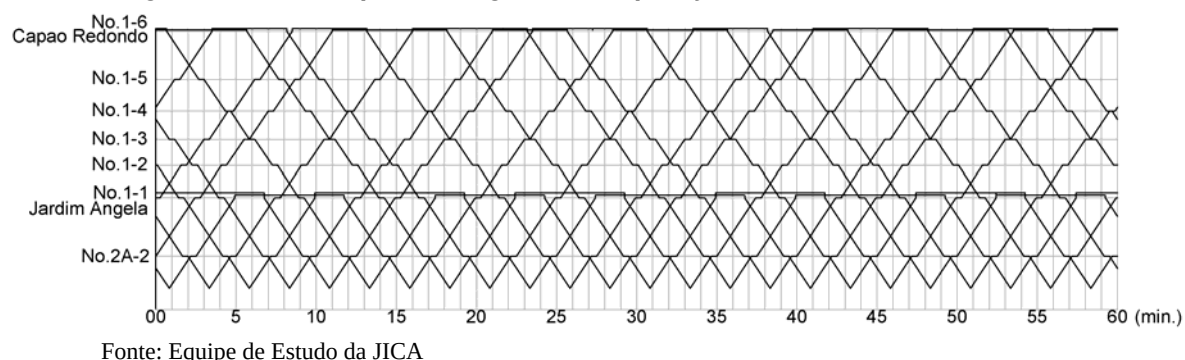


Figura 4-15 Exemplo de Diagrama de Operação de Trens na Fase 3 após 2025

4.3.4 Número necessário de trens

O número de trens necessário consiste de conjuntos de trens para operação e trens de reserva.

- O número de trens para operação é calculado a partir do tempo do ciclo e do intervalo entre trens da operação de cada padrão de operação. O tempo do ciclo é o tempo necessário para um trem fazer a viagem de ida e volta no seu trecho de operação, em cada padrão de operação.
- Os trens de reserva consistem das reservas para manutenção e para operação. Pressupõe-se que o número de trens de reserva seja 10% do número de trens em operação.

Especificamente, o número necessário de trens da Fase 1 é calculado como mostrado a seguir.

- O tempo do ciclo do Padrão A é de 67 minutos, incluindo o tempo de retorno, sendo o intervalo entre trens de 4 minutos. O número de conjuntos de trens para operação é calculado como sendo $67 / 4 = 17$ trens.
- O tempo do ciclo do Padrão B é de 51 minutos, incluindo o tempo de retorno, sendo o intervalo entre trens de 6 minutos. O número de conjuntos de trens para operação é calculado como sendo $51 / 6 = 9$ trens.
- Na Fase I, são necessários 26 conjuntos de trens para a operação dos padrões A e B. Devido ao acréscimo de 3 conjuntos de trens de reserva, o montante total de trens necessários sobe para 29 conjuntos de trens.

Do mesmo modo, os montantes totais de trens necessários das Fase 2 e Fase 3 são estimados como mostrado a seguir.

Tabela 4-23 Número de Trens

Fase	Ano			trem com 6 vagões	trem com 8 vagões	Observações
1	2014	Operação	Padrão B	17	--	Número total de trens é 29. São necessários 29 conjuntos de trens com 6 vagões para a fase 1. (29 x 6 = 174 vagões são adquiridos)
			Subtotal	9	--	
		Reserva		26	0	
				3	0	
		Total		29	0	
2	2016	Operação	Padrão C	24	--	Número total de trens é 61. 3 conjuntos de trens com 6 vagões são convertidos em trens com 8 vagões. São acrescentados 32 conjuntos de trens com 8 vagões. (2 vagões intermediários x 3 + 8 x 32 = 262 vagões são adquiridos)
			Padrão D	--	32	
			Subtotal	24	32	
		Reserva		2	3	
		Total		26	35	
3	2018	Operação	Padrão E	--	17	Número total de trens é 61. 19 conjuntos de trens com 6 vagões são convertidos em trens com 8 vagões. (2 vagões intermediários x 19 = 38 vagões são adquiridos)
			Padrão F	--	32	
			Padrão	6	--	
			Subtotal	6	49	
		Reserva		1	5	
		Total		7	54	
	2025	Operação	Padrão E	--	17	Número total de trens é 67. São acrescentados 6 conjuntos de trens com 8 vagões. (8 x 6 = 48 vagões são adquiridos)
			Padrão	--	37	
			Padrão	6	--	
			Subtotal	6	54	
		Reserva		1	6	
		Total		7	60	

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

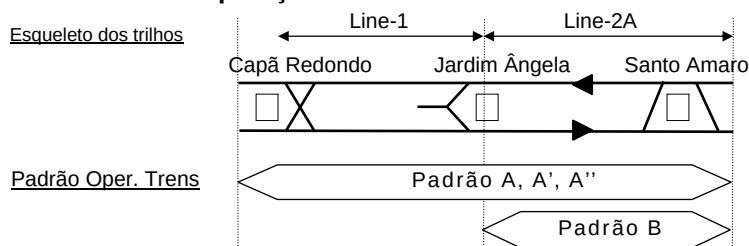
4.3.5 Caso Adicional 1 (Fase 1 até 2045 Sem Extensão)

O padrão de operação dos trens e o número necessário de trens são estimados a seguir no caso da extensão da Fase 2 não ser realizada e a operação do Monotrilho continuar no trecho da fase 1 até 2045.

