

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**BRUNA FALCÃO MARCONDES SODRÉ  
CRISTINA CARVALHO GOMES HORTA  
GUILHERME DE MORAES NETTO LOPES**

**Do Expresso Aeroporto à Linha 13 – Jade:**

As transformações do projeto e os desafios na implementação  
de um sistema de transporte intermunicipal

**São Paulo**

**2015**

BRUNA FALCÃO MARCONDES SODRÉ  
CRISTINA CARVALHO GOMES HORTA  
GUILHERME DE MORAES NETTO LOPES

Do Expresso Aeroporto à Linha 13 – Jade:  
As transformações do projeto e os desafios na implementação  
de um sistema de transporte intermunicipal

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração:  
Engenharia de Transportes

Orientador:  
Prof. Dr. Telmo Giolito Porto

São Paulo  
2015



### Catálogo-na-publicação

Sodré, Bruna Falcão Marcondes

Do expresso aeroporto à linha 13 – Jade: as transformações do projeto e os desafios na implementação de um sistema de transporte intermunicipal / B. F. M. Sodré, C. C. G. Horta, G. M. N. Lopes -- São Paulo, 2015.  
149 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1. Transporte Público 2. Trens Urbanos 3. Infra-Estrutura Urbana  
4. Parceria Público-Privada 5. Infra-Estrutura de Transportes I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II. t. III. Horta, Cristina Carvalho Gomes IV. Lopes, Guilherme de Moraes Netto

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Nome: SODRÉ, Bruna Falcão Marcondes

HORTA, Cristina Carvalho Gomes

LOPES, Guilherme de Moraes Netto

Título: Do Expresso Aeroporto à Linha 13 – Jade: As transformações do projeto e os desafios na implementação de um sistema de transporte intermunicipal

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração:  
Engenharia de Transportes

Orientador:  
Prof. Dr. Telmo Giolito Porto

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e familiares, com amor e gratidão pelo incansável apoio, pelo amor incondicional e por terem acreditado em nós e nos fornecido as ferramentas para a construção dos profissionais que nos tornamos.

Agradecemos especialmente àqueles que nos foram pedra fundamental para esta conquista, mas infelizmente não estão mais entre nós para comemorá-la, mantendo viva a recordação de seu amor eterno e exemplo de vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Telmo Giolito Porto pelo despertar do interesse no tema, pela prontidão no aceite ao pedido de orientação e pelo estímulo durante a execução do presente relatório.

Em especial aos engenheiros Flávio de Andrade Muller e Luiz Carlos Matheus Queiroz da Trail Infraestrutura pela disponibilidade, empenho e auxílio ímpares solucionando dúvidas, fornecendo materiais, acompanhando as visitas técnicas e participando de inúmeras reuniões, fundamentais para a confecção deste trabalho de conclusão de curso.

À equipe da Trail Infraestrutura designada para o consórcio que executa os lotes visitados da obra, destacando os engenheiros Rodrigo Ferreira, Priscila Soares, Marcelo Monteiro e ao arquiteto Gustavo Machado pelo apoio nas visitas aos canteiros, apresentações, reuniões e demais auxílios fornecidos.

Aos engenheiros Henrique Sperandio Cremm e Luciano Ferreira da Luz, suas equipes e demais funcionários da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos pela disponibilidade e auxílio prestado.

Aos colegas de curso e profissão que nos auxiliaram direta e indiretamente na execução do presente trabalho.

E por fim aos amigos e familiares que forneceram apoio, estímulo e conforto e permitiram a conclusão do presente.

Se eu vi mais longe, foi por estar sobre  
ombros de gigantes.

**Isaac Newton**

## RESUMO

O objetivo desta dissertação é apresentar uma análise crítica do empreendimento da Linha 13 – Jade, um serviço de transporte de passageiros via trem desenvolvido pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM, que ligará a cidade de São Paulo (Brasil) à sua vizinha, Guarulhos, e também ao Aeroporto Internacional de São Paulo, localizado nesta. Esse empreendimento nasceu como um serviço expresso de trem que ligaria o centro de São Paulo ao maior aeroporto do Brasil. Dado que atualmente o transporte se dá prioritariamente de forma individual, uma ferramenta de transporte coletivo aumentaria significativamente a acessibilidade ao aeroporto. No entanto, a Linha 13 passou por muitas mudanças devidas a questões políticas e econômicas, ao ponto de transformar-se em um serviço convencional de trem metropolitano. A fim de desenvolver esta dissertação, os autores visitaram a CPTM e o local da obra, conversaram com muitos funcionários e fizeram uma pesquisa pessoal das informações disponíveis sobre esse empreendimento. Este trabalho abordará as mudanças sofridas pelo empreendimento ao longo do tempo, estudos de demanda, o projeto (*design*) da linha, a estrutura da obra, seus condicionantes técnicos e burocráticos e algumas singularidades deste projeto que merecem maiores estudos.

**Palavras-chave:** transporte público, trens urbanos, infraestrutura urbana, parceria público-privada, infraestrutura de transportes.

## ABSTRACT

The aim of this dissertation is to present a critical analysis of the “Linha 13 – Jade” (Line 13 - Jade) project, a metropolitan railway service developed by “Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM”, that will link the city of São Paulo (Brazil) to its neighbor, Guarulhos, and also to the GRU International Airport (“Aeroporto Internacional de São Paulo”). This project was conceived as an express train service that would link the downtown of São Paulo to the Brazil’s largest airport. Nowadays the main way to arrive to or leave the GRU Airport is by individual transport (taxis or private cars) Therefore, a train service would improve significantly the accessibility to this important airport. However, Line 13 has gone through several changes due to political and economic issues, and ended up becoming a conventional metropolitan railway service. In order to develop this dissertation, the authors visited CPTM and the sites, talked to many members of the site’s staff and made a personal research of the available data about this project. This work will address the changes undergone by the project over time, demand studies, design project and structure of the sites, technical and bureaucratic conditionings and some specific issues of this project that deserve further studies.

**Keywords:** public transportation, urban rail, urban infrastructure, public-private partnership, transport infrastructure.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Trânsito na Avenida 23 de Maio no dia 14 de março de 2014. ....	20
Figura 1.2 – Foto tirada na Estação Sé do Metrô de São Paulo em 6 de março de 2013, após uma falha técnica causar atrasos na circulação da Linha 3-Vermelha do Metrô.....	21
Figura 2.1 – Representação esquemática da configuração da nova linha 13–Jade da CPTM e suas respectivas estações.. ....	23
Figura 2.2 – Expectativa de aparência final da nova estação Engenheiro Goulart ...	24
Figura 2.3 - Expectativa de aparência final da nova estação Guarulhos – Cecap ....	24
Figura 2.4 - Expectativa de aparência final da nova estação Aeroporto de Guarulhos. ....	25
Figura 3.1 - Representação do Projeto Completo da Linha 13 - Jade da CPTM .....	31
Figura 3.2 - Representação da Malha Ferroviária de São Paulo prevista para 2030. ....	32
Figura 4.1 - Carregamentos por trecho para o ano de 2017.....	36
Figura 4.2 - Carregamentos por trecho para o ano de 2020.....	37
Figura 4.3 - Carregamentos por trecho para o ano de 2025.....	37
Figura 4.4 - Carregamentos por trecho para o ano de 2030.....	38
Figura 5.1 - Componentes de um Trilho.....	42
Figura 5.2 - Dimensões de Trilho UIC 60 .....	43
Figura 5.3 - CAF 7000.....	45
Figura 5.4 - Veículo Tipo.....	45
Figura 5.5 -Elementos da Via Permanente.....	46
Figura 5.6 - Dormente de Concreto Protendido, fora de escala.....	47
Figura 5.7 - Alguns tipos de fixações elásticas.....	47
Figura 5.8 - Seções Tipo das Vias Duplas em Lastro.....	48
Figura 5.9 - Alguns cortes transversais de fundações da via em elevado .....	49
Figura 5.10 - Planta do Tabuleiro com Vão de 31 metros. ....	50
Figura 5.11 - Locação das Placas Pré-Moldadas no Tabuleiro de 31 metros.....	51
Figura 5.12 - Detalhe do apoio e Legenda. ....	51
Figura 5.13 - Ilustração do sistema de superestrutura com fixação direta com placas de apoio com resiliência, sem massa mola .....	52

Figura 5.14 - Sistema de superestrutura com fixação direta em viga suporte - Elevado da ligação Capão Redondo - Largo Treze, da CPTM .....	52
Figura 5.15 - Seção típica de via dupla em elevado .....	53
Figura 5.16 - Seção típica de via singela em elevado .....	53
Figura 5.17 - Funcionamento de um Aparelho de Mudança de Via .....	54
Figura 5.18 - Geometria Básica dos AMV da Linha 13 .....	55
Figura 5.19 - Foto Ilustrativa com alguns AMV .....	56
Figura 5.20 - Representação de postes de concreto e metálico da rede aérea .....	57
Figura 5.21 - Trecho do projeto de sinalização - Estação Engenheiro Goulart .....	58
Figura 5.22 - Planta Geral de Implantação - Estação Engenheiro Goulart .....	61
Figura 5.23 - Corte Transversal - Estação Engenheiro Goulart com Acessos .....	61
Figura 5.24 - Corte Longitudinal - Estação Engenheiro Goulart. ....	61
Figura 5.25 - Planta de Fundações - Estação Engenheiro Goulart.....	62
Figura 5.26 - Exemplo de dois tipos de blocos de fundações utilizados na Estação Engenheiro Goulart .....	62
Figura 5.27 - Planta Geral de Implantação - Estação Guarulhos - CECAP .....	64
Figura 5.28 - Cortes Transversais - Estação Guarulhos - CECAP.....	64
Figura 5.29 - Vista Lateral - Estação Guarulhos - CECAP .....	65
Figura 5.30 - Planta de Fundações - Estação Guarulhos CECAP .....	65
Figura 5.31 - Exemplo de um tipo de bloco de fundação utilizado na Estação Guarulhos CECAP .....	66
Figura 5.32 - Planta Geral de Implantação - Estação Aeroporto - Guarulhos .....	67
Figura 5.33 - Cortes Transversais - Estação Aeroporto - Guarulhos .....	68
Figura 5.34 - Corte Longitudinal - Estação Aeroporto - Guarulhos .....	68
Figura 5.35 - Planta de Fundações - Estação Aeroporto – Guarulhos.....	69
Figura 5.36 - Exemplo de um tipo de bloco de fundação utilizado na Estação Aeroporto – Guarulhos .....	69
Figura 5.37 - Ponte sobre o Rio Tietê .....	71
Figura 5.38 - Viaduto sobre as pistas leste e oeste da Rodovia Ayrton Senna.....	71
Figura 5.39 - Transposição sobre a Rodovia Hélio Smidt.....	72
Figura 5.40 - Transposição da Alça de Acesso ao Aeroporto .....	72
Figura 5.41 - Transposição do Rio Baquirivu-Guaçu .....	72
Figura 5.42 - Transposição da Rodovia Presidente Dutra .....	73