(1) Padrão da Operação

Na Fase 1, a capacidade de transporte através da operação dos Padrões A e B podem atender à demanda até 2020. Para atender à demanda futura, o intervalo entre trens da operação do Padrão A deverá ser encurtado para 3 minutos e 20 segundos no ano 2020, e para 3 minutos e 10 segundos no ano 2040. Entretanto, no ano 2020, será necessária a expansão da instalação de retorno no lado de Santo Amaro.

Tabela 4-24 Padrão da Operação de Trens no Horário de Pico no Caso Adicional 1



Período	Padrão	Configuração do trem	Intervalo entre trens	Número de operações de trem por hora (trens/hora/sentido)	Capacidade de transporte (PHPDT)
2014~2019	A	trem com 6 vagões	4 min 00seg	15	15.000
2020~2039	A'	trem com 6 vagões	3 min 20seg	18	18.000
2040~2045	A''	trem com 6 vagões	3 min 00seg	20	20.000
2014~2045	B	trem com 6 vagões	6 min 00seg	10	10.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-25 Capacidade e Intervalo entre Trens por Linha

Período	Nome da Linha	Linha-1	Linha-2A
	Trecho	Capã Redondo~Jardim Ângela	Jardim Ângela – Santo Amaro
2014~2019	Número de trens (trens/hora/sentido)	15	25
	Intervalo entre trens	4 min 00seg	2min 20seg
	Capacidade (PHPDT)	15.000	25.000
2020~2039	Número de trens	18	28
	Intervalo entre trens	3 min 20seg	2min 10seg
	Capacidade	18.000	28.000
2040~2045	Número de trens	20	30
	Intervalo entre trens	3 min 00seg	2min 00seg
	Capacidade	20.000	30.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(2) Número necessário de trens

Tabela 4-26 Número de Trens

		2014~2019	2020~2039	2040~2045	Observações
Operação	Padrões A, A', A''	17	22	25	Ano 2020 6 × 6 conj. = 36 vagões são acrescidos.
	Padrão B	9	9	9	
	Subtotal	26	31	34	
Reserva		3	4	4	Ano 2039 6 × 3 conj. = 18 vagões são acrescidos.
Total		29	35	38	

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

4.3.6 Caso Adicional 2 (Fase 2 até 2045 Sem Extensão)

O padrão de operação dos trens e o número necessário de trens são estimados a seguir no caso da extensão da Fase 3 não ser realizada e a operação do Monotrilho continuar no trecho da fase 2 até 2045.

(1) Padrão da Operação

Os Padrões C e D serão aplicados até 2019. A partir de então, os padrões serão modificados para H e I.

Tabela 4-27 Padrão da Operação de Trens no Horário de Pico no Caso Adicional 2

Esqueleto dos trens					
Período	Padrão	Configuração do trem	Intervalo entre trens	Número de operações de trem por hora (trens/hora/sentido)	Capacidade de transporte (PHPDT)
2016~2019	C	trem com 6 vagões	4min 15seg	14	14.000
	D	trem com 8 vagões	5min 00seg	12	15.600
2020~2045	H	trem com 8 vagões	5min 00seg	12	15.600
	I	trem com 8 vagões	4min 15seg	14	18.200

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-28 Capacidade e Intervalo entre Trens por Linha

Período	Nome da Linha	Linha-1	Linha-2A, 2B	Linha-2D
	Trecho	Capão Redondo – Jardim Ângela	Jardim Ângela – Faria Lima	Faria Lima – Ramal Jaguaré
2016~2019	Número de trens (trens/hora/sentido)	12	26	12
	Intervalo entre trens	5min 00seg	2min 15seg	5min 00seg
	Capacidade (PHPDT)	15.600	29.600	15.600
2020~2045	Número de trens (trens/hora/sentido)	12	26	14
	Intervalo entre trens	5min 00seg	2min 15seg	4min 15seg
	Capacidade (PHPDT)	15.600	33.800	18.200

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(2) Número necessário de trens

Tabela 4-29 Número de Trens

Período		2016-2019		2020-2045	Observações
Configuração do trem		6 vagões	8 vagões	8 vagões	
Operação	Padrão C	24			Ano 2015: (Adição a partir da fase 1) 3 conj. de trens de 6 vagões são convertidos em trens com 8 vagões. E são acrescidos 32 conj. de trens com 8 vagões. (2 vagões intermediários x 3+8 x32 = 262 vagões são adquiridos) Ano 2019 26 de trens de 6 vagões são convertidos em trens com 8 vagões. São acrescidos 3 conj. de trens com 8 vagões. (2 vagões intermediários x 26 + 8 x 3 = 76 vagões são adquiridos)
	Padrão D		32		
	Padrão H			24	
	Padrão I			34	
	Subtotal	24	32	58	
Reserva		2	3	6	
Total		26	35	64	