Figura 5.43 - Transposição da Avenida Monteiro Lobato .....	73
Figura 5.44 - Transposição Rodovia Hélio Smidt .....	74
Figura 5.45 - Plano de Vias.....	74
Figura 5.46 - Representação em planta sobre foto de vista aérea da área afetada pela implantação da Estação Engenheiro Goulart.....	79
Figura 5.47 - Representação em planta da área afetada pela implantação da estação Guarulhos-CECAP .....	81
Figura 5.48 - Representação em planta da área afetada pela implantação da Estação Aeroporto de Guarulhos .....	83
Figura 5.49 – Posto de gasolina localizado na Avenida Assis Ribeiro, às margens da linha férrea .....	86
Figura 5.50 – Posto de gasolina localizado na futura entrada (acesso 1) da estação Engenheiro Goulart .....	86
Figura 6.1 - Representação em planta sobre foto de vista aérea do canteiro central implantado na Avenida Assis Ribeiro, 3751 .....	92
Figura 6.2 – Planta do escritório administrativo implantado no canteiro .....	93
Figura 6.3 - Organograma técnico do empreendimento da Linha 13.....	95
Figura 6.4 – Cronograma do lote 1 – Parte 1/9 .....	99
Figura 6.5 - Cronograma do lote 1 – Parte 2/9 .....	100
Figura 6.6 - Cronograma do lote 1 – Parte 3/9 .....	101
Figura 6.7 - Cronograma do lote 1 – Parte 4/9 .....	102
Figura 6.8 - Cronograma do lote 1 – Parte 5/9 .....	103
Figura 6.9 - Cronograma do lote 1 – Parte 6/9 .....	104
Figura 6.10 - Cronograma do lote 1 – Parte 7/9 .....	105
Figura 6.11 - Cronograma do lote 1 – Parte 8/9 .....	106
Figura 6.12 - Cronograma do lote 1 – Parte 9/9 .....	107
Figura 6.13 - Cronograma relativo às atividades no Lote 2 .....	108
Figura 6.14 - Cronograma relativo às atividades no Lote 3 .....	109
Figura 6.15 - Cronograma relativo às atividades no Lote 4 .....	110
Figura 6.16 – Ilustração da sequência executiva de estacas raiz.....	111
Figura 6.17 – Ilustração da sequência executiva de estacas hélice contínua.....	112
Figura 6.18 - Ilustração da sequência executiva de estações .....	113
Figura 6.19 – Armação dos pilares no lote 3 .....	114

Figura 6.20 – Lçamento das vigas por guindastes .....	114
Figura 6.21 – Elementos da via em lastro .....	115
Figura 7.1 - Foto aérea da configuração inicial da estação Engenheiro Goulart.....	119
Figura 7.2 - Representação da configuração inicial da estação Engenheiro Goulart .....	119
Figura 7.3 - Foto aérea da configuração esperada após desvio provisório e demolição da plataforma na estação Engenheiro Goulart .....	120
Figura 7.4 - Representação da implantação da linha férrea provisória a norte da estação .....	120
Figura 7.5 - Representação da etapa 2 da desativação da estação Engenheiro Goulart .....	121
Figura 7.6 - Representação da etapa 3 da desativação da estação Engenheiro Goulart .....	121
Figura 7.7 - Representação da etapa 4 da desativação da estação Engenheiro Goulart .....	122
Figura 7.8 - Representação da etapa 5 da desativação da estação Engenheiro Goulart .....	122
Figura 7.9 - Representação da etapa 7 da desativação da estação Engenheiro Goulart .....	123
Figura 7.10 - Representação da etapa 8 da desativação da estação Engenheiro Goulart .....	123
Figura 7.11 - Representação da etapa 10 da desativação da estação Engenheiro Goulart .....	124
Figura 7.12 - Configuração obtida após a execução do desvio provisório para desativação da estação Engenheiro Goulart .....	124
Figura 7.13 - Acesso à PI do SAPO .....	125
Figura 7.14 - Vista interior da PI do SAPO .....	125
Figura 7.15 - Acesso a PI Goulart .....	126
Figura 7.16 - Esquema da situação final das PI's.....	126
Figura 7.17 - Situação inicial da PI do SAPO .....	127
Figura 7.18 - Liberação de território para execução da obra .....	127
Figura 7.19 - Demolição parcial do muro.....	128
Figura 7.20 - Demolição parcial do muro.....	128

Figura 7.21 - Mobilização dos equipamentos para estaca raiz .....	129
Figura 7.22 - Execução das estacas raiz junto ao muro .....	129
Figura 7.23 - Execução das estacas raiz junto ao acesso .....	129
Figura 7.24 - Descarregamento das vigas e pré-montagem do viaduto .....	130
Figura 7.25 - Lançamento do viaduto pré-moldado .....	130
Figura 7.26 - Descarregamento das vigas e pré-montagem do viaduto .....	131
Figura 7.27 - Lançamento do viaduto pré-moldado .....	131
Figura 7.28 - Finalização do lançamento do viaduto pré-moldado .....	131
Figura 7.29 - Seção transversal da configuração final da PI .....	132
Figura 7.30 - Etapa inicial: Representação em planta e corte transversal da situação inicial no trecho entre as passagens inferiores do Sapo e de Goulart .....	133
Figura 7.31 - Etapa 1: Execução das vias provisórias V1P e V2P e da rede aérea .....	133
Figura 7.32 - Etapa 2: Execução dos desvios das linhas V2E para a V2P e da V1E para a V1P, demolição da linha V2E e execução de estacas .....	134
Figura 7.33 - Etapa 3: Execução da linha V2D e da rede aérea .....	134
Figura 7.34 - Etapa 4: Desvio da linha V2P para a V2D, demolição da linha V2P, execução da linha V1P e da rede aérea .....	135
Figura 7.35 - Etapa 5: Deslocamento da linha V1P a norte e demolição da antiga linha V1P .....	135
Figura 7.36 - Etapa 6: Execução de estacas .....	136
Figura 7.37 - Etapa 7: Desvio da linha V1P para a V1D e demolição da V1P e de sua rede aérea .....	136
Figura 7.38 - Etapa 8: Execução de estacas .....	137
Figura 7.39 - Etapa 9: Implantação do pátio de manobras alteado .....	137
Figura 7.40 - Plano básico de superfície de proteção aeroportuária .....	138

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Estimativa de demandas e de carregamentos para o ano de 2017 (aproximadamente quando a entrega da linha está prevista) .....	34
Tabela 4.2 - Estimativa de demandas e carregamentos para o ano de 2020 .....	35
Tabela 4.3 - Estimativa de demandas e carregamentos para o ano de 2025 .....	35
Tabela 4.4 - Estimativa de demandas e carregamentos para o ano de 2030 .....	36
Tabela 5.1 - Síntese dos manejos pretendidos na estação Engenheiro Goulart .....	76
Tabela 5.2 - Síntese das compensações ambientais propostas para a estação Engenheiro Goulart.....	77
Tabela 5.3 - Síntese das interferências ambientais esperadas para a estação Guarulhos-CECAP em APPs .....	78
Tabela 5.4 - Síntese das interferências ambientais esperadas para a estação Guarulhos-CECAP fora de APPs .....	80
Tabela 5.5 - Síntese das intervenções previstas na região da estação Aeroporto - Guarulhos .....	82
Tabela 5.6 - Intervenções ambientais previstas fora de APP referentes à via permanente.....	84
Tabela 5.7 - Proposta de compensação ambiental – Árvores a suprimir .....	84
Tabela 5.8 - Proposta de compensação ambiental – Árvores a transplantar .....	84
Tabela 5.9 - Intervenções previstas em Área de Preservação Permanente e em fragmentos florestais secundários.....	85

## SUMÁRIO

1	Introdução e motivação para o tema.....	20
2	Apresentação da linha 13 – Jade da CPTM.....	23
3	Histórico da linha: do Expresso Aeroporto à Linha 13.....	27
3.1	O Expresso Aeroporto.....	27
3.2	A Linha 13 – Jade .....	29
4	Estudos de demanda.....	33
5	O Projeto da Linha 13.....	41
5.1	Premissas de projeto.....	41
5.1.1	<i>Bitola</i> .....	41
5.1.2	<i>Trilho</i> .....	41
5.1.3	<i>Entrevias</i> .....	43
5.1.4	<i>Raio mínimo de curva</i> .....	43
5.1.5	<i>Curvas de transição</i> .....	43
5.1.6	<i>Aceleração não compensada máxima</i> .....	44
5.1.7	<i>Superelevação máxima</i> .....	44
5.1.8	<i>Rampa máxima</i> .....	44
5.1.9	<i>Cota máxima do boleto</i> .....	44
5.1.10	<i>Velocidade de projeto</i> .....	44
5.1.11	<i>Veículo tipo</i> .....	44
5.2	Elementos de projeto .....	45
5.2.1	<i>Via permanente em superfície (via em lastro)</i> .....	45
5.2.2	<i>Via em elevado</i> .....	48
5.2.3	<i>Aparelhos de mudança de via (AMV)</i> .....	54
5.2.4	<i>Para-choques</i> .....	56
5.2.5	<i>Rede aérea</i> .....	56
5.2.6	<i>Pavimentação e sinalização</i> .....	57

5.2.7	<i>Telecomunicações</i> .....	58
5.3	<i>Estações</i> .....	59
5.3.1	<i>Estação Engenheiro Goulart (km 15+500)</i> .....	60
5.3.2	<i>Estação Guarulhos – CECAP (km 22+600)</i> .....	63
5.3.3	<i>Estação Aeroporto – Guarulhos (km 24+700)</i> .....	66
5.4	<i>O Traçado da Linha</i> .....	70
5.5	<i>Estudos preliminares e licenças</i> .....	74
5.5.1	<i>Aspectos ambientais</i> .....	75
5.5.2	<i>Áreas contaminadas</i> .....	85
5.5.3	<i>Arqueologia e Patrimônio Histórico Cultural</i> .....	87
6	<i>A obra</i> .....	90
6.1	<i>Dimensões dos canteiros da obra</i> .....	90
6.2	<i>Organização administrativa</i> .....	93
6.2.1	<i>Organograma</i> .....	93
6.2.2	<i>Mobilização de recursos humanos</i> .....	94
6.2.3	<i>Segurança do trabalho</i> .....	96
6.2.4	<i>Alimentação</i> .....	96
6.3	<i>Controle de equipamentos</i> .....	97
6.4	<i>Cronograma de execução considerando via, elevado e rede aérea</i> .....	98
6.5	<i>Métodos construtivos</i> .....	111
6.5.1	<i>Elevado</i> .....	111
6.5.2	<i>Via permanente</i> .....	115
6.5.3	<i>Via em lastro</i> .....	115
7	<i>Aspectos relevantes do empreendimento</i> .....	117
7.1	<i>Dinâmica de implantação</i> .....	117
7.1.1	<i>A dinâmica de execução de obras junto à CPTM</i> .....	117
7.1.2	<i>O cineminha</i> .....	118



7.2	A influência das superfícies de aproximação do Aeroporto de Guarulhos	138
-----	---	-----

8	Considerações Finais .....	140
---	----------------------------	-----

9	Bibliografia.....	142
---	-------------------	-----

10	ANEXOS	
----	--------	--

	ANEXO I - Glossário de termos ferroviários	
--	--	--

## 1 INTRODUÇÃO E MOTIVAÇÃO PARA O TEMA

A questão da mobilidade urbana tem sido há muito centro das discussões acerca do desenvolvimento da Região Metropolitana de São Paulo. A imagem da cidade de São Paulo e entorno está usualmente associada às grandes filas de carros, altos índices de congestionamento e transporte público superlotado, como exemplificado nas figuras 1.1 e 1.2. Este cenário cria um ambiente fértil para que surjam diferentes sugestões de meios de cercar esse problema que aflige e atinge a população paulistana como um todo. Ademais, é fato que milhões de pessoas transitam diariamente entre as cidades da Região Metropolitana de São Paulo, sobretudo por motivo de trabalho, e o oferecimento de alternativas de transporte para essa parcela da população ainda é bastante limitado.



Figura 1.1 – Trânsito na Avenida 23 de Maio no dia 14 de março de 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/transito/noticia/2014/03/sp-19h-capital-paulista-bate-recorde-de-transito-do-ano-com-232-km-de-filas.html>. Acesso em: 20 jun. 2015.



Figura 1.2 – Foto tirada na Estação Sé do Metrô de São Paulo em 6 de março de 2013, após uma falha técnica causar atrasos na circulação da Linha 3-Vermelha do Metrô. Disponível em: <http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/14270-imagens-do-dia>. Acesso em: 20 jun. 2015.