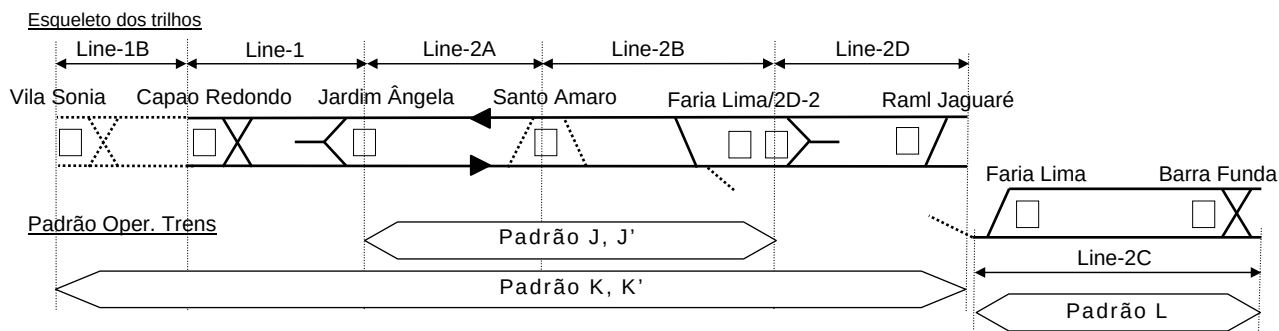
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

4.3.7 Caso Adicional 3 (Fase 3 com extensão da Linha-1B)

O padrão de operação dos trens e o número de trens são estimados a seguir para o caso em que a Linha-1B é estendida na Fase 3.

(1) Padrão da Operação

Tabela 4-30 Padrão da Operação de Trens no Horário de Pico no Caso Adicional 3



Período	Padrão	Configuração do trem	Intervalo entre trens	Número de operações de trem por hora (trens/hora/sentido)	Capacidade de transporte (PHPDT)
2018~2039	J	trem com 8 vagões	15 min 00seg	4	5.200
2040~2045	J'	trem com 8 vagões	12 min 00seg	5	6.500
2018~2024	K	trem com 8 vagões	3 min 20seg	18	23.400
2025~2045	K'	trem com 8 vagões	3 min 00seg	20	26.000
2018~2045	L	trem com 8 vagões	6 min 00seg	10	10.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 4-31 Número de Trens

Período	Linha Trecho	Linha-1B, Linha-1 Vila Sônia – Jardim Ângela	Linha-2A, Linha-2B Jardim Ângela – Faria Lima	Linha-2D Faria Lima – Ramal Jaguaré	Linha-2C Faria Lima – Barra Funda
2018~2024	Número de trens (trens/hora/sentido)	18	22	18	10
	Intervalo entre trens	3 min 20seg	2 min 45seg	3 min 20seg	6 min 00seg
	Capacidade (PHPDT)	23.400	28.600	23.400	10.000
2025~2039	Número de trens	20	24	20	10
	Intervalo entre trens	3 min 00seg	2 min 30seg	3 min 00seg	6 min 00seg
	Capacidade (PHPDT)	26.000	31.200	26.000	10.000
2040~2045	Número de trens	20	25	20	10
	Intervalo entre trens	3 min 00seg	2 min 20seg	3 min 00seg	6 min 00seg
	Capacidade (PHPDT)	26.000	32.500	26.000	10.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(2) Número necessário de trens

Tabela 4-32 Número de Trens

Período		2018~2024		2025~2039		2040~2045		Observações
Configuração do trem		6 vagões	8 vagões	6 vagões	8 vagões	6 vagões	8 vagões	
Operação	Padrões J, J'		7		7		9	Ano 2018 Devido à extensão da Linha-1B, serão acrescentados 23 conj. de trens com 8 vagões. Ano 2024 7 conj. de trens com 8 vagões são acrescentados Ano 2039 2 conj. de trens com 8 vagões são acrescentados
	Padrões K, K'		63		69		69	
	Padrão L	6		6		6		
	Subtotal	6	70	6	76	6	78	
Reserva		1	7	1	8	1	8	
Total	Trens	7	77	7	84	7	86	

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

4.4 MATERIAL RODANTE

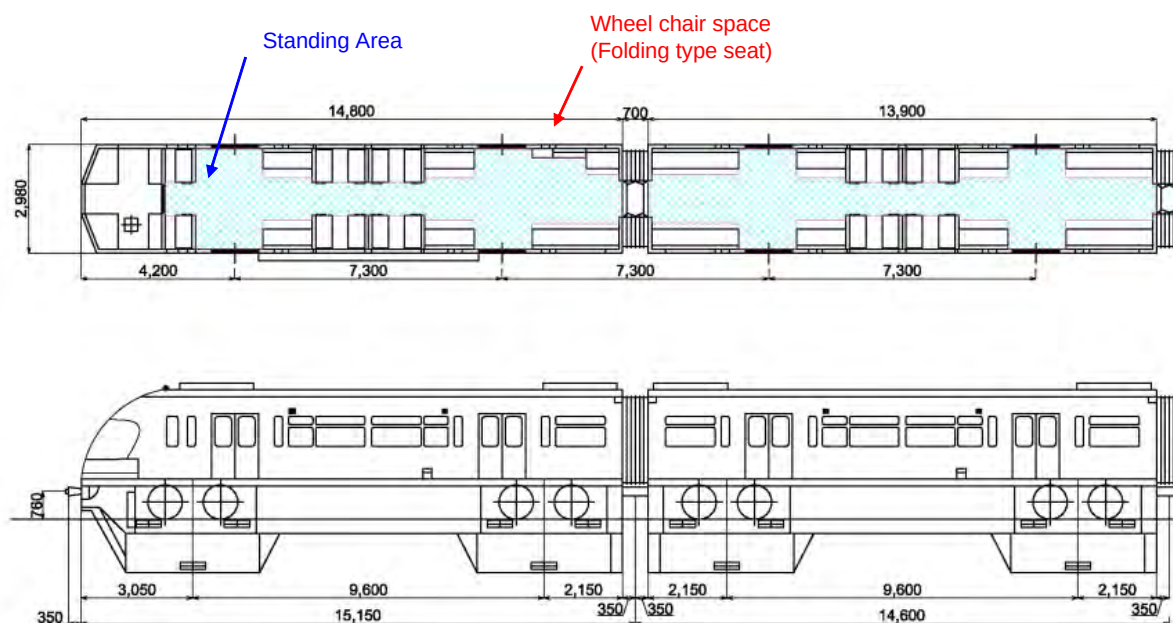
4.4.1 Capacidade de transporte

(1) Capacidade do vagão de um monotrilho de tamanho grande

A capacidade do vagão do monotrilho de tamanho grande é de 100 passageiros em condição de ocupação normal ou cerca de 200 passageiros em condição de ocupação total. São exemplos deste tipo de sistema o Monotrilho de Osaka, o Monotrilho Kita-Kyushu e o Monotrilho Tama no Japão. A definição de uma capacidade normal de passageiros é a soma da capacidade de passageiros sentados e a capacidade de passageiros em pé, com três pessoas por metro quadrado, enquanto que a capacidade de ocupação total é a soma da capacidade de passageiros sentados e a capacidade de passageiros em pé, com sete pessoas por metro quadrado. A capacidade de ocupação total é usada no cálculo da máxima capacidade de transporte de um vagão.

(2) Organização dos assentos

A Figura 4-16 mostra um exemplo de organização de assentos em um vagão de monotrilho de tamanho grande. Existem assentos longitudinais e assentos transversais no vagão do monotrilho. Os espaços para cadeiras de roda e a instalação de equipamentos de emergência, como escorregadores em espiral, diminuirão a capacidade de passageiros. O projeto em formato aerodinâmico também reduzirá um pouco a capacidade. Deve-se considerar que o projeto em formato aerodinâmico torna difícil a instalação de portas de emergência nas partes frontal e posterior do monotrilho. Por outro lado, a adoção do arranjo longitudinal de assentos ao invés do arranjo transversal aumentará um pouco a capacidade de transporte. Entretanto, o movimento de passageiros dentro do vagão se torna inconveniente no caso do arranjo transversal de assentos, o que aumenta o tempo de embarque e desembarque para o mesmo número de embarques e desembarques.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-16 Arranjo dos Assentos do Monotrilho de Tamanho Grande

(3) Capacidade dos vagões

O peso do vagão e o número de passageiros por m^2 determinam a capacidade do vagão do monotrilho. A Tabela 4-33 mostra o cálculo do peso do vagão e da capacidade de passageiros do vagão na Figura 4-16. A carga de impacto de um monotrilho de tamanho grande é 44 t considerando que a capacidade máxima de carga é de 5,5 t por pneu. Como mostrado na tabela, o peso do vagão não excede a carga de impacto com uma densidade de passageiros inferior a 9 passageiros por m^2 (o peso médio do passageiro utilizado é de 70 kg, que é utilizado no planejamento do Metrô de São Paulo).

Uma densidade de passageiros de 7 passageiros por m^2 é normalmente utilizada no Japão. Por outro lado, o número máximo de 6 passageiros por m^2 é utilizado no planejamento deste projeto porque:

- O Metrô de São Paulo utiliza 6 passageiros por m^2
- Ao invés de superlotar o vagão do monotrilho com passageiros, o Metrô de São Paulo utiliza um tempo de permanência do trem na estação menor e uma frequência maior, o que permite que os passageiros utilizem o próximo trem.