Fato é que cada vez mais se deve buscar uma rede de transportes mais integrada e abrangente, de modo a garantir o atendimento das demandas com um nível de serviço adequado. É escopo do curso de Engenharia Civil entender, avaliar, analisar e muitas vezes criticar as propostas de soluções para essa questão. O Engenheiro Civil tem por competência e por dever ser capaz de avaliar com senso crítico a organização da cidade e de seu sistema de transportes, identificar problemas e pontos de conflito no mesmo, buscar soluções para esses problemas e, por fim, decidir quais dessas soluções são as mais adequadas para a cidade.

Neste contexto, associado ao comum interesse dos membros do grupo, surgiu a motivação para que o grupo redator desta dissertação escolhesse desenvolver seu Trabalho de Formatura para Engenharia Civil na área de transportes. Com isto em mente, optou-se pela busca de um tema focado em transporte sobre trilhos, dado que esta modalidade é sub explorada no país e no curso de Engenharia Civil. Conjuntamente com o Prof. Dr. Telmo Giolito Porto, o grupo optou por desenvolver um estudo de caso sobre a Linha 13 - Jade da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), quem ligará a cidade de São Paulo ao Aeroporto Internacional Governador André Franco Montoro, também

conhecido por Aeroporto de Cumbica, na cidade de Guarulhos. Esse projeto proporciona um estudo bastante rico da prática da Engenharia de Transportes pelos seus desafios construtivos, pelas suas características técnicas e pelas suas interferências com o Aeroporto de Guarulhos. Este trabalho tratará, portanto, da Linha 13 - Jade da CPTM, abordando primeiramente sua configuração, a evolução de seu traçado e de seu propósito ao longo do tempo, suas expectativas de demanda e suas características técnicas e construtivas. Na segunda parte do trabalho serão apresentadas particularidades do projeto da Linha 13, em especial os desafios executivos no trecho em que há ininterrupta operação de trens da CPTM no canteiro de obras.

## 2 APRESENTAÇÃO DA LINHA 13 – JADE DA CPTM

A Linha 13 – Jade da CPTM será uma ligação sobre trilhos entre São Paulo e o Aeroporto Internacional Governador André Franco Montoro, também conhecido como Aeroporto de Cumbica, na cidade de Guarulhos. Até o momento da publicação deste trabalho, o projeto efetivamente aprovado e em execução trata da implantação de um trecho da linha compreendendo três estações: Engenheiro Goulart, Guarulhos-CECAP e Aeroporto de Guarulhos, como pode ser observado na figura 2.1. A estação Engenheiro Goulart já faz parte da Linha 12 – Safira da CPTM, mas será totalmente reconstruída a fim de permitir a integração das duas linhas (12 e 13). Já as estações Guarulhos-CECAP e Aeroporto de Guarulhos são totalmente novas. Uma expectativa da futura configuração dessas estações é apresentada nas figuras 2.2, 2.3 e 2.4.



Figura 2.1 – Representação esquemática da configuração da nova linha 13–Jade da CPTM e suas respectivas estações. Disponível em: <http://www.stm.sp.gov.br/index.php/obras/obras-em-andamento/linha-13-aeroporto-de-guarulhos>. Acesso em : 20 jun. 2015.





Figura 2.2 – Expectativa de aparência final da nova estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.



Figura 2.3 - Expectativa de aparência final da nova estação Guarulhos – Cecap (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Figura fornecida pela equipe da CPTM em reunião realizada no escritório da CPTM em maio de 2015.



Figura 2.4 - Expectativa de aparência final da nova estação Aeroporto de Guarulhos (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

O atual projeto da linha 13 compreende um trajeto com extensão de 12,2 km, sendo desses 4,3 km executados em superfície e os 7,9 km restantes executados em elevado. Esperava-se inicialmente uma demanda de cerca de 150 mil usuários por dia. Sabe-se, contudo, que no momento do início da operação da linha esse valor já estará subestimado, tanto pelo fato de essas demandas serem de difícil estimativa, quanto pelo atraso na entrega das obras. Aspectos relativos a estudos de demanda serão mais bem abordados e aprofundados no *Capítulo 4 – Estudos de demandas* deste trabalho.

O projeto foi orçado inicialmente em 1,8 bilhão de reais. As obras civis estão sendo financiadas pela Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD) e pelo Governo do Estado de São Paulo (GESP). As obras de energia, de sinalização e de telecomunicações, por sua vez, recebem financiamento da Caixa Econômica Federal como parte do Plano de Aceleração do Crescimento do Governo Federal (CEF/PAC). A aquisição de trens (sendo oito composições com oito carros cada) será financiada pelo Banco Europeu de Investimento (BEI).

Na estação final Aeroporto de Guarulhos haverá uma passarela que fará a ligação com o Terminal 4 do Aeroporto de Guarulhos. Prevê-se também a disponibilização de um serviço de transporte entre o Terminal 4 e os demais terminais do aeroporto. Essa obra, contudo, caberá à administração do próprio aeroporto, atualmente sob a Concessionária do Aeroporto Internacional de Guarulhos S.A. composta pelo Grupo Invepar, pela Airports Company South Africa

(ACSA) e pela Infraero. Ainda não se sabe ao certo como será feito esse transporte; A concessionária que administra o aeroporto ainda não deixou claro como seria feita essa ligação entre terminais e também não forneceu nenhuma estimativa de prazo para sua entrega.

O projeto da Linha 13 teve sua implantação iniciada no final do ano de 2013 e dividida em 4 lotes. Ficaram responsáveis pela implantação os dois consórcios vencedores da licitação: HFTS Jade (Helleno e Fonseca-Trail-Spavias), responsável pelos lotes 1 e 3; e CST Linha 13-Jade (Consbem-Serveng-TIISA), responsável pelos lotes 2 e 4. Este trabalho foi desenvolvido junto ao consórcio Jade (Helleno e Fonseca-Trail-Spavias) e, por esta razão, terá maior ênfase nos lotes 1 e 3. Atualmente, estima-se que a entrega dessa primeira fase da Linha 13, como as três estações supramencionadas, será realizada no final de 2017.



### **3 HISTÓRICO DA LINHA: DO EXPRESSO AEROPORTO À LINHA 13**

#### **3.1 O Expresso Aeroporto**

A ideia de disponibilizar um sistema de transporte de média capacidade para o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos - Governador André Franco Montoro, conhecido também como Aeroporto de Cumbica, prevista no Plano Integrado de Transporte Urbano (PITU) elaborado em 1997 com horizonte de projeto em 2020, começou a tomar forma dentro da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) no final da década de 1990.

No início da concepção do projeto a pretensão da empresa era oferecer um serviço expresso, diferenciado em preço e condição de operação, tendo apenas duas estações, uma no aeroporto e outra no centro da cidade de São Paulo. Estas peculiaridades sempre tornaram a obra alvo de grandes incertezas sobre sua capacidade de se manter em termos econômicos e financeiros, quer analisada como negócio quer como serviço. Sob estas incertezas, a companhia começou a desenvolver alternativas que tornassem o serviço de atendimento ao aeroporto viável e interessante.

A primeira alternativa de implementação surgiu na forma de concessão pura, entretanto, com a promulgação da Lei Federal nº 11.079/2004 regendo as Parcerias Público Privadas (PPP), aventou-se a possibilidade de migração para este tipo de contrato. Contudo, dado que as Parcerias Público Privadas têm por obrigação a prestação de um serviço de caráter público. Apesar do Expresso Aeroporto se enquadrar nisto, a execução deste projeto frente a outras demandas de infraestrutura de transportes da população seu foco poderia ser considerado elitista demais. Sob esta ótica surgiu a ideia da implementação da Linha 13 - Jade como um apêndice ao Expresso Aeroporto. Desta forma seria possível atender à grande pressão popular pela interligação de Guarulhos com a capital utilizando um meio de transporte de alta capacidade, dado que apesar de ser a maior cidade da região metropolitana de São Paulo e ter grande relevância econômica o transporte intermunicipal só se dá por meio de ônibus. Então se conseguiu conciliar os dois interesses. Nesta alternativa haveria dois pares de vias correndo paralelamente, um para a Linha 13, com uma conexão metropolitana e chegando até a estação

Guarulhos – CECAP, onde se localiza a rodoviária de Guarulhos, e outro para o Expresso Aeroporto. Até então a pretensão da CPTM era atrair empresas do setor privado com a exploração da tarifa diferenciada da linha expressa.

Esta ideia evoluiu até meados de 2007, quando houve a troca de gestão interna na CPTM. Com a nova gestão algumas diretrizes com relação ao projeto foram alteradas, acarretando na decisão de mudar o caráter do contrato novamente para uma concessão pura. Para isso era necessário tornar o Expresso Aeroporto financeiramente mais atraente, sendo que a Linha 13 era mantida apenas como uma forma de repasse de recursos ao estado em troca do direito de prestação de serviços. Com estas decisões tomadas, construiu-se o edital de concorrência para lançamento. No entanto, em 2008 a economia mundial entrou em crise, o que interferiu muito na disponibilidade financeira dos interessados privados. Por essa razão, quando o edital finalmente foi lançado, na transição de 2008 para 2009, havia grande desconfiança acerca dos rumos que o mercado mundial iria tomar no curto prazo.

Além disso, quando a sessão pública de abertura do certame estava marcada, surgiu uma liminar advinda da 1ª Vara da Fazenda Pública - Fórum de Guarulhos, que suspendeu a licença prévia e determinou a paralisação do projeto, alegando falhas no relatório do Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Especulou-se à época que a ação foi apenas uma manobra política para barrar o processo licitatório. Esta liminar foi suspensa pela 1ª Câmara Especial do Meio Ambiente do Tribunal de Justiça do estado de São Paulo, sob a alegação de que o Relatório de Impacto Ambiental havia sido aprovado por unanimidade no Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema).

Paralelamente aos condicionantes econômicos e entraves legais, havia entraves com relação ao Aeroporto de Guarulhos. Foram feitos diversos estudos de demanda, pesquisas de preferência declarada, tentativas de levantamento direto no próprio aeroporto, nas linhas de ônibus e fretados que o atendem, até mesmo entre os passageiros que utilizavam o serviço de taxi, e a demanda sempre convergia para cerca de vinte mil passageiros por dia, número suficiente para viabilizar o negócio, segundo a CPTM, mas maior do que o aeroporto comportava com apenas dois terminais. Por isso, desde o início do projeto, a existência do Expresso Aeroporto estava condicionada à construção do Terminal de Passageiros 3. Vale

destacar que, até então, a administração do aeroporto era feita pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), que não se comprometia formalmente com a efetiva criação de um novo terminal, o que colocava mais dúvidas sobre a implementação do Expresso Aeroporto.

Também à época havia grande repercussão midiática sobre o projeto de implementação do Trem de Alta Velocidade (TAV), que ligaria São Paulo ao Rio de Janeiro, e especulava-se que haveria uma estação do TAV no Aeroporto de Guarulhos, o que o tornaria concorrente do Expresso Aeroporto. Devido a estes fatores, sobretudo à incerteza com relação à construção do Terminal 3, não havia demonstração de interesse de nenhuma empresa privada na execução do expresso, o que desencadeou o recolhimento do edital e cancelamento da licitação.

### **3.2 A Linha 13 – Jade**

No ano de 2010 houve a eleição para troca do governo do estado, que foi vencida pelo governador ainda em exercício, Geraldo Alckmin (PSDB-SP). Assim que se deu a posse, em primeiro de janeiro de 2011, o novo governador divulgou que o Expresso Aeroporto não seria construído, mas que o projeto da Linha 13 – Jade da CPTM seria efetivamente implantado, mas com uma alteração, a Linha 13 deixava de terminar na estação Guarulhos – CECAP e passava a chegar ao Aeroporto. Até então o plano era que a Linha 13 viesse da estação Brás da CPTM compartilhando o feixe de trilhos da Linha 12 – Safira, já em operação, até a estação Engenheiro Goulart e de lá continuaria com feixe próprio de trilhos até a estação final.

Com essas alterações a linha que atenderia o aeroporto passava a prestar o mesmo tipo de serviço que qualquer outra linha da CPTM, ou seja, transporte metropolitano, o que fez com que a demanda de passageiros com destino ao aeroporto caísse, passando a compreender apenas 10% dos usuários da linha, sendo estes em sua maioria funcionários do aeroporto.