Tabela 4-33 Capacidade e Massa do Vagão

Paramiter		65 kg /person				70 kg /person			
		End Car		Middle Car		End Car		Middle Car	
Tare weight (t)		28.2		27.6		28.2		27.6	
Space for standees (m2)		19.7		20.3		19.7		20.3	
Number of seats		39		48		39		48	
Condition	Persons/m2	Persons	Weight (t)	Persons	Weight (t)	Persons	Weight (t)	Persons	Weight (t)
Tare	0	0	28.2	0	27.6	0	28.2	0	27.6
Nominal	3	98	34.6	108	34.7	98	35.1	108	35.2
	4	117	35.9	129	36.0	117	36.4	129	36.7
	5	137	37.2	149	37.3	137	37.8	149	38.1
	6	157	38.5	169	38.6	157	39.2	169	39.5
Full loaded	7	176	39.7	190	40.0	176	40.6	190	40.9
	8	196	41.0	210	41.3	196	42.0	210	42.3
Crush loaded			44.0		44.0		44.0		44.0

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(4) Capacidade do trem

A Tabeca 4-34 mostra a capacidade do trem em condição de lotação completa (6 e 7 passageiros por m^2). A capacidade do trem de um monotrilho de tamanho grande é alta em termos de um sistema de transportes de média capacidade, embora seja menor que a do trem com 6 vagões do Metrô.

Tabela 4-34 Capacidade dos Trens

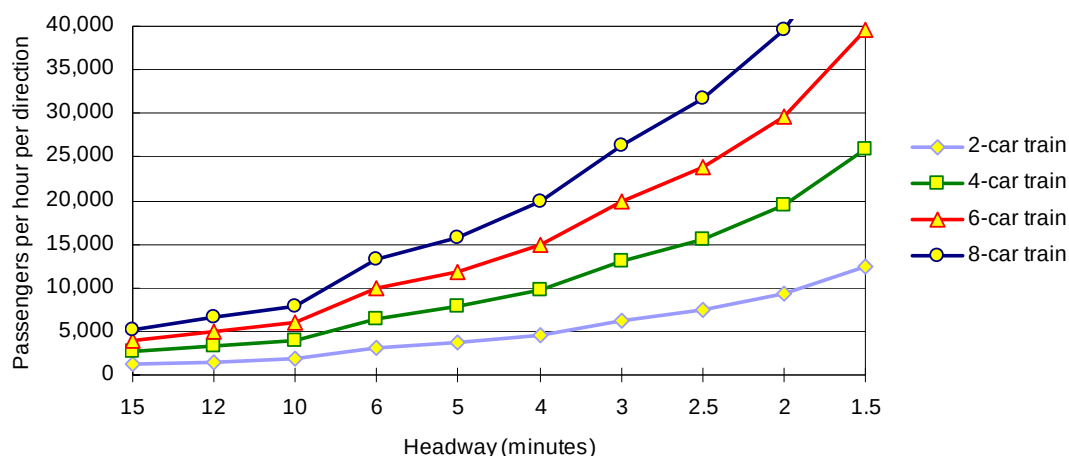
Condição	Unidade: pessoas			
	trem com 2 vagões	trem com 4 vagões	trem com 6 vagões	trem com 8 vagões
Nominal (3 pax/ m^2)	200	410	620	840
6 pax/ m^2	310	650	990	1.320
7 pax/ m^2	350	730	1.100	1.500

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(5) Capacidade horária

Com base na capacidade do trem, a capacidade de transporte por intervalo entre trens é calculada como mostrado na Figura 4-17. Para a Linha-2A, será necessária a operação com trens de 8 vagões com 3 minutos de intervalo entre trens ou operação com trem de 6 vagões com 2 minutos de intervalo entre trens, uma vez que a demanda futura da Linha-2A excede

30.000 passageiros por hora por sentido. A capacidade de transporte de um trem com 4 vagões é de 26.000 por hora por sentido com um intervalo entre trens de 1,5 minutos. Uma vez que a operação do monotrilho com intervalo entre trens inferior a 1,5 minutos é difícil por questões de engenharia, um trem de 4 vagões não pode atender à demanda da Linha-2A.



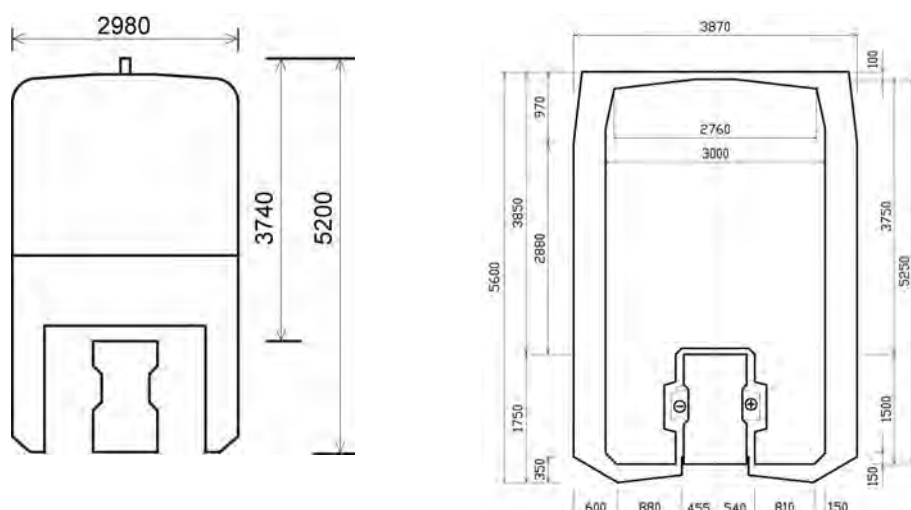
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-17 Capacidade de Transporte de um Monotrilho de Tamanho Grande