Ainda em 2011 a Presidente Dilma Rousseff resolveu entregar a administração de alguns terminais aeroportuários à iniciativa privada, visando investimentos no setor para a adequação dos terminais do país à Copa do Mundo de 2014, e às Olimpíadas de 2016, realizadas no país. Coube à Agência Nacional de

Aviação Civil (ANAC) executar e acompanhar o processo de concessão. A concessão por vinte anos do Aeroporto de Guarulhos foi arrematada por R\$16,213 bilhões de reais (dezesesseis bilhões e duzentos e treze milhões de reais) em um leilão realizado em 6 de fevereiro de 2012 pelo consórcio INVEPAR composto pela brasileira Investimentos e Participações em Infraestrutura S.A. (INVEPAR) e a sul-africana Airports Company South Africa (ACSA).

Com a troca de administração do Aeroporto houve novas mudanças no projeto da Linha 13. Inicialmente a Estação Aeroporto estava proposta em frente aos Terminais 1 e 2, possibilidade negada de imediato pela concessionária, pois naquele lugar seria construído o edifício garagem do aeroporto, deslocando progressivamente a estação em direção à Rodovia Hélio Smidt (SP-019) sob a alegação de que a própria concessionária se responsabilizaria pela distribuição dos passageiros advindos da estação pelo aeroporto, provavelmente por meio de um Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT), projeto que até o momento não foi apresentado. Após a análise por parte da CPTM percebeu-se que a mudança era justificável, já que na localização nova a estação passaria a atender melhor a população pois ali se localiza o Terminal Metropolitano Taboão, onde há a interligação com diversas linhas de ônibus.

Finalmente em 24 de maio de 2013 lançou-se o Edital de Concorrência Nº 8516120011 para a implementação da obra, sendo que esta foi dividida em 4 lotes, que por sua vez foram distribuídos entre dois consórcios vitoriosos: HFTS JADE (Helleno e Fonseca-Trail-Spavias), responsável pelos lotes 1 e 3 e CST Linha 13-JADE (Consbem-Serveng-TIISA) que ficou com os lotes 2 e 4.

Assim que houve a divulgação da proposta da nova Linha 13, iniciaram-se dois movimentos. A CPTM tem necessidade e crescente carência de pátios onde possa fazer a manutenção dos trens, bem como lavá-los e estacioná-los quando as linhas não estão funcionando e os pátios existentes estão saturados, além de não haver disponibilidade de terrenos para a construção de um novo pátio entre as estações Engenheiro Goulart e Aeroporto. Por outro lado, há grande demanda da população que habita o leste de Guarulhos por maior disponibilidade de transporte público, além de haver contínua expansão da cidade em direção ao município de Arujá. Devido a esses movimentos, a CPTM começou a estudar a ampliação da linha até o bairro de Bonsucesso, criando mais 4 estações além da do Aeroporto,

Jardim dos Eucaliptos, Jardim São João, Jardim Presidente Dutra e Bonsucesso, permitindo a implantação de um pátio, considerado equipamento de grande porte.

Com os estudos de ampliação da linha sentido Arujá, percebeu-se que o fluxo adicional de passageiros que seria encaminhado unicamente para a já saturada Linha 12, não permitiria um atendimento satisfatório da população. Decidiu-se então pela extensão da Linha 13 também no sentido São Paulo. Os estudos sugeriram que a Linha 13 continuasse, em seu próprio par de vias, margeando a Linha 12, então adicionaram-se as estações Cangaíba, Gabriela Mistral, onde será possível a integração com as Linhas 12 da CPTM e 2 – Verde do Metrô, permitindo uma troca vista como interessante por ambas empresas, a partir deste ponto a linha se torna subterrânea e prossegue para as estações Guaiaúna, Serra de Botucatu e Itapura, no Tatuapé, Demétrio Ribeiro, Sapucaia, na beira da Avenida Salim Farah Maluf, Parque da Mooca, estação nova da Linha 10 – Turquesa, promovendo a integração com a região do ABC sem passar pelo centro de São Paulo e com a futura Linha 6 – Laranja do Metrô, Jardim da Glória e Chácara Klabin, onde haverá nova integração com a Linha 2 – Verde do Metrô, totalizando 18 estações, 37,5 quilômetros de extensão, 52 minutos de tempo total de percurso e 3 minutos de intervalo entre composições, na configuração da linha exibida na Figura 3.1.

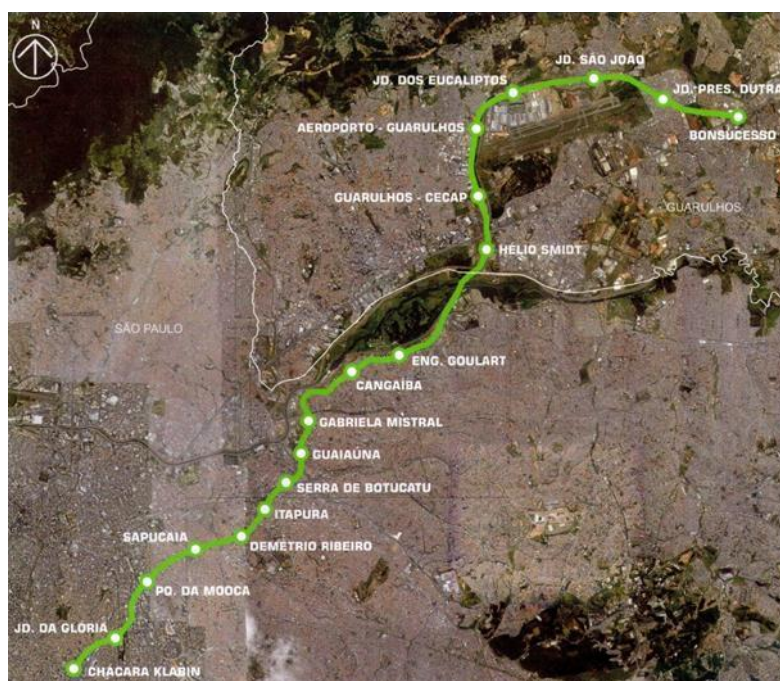


Figura 3.1 - Representação do Projeto Completo da Linha 13 - Jade da CPTM (CPTM, 2015).

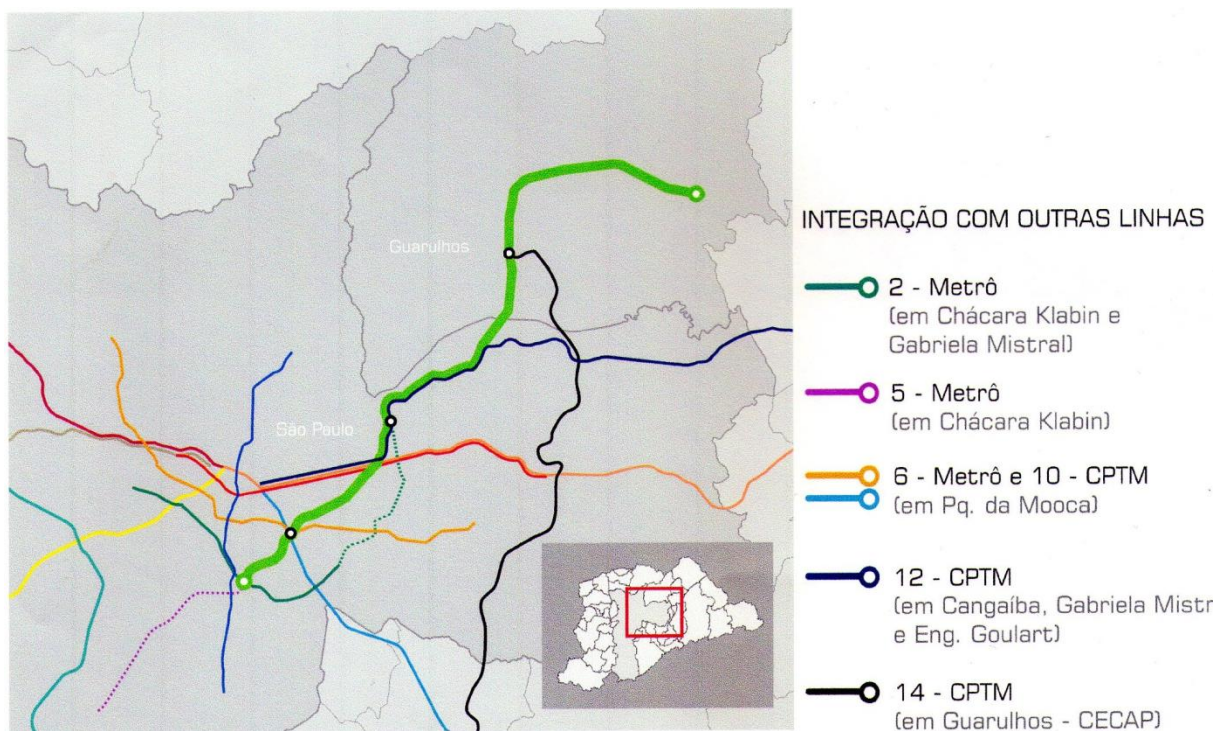


Figura 3.2 - Representação da Malha Ferroviária de São Paulo prevista para 2030 (CPTM, 2015).

Até a publicação do presente trabalho, a parte efetivamente em execução da Linha 13 é a entre as estações Engenheiro Goulart e Aeroporto - Guarulhos, sem previsão real de início de nenhuma das extensões.

## 4 ESTUDOS DE DEMANDA

Antes de apresentar as estimativas de demanda obtidas pela CPTM para a Linha 13-Jade, é importante ter clareza quanto aos conceitos de oferta e de demanda envolvidos nesse estudo.

Demanda é uma característica da população que depende, entre outros fatores, da faixa etária, da condição financeira e da porcentagem de pessoas economicamente ativas dos diferentes grupos que compõem essa população. Tome-se, por exemplo, um bairro fictício da cidade de Guarulhos. Suponha-se que nesse bairro vivam 100 mil pessoas, das quais 50 mil viajam diariamente para São Paulo, onde trabalham, e no fim da tarde voltam para seu bairro em Guarulhos. Ou seja, 50 mil pessoas desejam viajar diariamente de Guarulhos para São Paulo e de São Paulo para Guarulhos. Essas pessoas podem realizar essas viagens de diferentes maneiras: elas podem ir de carro, utilizar um táxi, ou utilizar um ônibus (fretado ou intermunicipal). Dessa forma, a demanda de 50 mil pessoas se distribuiria entre diferentes meios de transporte de acordo com seu horário de trabalho, com sua idade, com sua renda média e com a qualidade dos serviços disponíveis. A essas pessoas somar-se-iam outras muitas que realizariam viagens com outros objetivos (diferentes de trabalho) e que se distribuiriam também pelas opções de transporte. Caso surgisse uma nova oferta de transporte (uma linha ferroviária, por exemplo), parte dessa demanda se redistribuiria utilizando esta nova possibilidade, ainda em função dos mesmos critérios citados.

O conceito de oferta, por sua vez, está mais intimamente ligado ao projeto, à operação e ao conceito de capacidade. Suponha-se uma linha de trens fictícia que opera com um intervalo entre trens de 5 minutos e capacidade para 5 mil passageiros por trem. Essa é a oferta do sistema. Caso haja um evento extraordinário, como uma greve dos motoristas de ônibus intermunicipais, e, subitamente, 1 milhão de pessoas queiram usar essa linha de trens, haverá um déficit no atendimento à demanda.

Uma maneira bastante intuitiva de entender as diferenças entre esses dois conceitos e como eles se relacionam é tomar, por exemplo, um dia em que haja falha técnica no serviço oferecido pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô). É mais que comum em dias como esses encontrar estações de trens



lotadas; trens, ônibus e pontos de ônibus igualmente lotados. Isso ocorre porque a demanda pelo transporte foi mantida, apesar de ocorrer uma alteração na oferta. Com uma mudança de oferta, a demanda se redistribui ao longo do resto do sistema de transportes.

Entende-se, portanto, que a oferta nos sistemas de transporte interfere diretamente na distribuição da demanda ao longo do sistema. Contudo, não interfere de maneira direta (pelo menos não a curto prazo), na magnitude da demanda.

Esclarecidos esses conceitos, é possível compreender como foram realizadas as estimativas de demanda para a futura Linha 13 – Jade da CPTM, bem como os desafios encontrados ao longo dessas estimativas.

Com o auxílio de uma equipe interdisciplinar, que contava inclusive com geógrafos, a CPTM realizou pesquisas, traçou sobre diferentes aspectos o perfil dos diferentes grupos de possíveis usuários da Linha 13 (faixa etária, condição financeira, etc) e estimou qual seria a demanda atual pelo serviço, estimando também os números de embarques e de desembarques em cada estação (por sentido) durante os horários de pico, obtendo também uma estimativa para os carregamentos máximos em cada trecho da linha e o seu carregamento crítico. Essas estimativas, com o auxílio de projeções demográficas e expectativas de crescimento e de desenvolvimento da Região Metropolitana de São Paulo, foram extrapoladas até o ano de 2030. Deste modo, considerando também uma ampliação da Linha 13, tanto no sentido São Paulo quanto no Guarulhos, pode-se ter uma noção de como as demandas variariam ao longo do tempo na linha. Os valores encontrados pela CPTM estão apresentados nas tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4.

Tabela 4.1 - Estimativa de demandas e de carregamentos para o ano de 2017 (aproximadamente quando a entrega da linha está prevista) (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

2017									Total Diário
Linha 13 - Jade - CPTM	Sentido: Engenheiro Goulart			Sentido: Aeroporto Guarulhos			Total por estação (HPM)		
Estação	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	
Engenheiro Goulart	0	11978	0	4588	0	4588	4588	11978	
Guarulhos-CECAP	5883	73	11978	36	3625	998	5919	3698	
Aeroporto Guarulhos	6168	0	6168	0	998	0	6168	998	
Trecho Crítico			11978			4588	16675	16674	



Tabela 4.2 - Estimativa de demandas e carregamentos para o ano de 2020 (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

2020									Total Diário
Linha 13 - Jade - CPTM	Sentido: Engenheiro Goulart			Sentido: São João			Total por estação (HPM)		
Estação	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	
Engenheiro Goulart	0	18621	0	7877	0	7877	7877	18621	117260
Guarulhos-CECAP	2284	542	18621	55	5496	2437	2339	6038	37070
Aeroporto Guarulhos	2946	205	16877	2	876	1562	2948	1081	17829
Jardim dos Eucaliptos	3568	0	14137	0	293	1269	3568	293	17086
São João	10569	0	10569	0	1269	0	10569	1269	52386
Trecho Crítico			18621			7877	27301	27302	241.631

Tabela 4.3 - Estimativa de demandas e carregamentos para o ano de 2025 (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

2025									Total Diário
Linha 13 - Jade - CPTM	Sentido: Chácara Klabin			Sentido: Bonsucesso			Total por estação (HPM)		
Estação	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	
Chácara Klabin	0	14953	0	3915	0	3915	3915	14953	83495
Jardim da Glória	522	1249	14953	314	869	3359	836	2118	13072
Dom Pedro I	388	1226	15680	294	742	2912	682	1968	11727
Parque da Mooca	1443	7894	16519	3069	759	5222	4512	8653	58258
Sapucaia	670	718	22970	111	1314	4018	781	2032	12448
Demétrio Ribeiro	598	811	23017	108	904	3223	706	1715	10713
Itapura	1572	1027	23231	232	1312	2143	1804	2339	18334
Serra de Botucatu	753	296	22686	239	157	2225	992	453	6394
Guaiaúna	819	1904	22229	248	357	2118	1067	2261	14727
Gabriela Mistral	4385	15474	23314	1313	932	2497	5698	16406	97815
Cangaíba	3156	1164	34402	1314	158	3651	4470	1322	25631
Engenheiro Goulart	1499	1032	32411	373	368	3657	1872	1400	14479
Guarulhos-CECAP	5149	2789	31943	640	800	3497	5789	3589	41500
Aeroporto Guarulhos	2328	965	29584	31	997	2530	2359	1962	19121
Jardim dos Eucaliptos	3062	241	28220	9	395	2144	3071	636	16404
São João	7657	14	25399	12	1176	980	7669	1190	39203
Jardim Presidente Dutra	3866	63	17756	16	294	703	3882	357	18759
Bonsucesso	13954	0	13954	0	703	0	13954	703	64861
Trecho Crítico			34402			5222	64059	64057	566.943

Tabela 4.4 - Estimativa de demandas e carregamentos para o ano de 2030 (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

2030									Total Diário
Linha 13 - Jade - CPTM	Sentido: Chácara Klabin			Sentido: Bonsucesso			Total por estação (HPM)		
Estação	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	Carregamento	Embarques	Desembarques	
Chácara Klabin	0	12614	0	3285	0	3285	3285	12614	70357
Jardim da Glória	302	816	12614	159	425	3019	461	1241	7532
Dom Pedro I	338	890	13127	263	425	2856	601	1315	8479
Parque da Mooca	1098	6525	13679	3184	633	5407	4282	7158	50625
Sapucaia	626	691	19105	133	1260	4278	759	1951	11992
Demétrio Ribeiro	539	790	19169	144	888	3534	683	1678	10448
Itapura	1440	1248	19421	307	1289	2552	1747	2537	18958
Serra de Botucatu	626	367	19230	327	174	2705	953	541	6611
Guaiaúna	3780	4389	18971	914	636	2983	4694	5025	43009
Gabriela Mistral	1347	16042	19581	2117	767	4334	3464	16809	89713
Cangaíba	2754	1539	34276	1944	292	5984	4698	1831	28892
Engenheiro Goulart	1402	1092	33061	526	321	6190	1928	1413	14785
Hélio Smidt	780	890	32750	3	3336	2856	783	4226	22166
Guarulhos-CECAP	4291	2905	32861	472	575	2753	4763	3480	36477
Aeroporto Guarulhos	2160	1120	31476	35	962	1825	2195	2082	18927
Jardim dos Eucaliptos	3271	238	30435	11	400	1436	3282	638	17347
São João	8851	20	27402	14	1142	308	8865	1162	44372
Jardim Presidente Dutra	4318	64	18571	17	265	61	4335	329	20639
Bonsucesso	14316	0	14316	0	61	0	14316	61	63622
Trecho Crítico			34276			6190	66094	66091	584.949

As figuras 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 apresentam o traçado da linha com os carregamentos esperados (i.e. a quantidade máxima de passageiros esperada em cada viagem e em cada trecho) ao longo do tempo.

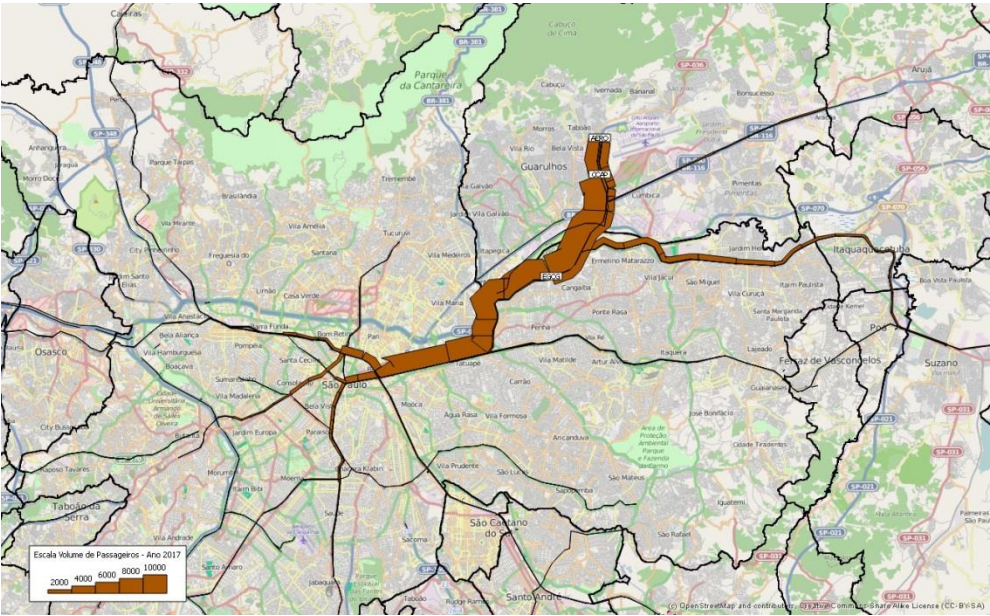


Figura 4.1 - Carregamentos por trecho para o ano de 2017 (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.



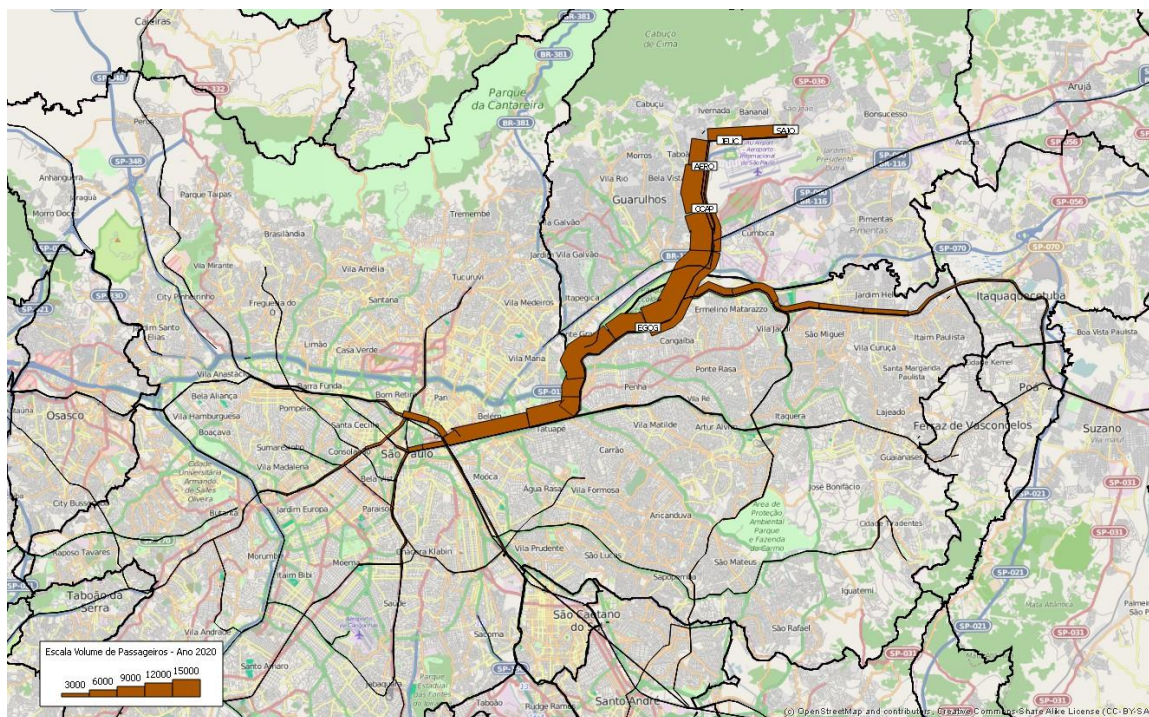


Figura 4.2 - Carregamentos por trecho para o ano de 2020 (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