4.4.2 Especificação do Material Rodante

A capacidade necessária do sistema de transporte de média capacidade deste projeto é superior a 30.000 PHPDT. O volume de tráfego é superior que a capacidade de transporte da maioria dos sistemas de transportes de média capacidade. Apenas um monotrilho de tamanho grande operado no Japão pode transportar esse número de passageiros dentro da categoria de “sistema de transportes de média capacidade”. Portanto, a especificação do material rodante foi proposta com base no sistema monotrilho utilizado no Japão.

As dimensões do veículo e da construção são mostradas na Figura 4-18. As dimensões da construção são as mesmas das dos monotrilhos de tamanho grande no Japão.



Fonte: Ilustrado pela Equipe de Estudo da JICA a partir das ilustrações existentes no Padrão de Estrutura de Monotrilho Urbano (1975)

Figura 4-18 Dimensões do Veículo e da Construção

Neste projeto, existe uma declividade acentuada ao longo da Linha-1A e da Linha-2A com aproximadamente 10% de inclinação. No plano de alinhamento, a declividade mínima de 7 a

8% será necessária para estas linhas considerando a localização das estações e a adoção de um projeto econômico, embora a declividade deva ser a menor possível. A partir deste fato, a declividade máxima de 8% é aplicada na especificação. Por outro lado, a declividade máxima deve ser utilizada apenas em caso excepcional de modo a evitar-se a redução da velocidade devido ao declive acentuado, sendo que a declividade principal deve ser inferior a 6%.

A declividade máxima de 6% está especificada para um sistema de monotrilho no “Padrão de Estrutura de Monotrilho Urbano, 1977, Ministério dos Transportes e Ministério da Construção, Japão”, que permite uma declividade máxima de 10% em casos excepcionais.

A rota do projeto possui curvas em ângulo reto porque o projeto utiliza o espaço sobre as vias. É necessário utilizar curvas com raio pequeno para reduzir a quantidade de terrenos a serem adquiridos. A partir deste fato, o projeto aplica o raio de curvatura de 50m, que é o raio de curvatura mínimo do monotrilho do ponto de vista técnico¹. Entretanto, os raios de curvatura não devem ser inferiores a 100m na sua maioria, sendo utilizado o raio de 50m apenas em casos excepcionais porque ele reduz a velocidade.

Neste projeto, a velocidade não excede 70km/h devido à distância entre estações, ao limite imposto pelas curvas e a outras condições. Portanto, a velocidade máxima de 70km/h é aplicada no projeto.

Tabela 4-35 Especificação do Material Rodante

Item	Características
Extensão	Mc: 15,5m, M: 14,6m, Trem: 88,7m (6-vagões), 117,9m (8-vagões)
Largura	2.980mm
Altura Máxima	Mc: 5.200mm, M: 5.140mm
Altura do corpo sobre o suporte principal	3.740mm
Altura do piso sobre o suporte principal	1.130mm
Extensão eixo-a-eixo	9.600mm
Peso	Mc: 26,3t, M: 26,0t
Capacidade normal de passageiros (3 passageiros em pé/m ²)	Mc: 83 (em pé = 53, sentados = 30) M: 88 (em pé = 56, sentados = 32)
Sistema elétrico	DC 1500V, método de fio catenário lateral
Controle do motor	Controle inversor VVVF (com freio regenerativo)
Motor de tração	Motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo de 100kW
Unidade de frenagem	Equipamento de frenagem a ar com comando elétrico e conversor eletromagnético de pressão direta de líquido.
Velocidade máxima de operação	75km/h
Aceleração	3,0 km/ h
Desaceleração	4,0 km/ h
Declividade máxima	8%
Raio de curva mínimo	50m
Material do corpo	Liga de alumínio leve / resistente ao fogo
Arranjo de assentos	Bancos
Portas	2 portas / lado
Porta de emergência	O centro da face
Ar condicionado	Unidade de resfriamento no teto
Tipo de truque	truque ferroviário com 2 eixos do tipo straddle
Rodas de operação	Pneu sem câmara com gás nitrogênio
Rodas guiadas	Pneu de borracha com ar
Rodas estabilizadas	Pneu de borracha com ar

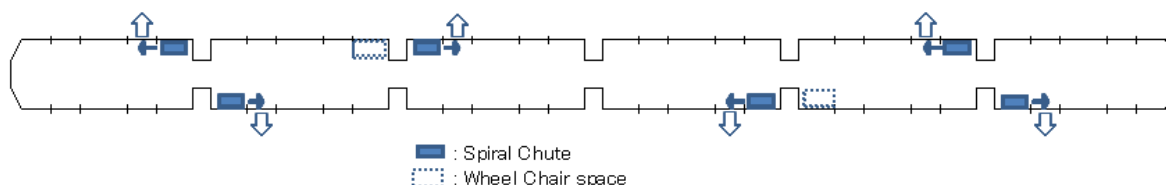
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