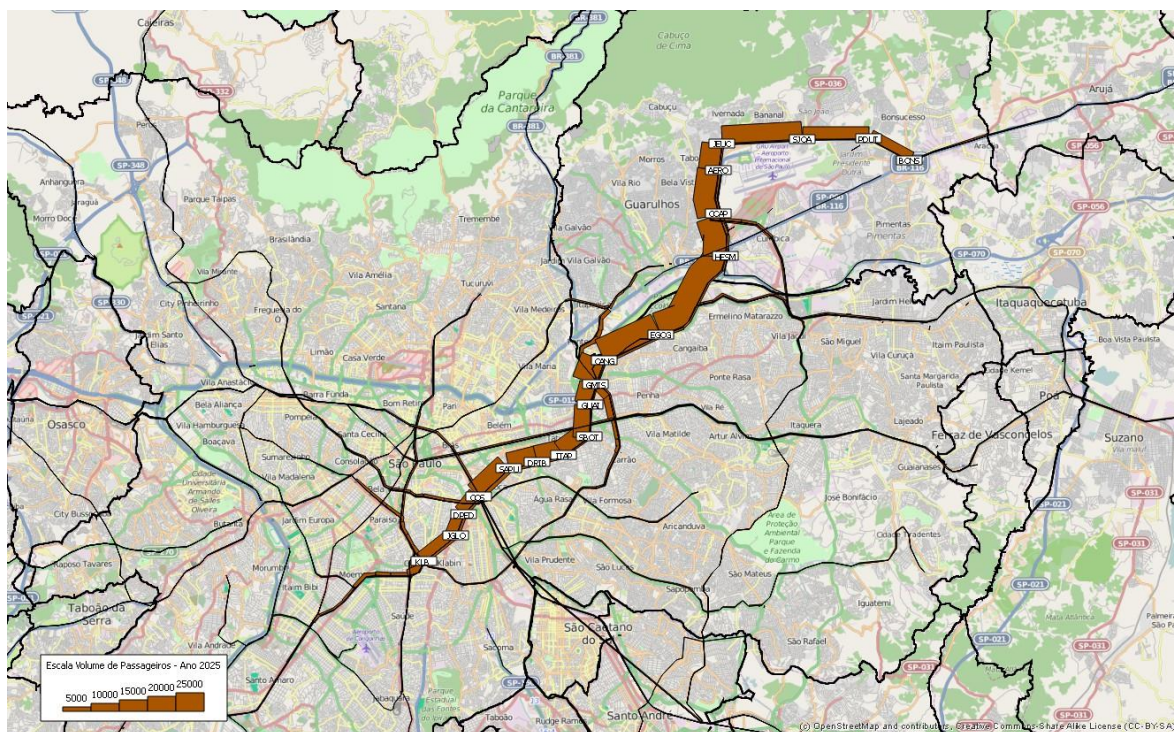


Figura 4.3 - Carregamentos por trecho para o ano de 2025 (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.



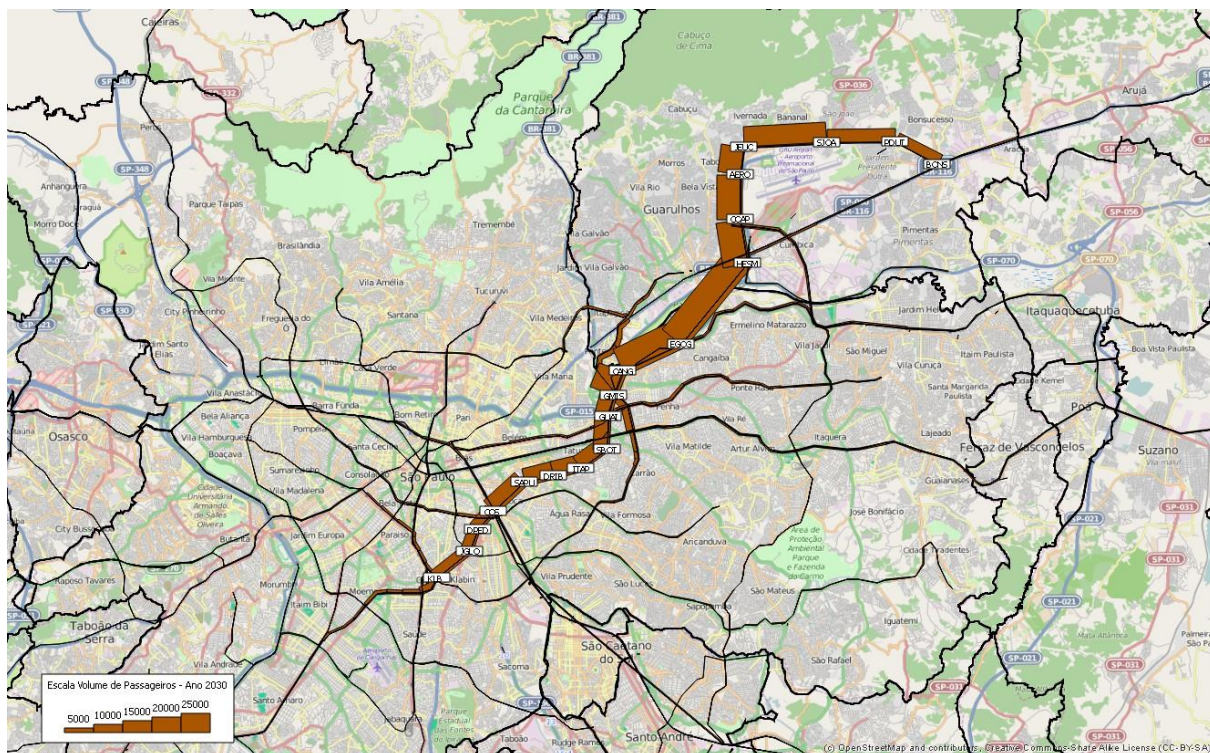


Figura 4.4 - Carregamentos por trecho para o ano de 2030 (CPTM, 2015)<sup>1</sup>.

Portanto, a Linha 13 teria, em um primeiro momento, uma demanda diária de 150 mil passageiros, carregamentos críticos a partir das estações Guarulhos-CECAP e Engenheiro Goulart, respectivamente nos sentidos Engenheiro Goulart e Aeroporto de Guarulhos.

Primeiramente, vale destacar que a Linha 13 certamente teria o início de sua operação no limite de sua capacidade, dado que a conclusão das obras não se dará no prazo inicialmente proposto, devido a complicações associadas aos projetos dos diferentes subsistemas componentes da obra, acarretando atrasos na sua entrega aos executores.

Além disso, há uma séria dificuldade na estimativa de demandas desta linha, até mesmo por ela se tratar de uma linha bastante peculiar. Sabe-se que os principais grupos que fariam uso da Linha 13 seriam os funcionários do Aeroporto e a população lindeira. Estima-se que haja cerca de 40 mil funcionários trabalhando no Aeroporto de Guarulhos atualmente. Contudo, é difícil estimar o carregamento referente aos funcionários em função dos turnos diferenciados de trabalho praticados no aeroporto. Quanto à população lindeira, vale destacar que, segundo

Luz (2015)<sup>2</sup>, as pesquisas que originaram as estimativas de demanda apresentadas neste documento foram feitas em uma época em que se projetava a Linha 13 para chegar até a estação Guarulhos-CECAP. Deste modo, com a nova estação Aeroporto de Guarulhos, surge uma demanda adicional, oriunda de bairros próximos ao aeroporto, com população bastante significativa, que não estaria devidamente contabilizada nas estimativas iniciais. Seria necessária uma nova pesquisa a fim de que fosse obtida uma estimativa de demanda mais aproximada da realidade.

Outros grupos que merecem especial atenção são os amigos e familiares dos internos dos presídios próximos ao Aeroporto de Guarulhos e os viajantes que partem ou chegam ao aeroporto. Os primeiros formariam uma demanda bastante significativa. Há quatro importantes presídios próximos ao Aeroporto de Guarulhos, o que aumentaria os carregamentos na linha, sobretudo aos finais de semana, quando as visitas são mais comuns. Existe uma expectativa de que esses presídios sejam transferidos pelo GESP, mas não se tem previsão de quando isso ocorreria (Diário de Guarulhos, 2014).

Os viajantes, por sua vez, representam um grupo ainda mais particular. Apesar de a Linha 13 ter suas origens na ideia de um “Expresso Aeroporto”, atualmente espera-se que poucos viajantes de fato usem essa linha da CPTM para chegar ou sair do aeroporto. Primeiramente, é muito difícil chegar à Linha 13, sobretudo carregando bagagens. O passageiro teria provavelmente que acessar o centro da cidade de São Paulo (algo que já é difícil), além da necessidade de transferência entre trens, que desestimularia o usuário. Além disso, já está determinado que os trens dessa linha não sejam em nada diferentes dos das demais linhas da CPTM, não havendo, portanto, nenhum tipo de bagageiro ou estrutura que facilite o uso dos viajantes do aeroporto. Além disso, considerando passageiros cuja origem ou destino não seja a zona leste de São Paulo, para acessar a Linha 13 será necessário pelo menos duas baldeações, tornando essa forma de acesso ao aeroporto menos interessante. Por fim, sabe-se que os carregamentos da linha provavelmente trarão desconfortos para os viajantes (os trens provavelmente serão muito cheios), e os usuários do aeroporto normalmente estão dispostos a gastar mais dinheiro a fim de chegar ao aeroporto de maneira mais rápida e mais

---

<sup>2</sup> Informação fornecida pelo Engenheiro Luciano Luz, gerente da área de planejamento de transportes da CPTM, durante reunião em maio de 2015.

confortável. Deste modo, espera-se que persista o predomínio do uso de transporte individual para deslocamento ao/do aeroporto.

## 5 O PROJETO DA LINHA 13

Este item tratará a partir de agora do projeto do trecho em execução da Linha 13 – Jade da CPTM, que compreende 12,2 quilômetros de extensão, destes, aproximadamente 4,3 quilômetros em superfície e os demais em via elevada, entre as estações Engenheiro Goulart e Aeroporto, desconsiderando as eventuais extensões previstas.

Como previamente dito, a execução do empreendimento foi dividida em quatro lotes, a saber:

- Lote 1 – do km 14+620 ao km 17+100
- Lote 2 – do km 17+100 ao km 22+000
- Lote 3 – do km 22+000 ao km 23+700
- Lote 4 – do km 23+700 ao km 25+050

Que por sua vez foram repartidos entre dois consórcios, HFTS JADE (Helleno e Fonseca-Trail-Spavias), lotes um e três e CST Linha 13-JADE (Consbem-Serveng-TIISA), lotes dois e quatro.

### 5.1 Premissas de projeto

Neste relatório faz-se uso de expressões usuais do jargão ferroviário, mas pouco familiares ao leitor leigo. Por essa razão, está contido no presente o Anexo I, no qual essas expressões são apresentadas e definidas.

#### 5.1.1 *Bitola*

A linha tema do presente trabalho (bem como a maior parte das Linhas da CPTM em operação) utiliza a Bitola grande, com 1600 mm.

#### 5.1.2 *Trilho*

O perfil mais usual de trilhos é o *Vignole*, composto por três partes, Boleto, Alma e Patim, conforme apresentado na Figura 5.1.

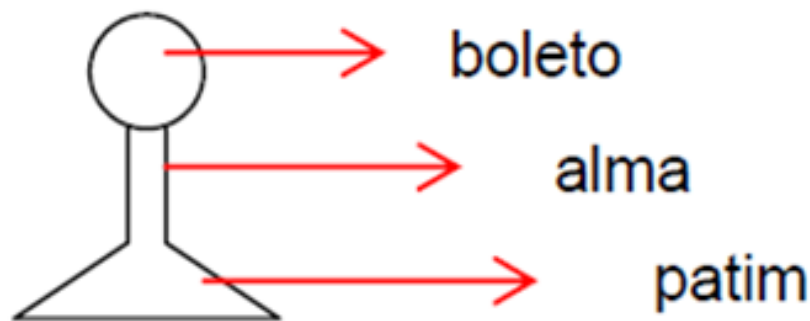


Figura 5.1 - Componentes de um Trilho (PORTO, 2004).