¹ The radius of 50m is used in Tama Monorail Depot in Japan

4.4.3 Segurança

(1) Evacuação de Emergência

Existem vários métodos para a evacuação de passageiros quando o monotrilho para nos trilhos por qualquer motivo. O uso do "escorregador em espiral" é um dos métodos de evacuação. A Figura 4-19 mostra a idéia de instalar um escorregador em espiral em três locais de um lado de um trem de 6 carros.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4-19 Arranjo dos Escorregadores em Espiral

A operação básica em uma situação de emergência do monotrilho é mover o trem quebrado de algum modo para a estação mais próxima.



(2) Medidas de prevenção de incêndios

É fundamental que na construção do carro sejam utilizados materiais não inflamáveis ou materiais retardantes do fogo em cada parte da carcaça do carro e em as suas instalações, de modo que seja difícil que o mesmo pegue fogo ou que, em havendo fogo, o mesmo se espalhe ou forme labaredas.

O princípio da operação do trem no caso de um incêndio é que ele seja forçado a parar instantaneamente, quando o fogo for detectado imediatamente depois de o trem deixar a estação, e que o trem prossiga até a próxima estação de algum modo, quando o fogo for detectado quando o trem estiver em operação entre estações. Como a distância média entre estações é de aproximadamente 1km e a velocidade de operação é cerca de 30 km/h, o trem pode chegar à estação mais próxima em dois minutos depois da ocorrência do incêndio.

Quando o trem para entre estações devido à ocorrência simultânea de incêndio em um carro e falha na potência de propulsão, o fogo deve ser extinto com o extintor de incêndio e as luzes e os ventiladores devem ser operados através da bateria (até 30 minutos dentro da capacidade atual) durante a espera pela recuperação da energia. No pior caso, não há previsão para recuperação da energia. Neste caso, a evacuação de passageiros até o chão será feita através dos "Escorregadores em espiral". O mesmo procedimento será aplicado no caso de incêndio causado por um ataque terrorista.

4.4.4 Velocidade programada

(1) Velocidade Programada do Monotrilho

A velocidade programada do monotrilho é de aproximadamente 27km/h, com distância média entre estações de 800m, sendo de 35km/h quando a distância for de 1.600m. Monotrilho de Tóquio é operado com uma velocidade programada de 44km/h, com distância média entre estações de 1.987m. A velocidade máxima do monotrilho é de 75km/h. A velocidade programada depende dos alinhamentos horizontal e vertical, assim como da distância entre estações. Uma vez que as rotas do estudo utilizem as vantagens do monotrilho, tais como raio de curvatura e declividade pequenos, é necessário preparar as curvas de operação do trem para estimar a velocidade programada.

Tabela 4-36 Velocidade Programada do Transporte de Média Capacidade no Japão

	Monotrilho de tamanho padrão	Monotrilho de tamanho grande				AGT
	Monotrilho de Tóquio	Monotrilho de Tama	Monotrilho de Osaka	Monotrilho Kita-kyusyu	Yurikamome	
Extensão da linha	17,8km	16,0km	21,2km	8,8km		14,7km
No. de estações	10	19	14	13		16
Distância média entre estações	1.987m	889m	1.631m	733m		986m
Velocidade programada	44km/h	27km/h	35km/h	27km/h		28km/h

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(2) Velocidade em Trechos com Curva

O raio de curvatura mínimo do monotrilho é de 50 m na linha principal. A velocidade no trecho em curva depende da extraviragem da curva e de uma força centrífuga aceitável para os passageiros. A estrutura do monotrilho permite uma declividade transversal alta porque o trem do monotrilho não capota. No padrão técnico para monotrilhos no Japão, a extraviragem máxima de 12% é proposta considerando o conforto dos passageiros no declive em caso de uma parada de emergência em trechos em curva. Para uma viagem confortável para os passageiros em trechos em curva, a diferença máxima de extraviragem de 5% é proposta no padrão japonês. Por outro lado, é possível uma diferença de extraviragem de 7,5% no pátio de manobras. A tabela abaixo mostra a velocidade permitida proposta em trechos em curva.