A CPTM dispõe de especificações técnicas próprias que combinam as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com as de duas outras instituições: a União Internacional de Caminhos de Ferro (UIC) (do Francês *Union Internationale des Chemins de Fer*), entidade europeia especializada em ferrovias, voltada principalmente para o transporte de passageiros; e a norte-americana Associação de Engenharia e Manutenção Viária de Ferrovias Americanas (AREMA) (do Inglês *American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association*), mais voltada ao transporte de cargas.

Parte das Linhas da CPTM são utilizadas ocasionalmente para transporte de cargas, por isso seu projeto é feito utilizando dispositivos da AREMA. Já na Linha 13 se dará exclusivamente o transporte de passageiros, permitindo o uso de elementos baseados na UIC, conferindo maior liberdade de traçado e previsão de gastos menores com manutenção.

Dito isso, os trilhos utilizados em toda a extensão da Linha 13 – Jade são do tipo UIC 60, compostos por liga de aço carbono, continuamente soldados, formando um Trilho Longo Soldado (TLS). Na via corrida os trilhos apresentam inclinação de 1:40.

As dimensões básicas do Trilho UIC 60 encontram-se ilustradas na Figura 5.2.



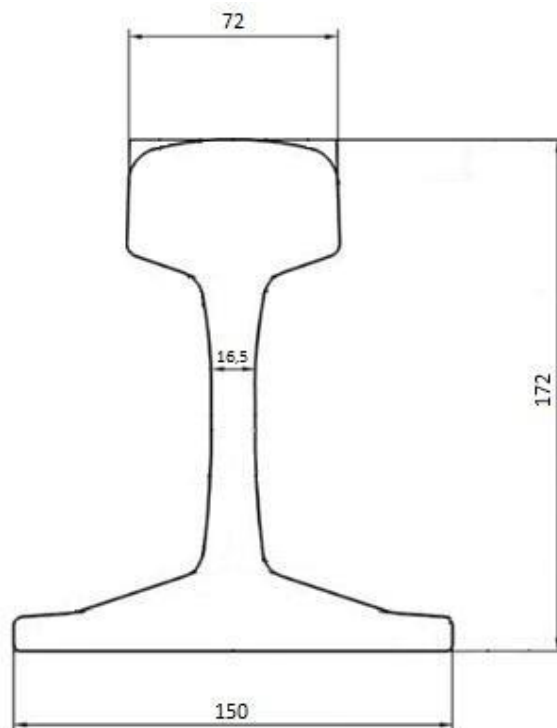


Figura 5.2 - Dimensões de Trilho UIC 60 (CPTM, 2012).

### 5.1.3 Entrevias

Nesta Linha está adotado o novo padrão da CPTM, com entrevias de 4,25 metros, tanto em via permanente quanto em elevado, e de 13,5 m na estação com plataforma central.

### 5.1.4 Raio mínimo de curva

O Raio mínimo de curva considerado em projeto é de 420 metros para o trecho em lastro e de 750 metros para via elevada, devido aos esforços transmitidos aos pilares da estrutura.

### 5.1.5 Curvas de transição

As curvas de transição horizontal são do tipo parábola cúbica, com desenvolvimento mínimo de 75 metros.

#### *5.1.6 Aceleração não compensada máxima*

Entende-se por Aceleração não Compensada aquela produzida pelo excesso ou insuficiência de superelevação nas curvas, sendo um dos fatores determinantes no conforto do usuário.

Aceleração não Compensada Máxima: 0,65 m/s<sup>2</sup>.

#### *5.1.7 Superelevação máxima*

Como dito anteriormente, na Linha 13 circularão apenas composições para transporte de passageiros, permitindo o uso de superelevações maiores. A superelevação máxima é de 10%, representando 160 mm.

#### *5.1.8 Rampa máxima*

Segundo as diretrizes da Companhia Paulista de Trens metropolitanos, a rampa máxima admissível para as características do projeto e veículo tipo é de 2,7%. Entretanto no projeto adotar-se-á rampa máxima de 2,0%.

#### *5.1.9 Cota máxima do boleto*

A cota máxima do boleto, topo do trilho, atingida em via elevada é de 23 metros.

#### *5.1.10 Velocidade de projeto*

A velocidade de projeto é 90 km/h em via corrida e 50 km/h nas estações.

#### *5.1.11 Veículo tipo*

O material rodante da Linha 13 – Jade será composto por trens fabricados pela espanhola Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF) modelo CAF 7000 (apresentado na Figura 5.3), utilizados nos cálculos estruturais, com quatro carros

por composição, quatro eixos por carro e 25 tf por eixo. As dimensões das composições encontram-se na Figura 5.4.



Figura 5.3 - CAF 7000. Disponível em: <http://www.caf.es/en/productos-servicios/proyectos/proyecto-detalle.php?p=121>. Acesso em: 20 jun. 2015.

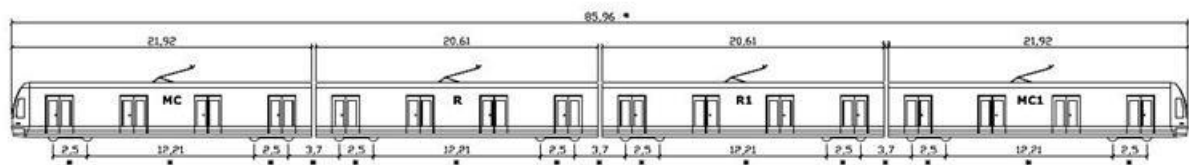


Figura 5.4 - Veículo Tipo (CPTM, 2012).

## 5.2 Elementos de projeto

### 5.2.1 Via permanente em superfície (via em lastro)

Na Figura 5.5 encontram-se ilustrados os principais elementos de uma via permanente.

## Elementos da via permanente

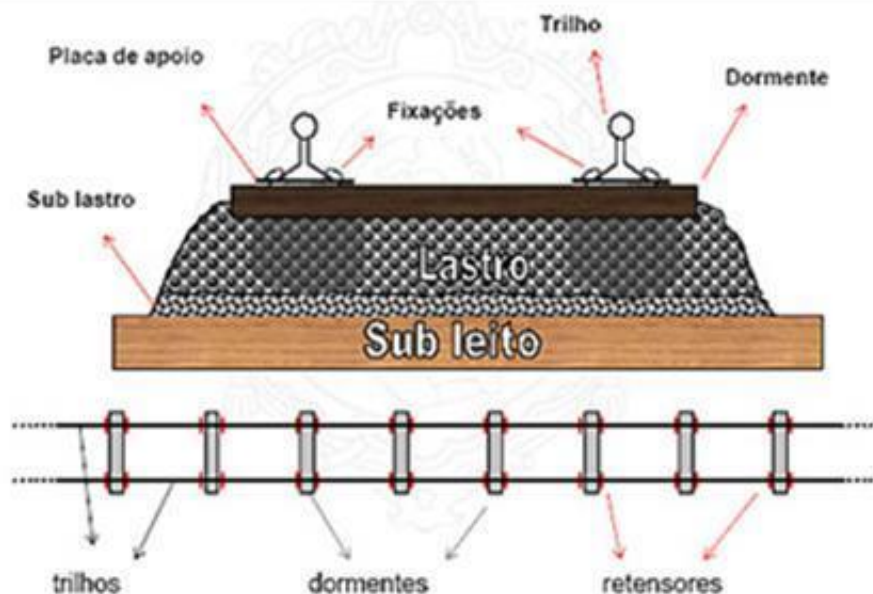


Figura 5.5 -Elementos da Via Permanente (PORTO, 2004).

Com o subleito nivelado e eventual reforço do mesmo, é aplicada uma camada anti contaminante, com entre 10 e 20 centímetros de espessura, acima dela uma camada de sub lastro, visando impedir que o material do lastro penetre no subleito e que os materiais finos provenientes deste penetrem no lastro, causando colmatção de seus vazios e comprometimento da drenagem, acima desta aplica-se uma camada de lastro composta por pedra britada, com espessura mínima de 30 centímetros. Então se aplicam os dormentes monoblocos de concreto protendido, conforme a Figura 5.6.

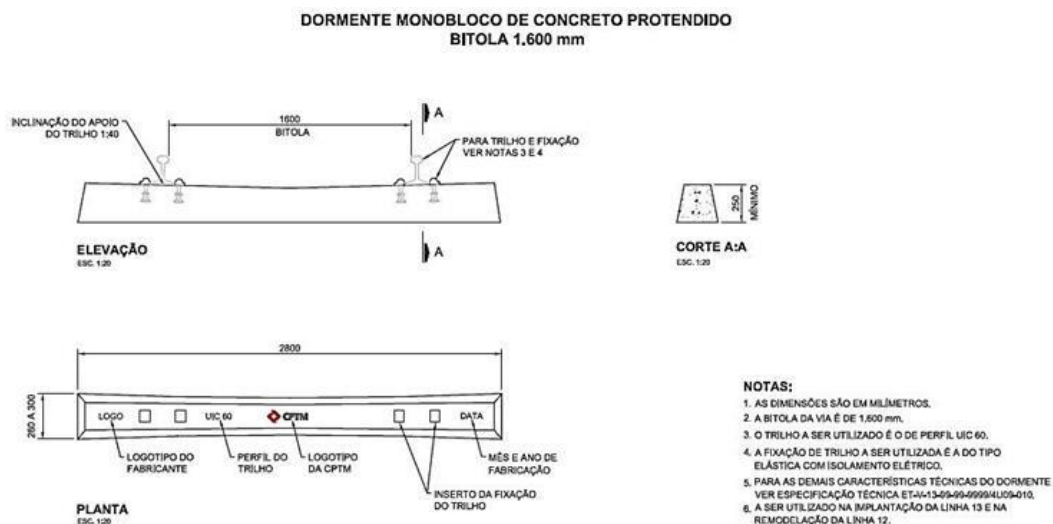


Figura 5.6 - Dormente de Concreto Protendido, fora de escala (CPTM, 2012).

Os trilhos são presos aos dormentes por meio de fixações elásticas isoladas eletricamente, compostas por um Grampo Elástico, fabricado em aço mola, um isolador de poliamida e almofada de Polietileno de Alta Densidade (PEAD). Alguns tipos de fixação elástica estão apresentados na Figura 5.7. Já Figura 5. 8 traz uma representação das seções tipo das vias duplas em lastro aplicáveis ao projeto da Linha 13.

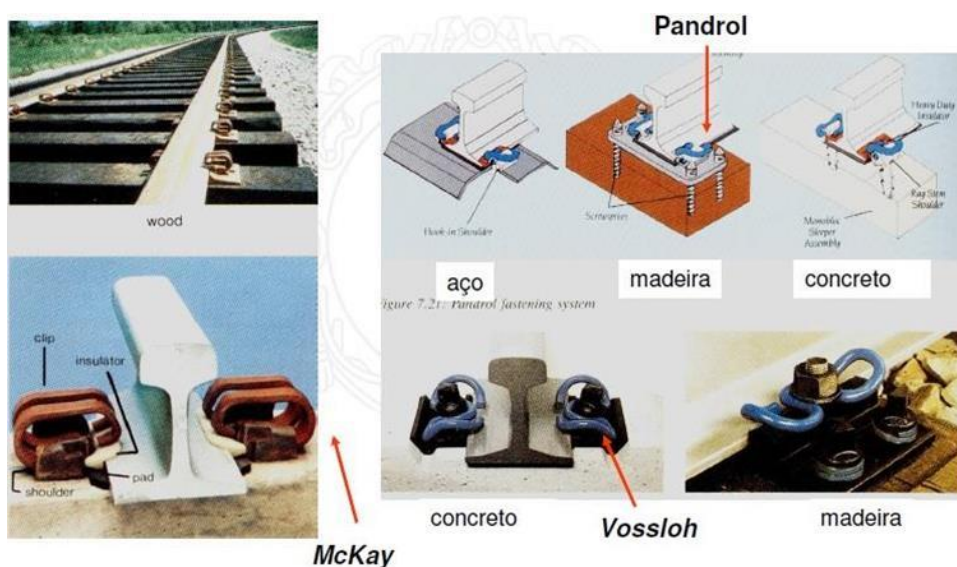


Figura 5.7 - Alguns tipos de fixações elásticas (PORTO, 2004).