Tabela 4-37 Velocidade de Passagem Permitida em Trechos em Curva

R (m)	Cd (%) Ca (%)	Unit: km/h											
		2.5				5				7.5			
		0	5	10	12	0	5	10	12	0	5	10	12
50		10	20	25	30	15	25	30	30	20	25	30	35
60		10	20	30	30	15	25	30	35	20	30	35	35
70		10	25	30	35	20	25	35	35	25	30	35	40
80		15	25	35	35	20	30	35	40	25	35	40	40
90		15	25	35	40	20	30	40	40	25	35	40	45
100		15	30	35	40	25	35	40	45	30	35	45	45
120		15	30	40	45	25	35	45	50	30	40	50	50
140		20	35	45	50	25	40	50	50	35	45	55	55
160		20	35	50	50	30	45	55	55	35	50	55	60
180		20	40	50	55	30	45	55	60	40	50	60	65
200		25	40	55	60	35	50	60	65	40	55	65	70
250		25	45	60	65	35	55	65	70	45	60	70	75
300		30	50	65	70	40	60	75	80	50	65	80	85
350		30	55	70	80	45	65	80	85	55	70	85	90
400		35	60	75	85	50	70	85	90	60	75	90	95
450		35	65	80	90	50	75	90	95	65	80	100	105
500		35	65	85	95	55	75	95	100	65	85	105	110

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Nota:

Equação: $V_e = 3,6 \cdot \sqrt{9,807 \cdot R \cdot (Ca + Cd) / 100}$
 onde, V_e = Velocidade de Equilíbrio de Extraviração (Cant) incluindo eficiência de extraviração (km/h), R = Raio da curva (m)
 Ca = Extraviração real (%), Cd = Deficiência de extraviração (%)

A velocidade é aplicada para a linha principal a uma extraviração máxima de 12% com deficiência de extraviração de 5%.

velocidade é aplicada para a curva de raio pequeno na linha principal para não causar grande força centrífuga do corpo do vagão no truque ferroviário.

A velocidade é aplicada para o raio pequeno com alta deficiência de extraviração de 7,5%.

(3) Curva de Operação dos Trens

A velocidade programada foi estimada para trem com 8 vagões e com 6 vagões através das curvas de operação dos trens. O tempo calculado de uma estação até a estação seguinte foi arredondado para um múltiplo de 15 segundos. A figura abaixo mostra a curva de operação da Linha-2A (Caso de Desenvolvimento Urbano) do Jardim Ângela até Santo Amaro.

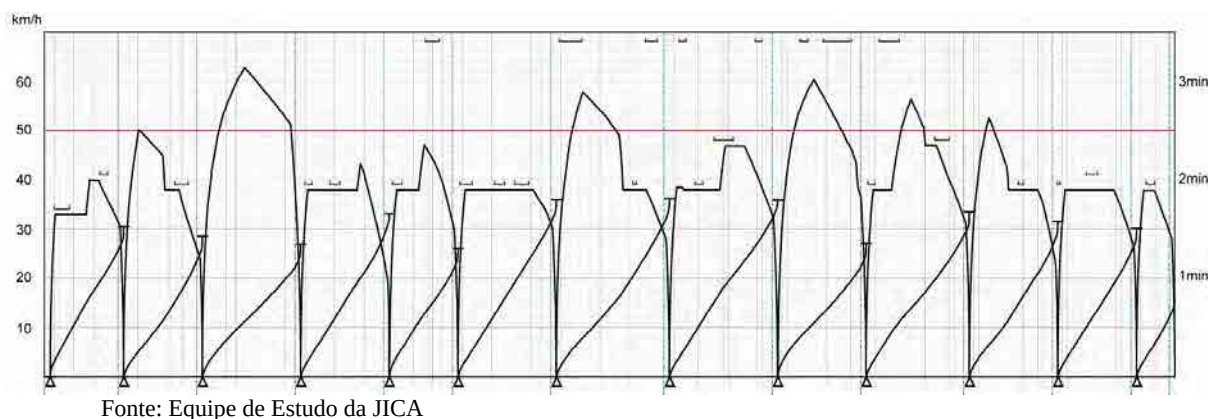


Figura 4-20 Curva de Operação para a Linha-2A (Do Jardim Ângela até Santo Amaro)

A velocidade programada das rotas do estudo foi calculada como mostrado na tabela abaixo. A velocidade programada do trem com 6 vagões é maior que a do trem com 8 vagões, embora a diferença seja pequena. A velocidade programada abaixo pode ser aumentada para aproximadamente 30km/h se o tempo programado for um múltiplo de 5 segundos, ao invés de 15 segundos.

Tabela 4-38 Velocidade Programada Calculada

	trem com 8 vagões		trem com 6 vagões	
	Capão Redondo → Ramal Jaguaré	Ramal Jaguaré → Capão Redondo	Capão Redondo → Ramal Jaguaré	Ramal Jaguaré → Capão Redondo
Linha-1A	27,2 km/h	28,2 km/h	27,9 km/h	28,2 km/h
Linha-2A (AD)	27,2 km/h	28,6 km/h	27,5 km/h	28,6 km/h
Linha-2A (MB)	27,3 km/h	28,6 km/h	28,3 km/h	29,0 km/h
Linha-2B	29,1 km/h	28,8 km/h	29,1 km/h	29,1 km/h
Linha-2D	29,4 km/h	29,7km/h	29,4 km/h	29,7 km/h
	Faria Lima → Barra Funda	Barra Funda → Faria Lima	Faria Lima → Barra Funda	Barra Funda → Faria Lima
Linha-2C	28,3km/h	27,4 km/h	28,3 km/h	27,8 km/h

Nota: AD: Rota da área de desenvolvimento, MB: Rota orininal
 Fonte: Equipe de Estudo da JICA