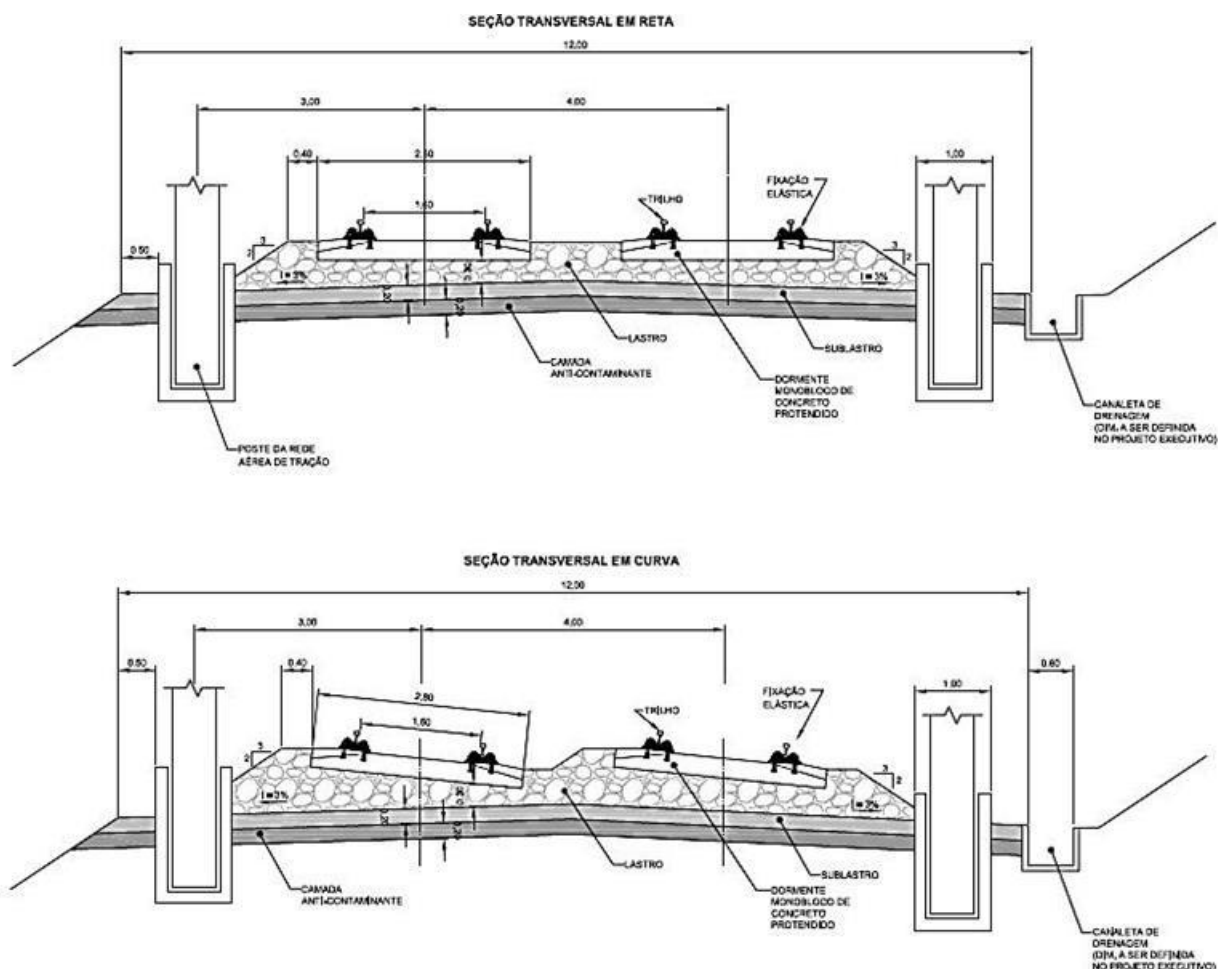


Figura 5.8 - Seções Tipo das Vias Duplas em Lastro (CPTM, 2012).

## 5.2.2 Via em elevado

A maior parte do trajeto em execução da Linha 13 – Jade se dará em via elevada, com cerca de nove quilômetros, transpondo diversos obstáculos entre as estações.

### 5.2.2.1 Infraestrutura – Fundações

Foram feitas diversas sondagens para identificar os tipos de solo onde se dariam as fundações. Foram determinados quatro estratos principais: Aterros, depósitos aluvionares quaternários, sedimentos Terciários da Bacia de São Paulo e solos residuais.

Com os tipos de solos e cargas conhecidas, os projetistas dividiram as fundações em dois tipos de estacas, a saber:

- Estações – Estacas escavadas com uso de lama bentonítica.
- Estacas raiz – Estacas perfuradas com a introdução de elementos circulares de aço.

O dimensionamento das estacas foi feito aplicando os métodos de Decourt-Quaresma (1978 e 1986) e Aoki-Velloso (1975), adotando o maior valor obtido entre as duas metodologias. As maiores estacas possuem 30 metros de comprimento e as menores 19 metros. Alguns cortes transversais de fundações da via em elevado estão apresentados na figura 5.9

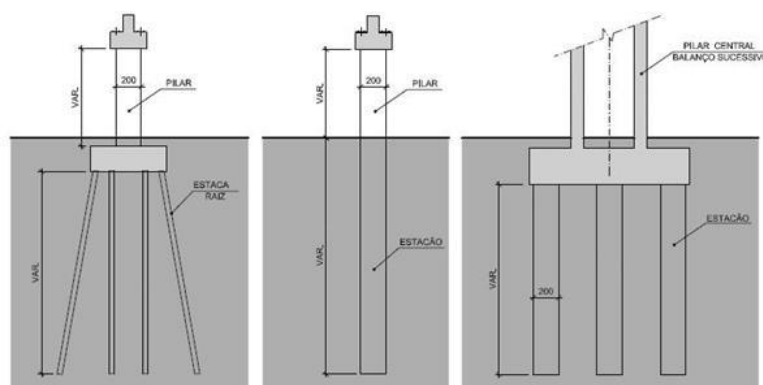


Figura 5.9 - Alguns cortes transversais de fundações da via em elevado (medidas em centímetros) (CPTM, 2012)

#### 5.2.2.2 Mesoestrutura – Pilares e aparelhos de apoio

Os pilares apresentam seção circular para fazer frente aos esforços longitudinais e transversais que a superestrutura transmite a eles. No topo dos pilares há uma travessa com formato de “T” invertido, minimizando a altura necessária sob a face inferior das vigas do tabuleiro e possibilitando o apoio de treliças lançadeiras, caso se opte por esse tipo de lançamento.

### 5.2.2.3 Superestrutura – Vigas, laje e via

A via permanente será constituída com o uso de elementos pré-moldados. O vão típico adotado possui 31 metros de tabuleiro, com largura típica de 9,50 m quando acomodar duas vias e de 5,50 m na aproximação da estação Guarulhos – CECAP, onde haverá via singela.

O tabuleiro é constituído por vigas pré-moldadas de concreto protendido, sendo utilizadas quatro vigas nas vias duplas e duas nas vias simples, sempre espaçadas em 2 metros. A laje é concretada a partir de lajotas pré-moldadas com sete centímetros de espessura apoiadas nas vigas, sobre as quais são colocadas as armaduras, incluindo armadura adicional na forma de barra chata, responsável por coletar correntes de fuga e direcioná-las para o sistema de aterramento da via; por fim é lançado o concreto.

Para efeito de ilustração serão utilizadas imagens extraídas do documento DE-C-13-99-99-0592/4-J04-301 fornecido pela CPTM e datado de 2013 sobre o vão típico de 31 metros. As figuras estão fora de escala e as medidas em centímetros, salvo onde indicado.



Figura 5.10 - Planta do Tabuleiro com Vão de 31 metros (CPTM, 2013)



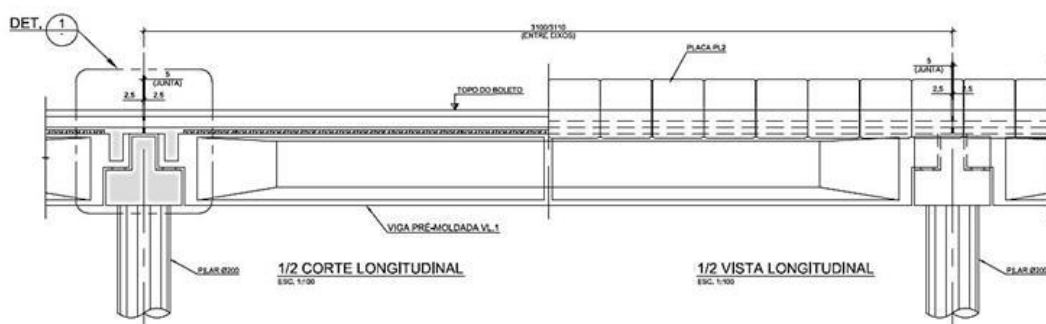


Figura 5.11 - Locação das Placas Pré-Moldadas no Tabuleiro de 31 metros (CPTM, 2013)

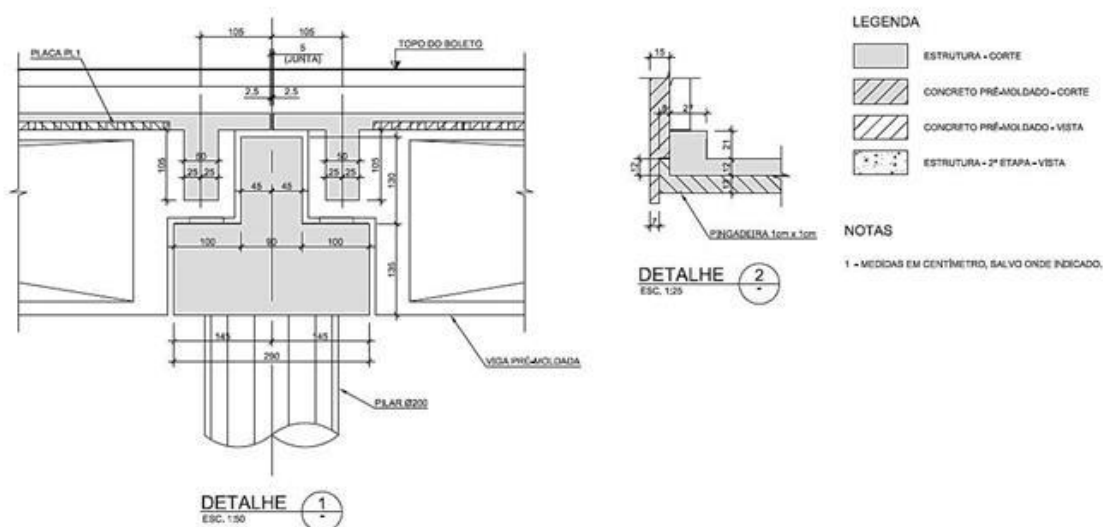


Figura 5.12 - Detalhe do apoio e legenda (CPTM, 2013)

Haverá alguns pontos da via onde serão necessários vãos maiores, casos em que a solução estrutural descrita acima não se aplica. Para tanto, foram estabelecidas outras duas soluções. Estrutura tipo “caveleto”, onde balanços de 22,50 metros são moldados “in loco” e complementados por vigas pré-moldadas de 30,00 metros apoiadas em dentes Gerber nas extremidades dos balanços para vãos entre 31 e 75 metros; e construção por balanços sucessivos com seção unicelular contínua para vãos acima de 75 metros.

A via será montada diretamente sobre a laje do tabuleiro do elevador. Será utilizada fixação duplamente elástica, com grampos de aço mola, isoladores de poliamida 6.6, placas de apoio de ferro fundido modular e palmilhas de borracha natural, palmilhas de nivelamento, almofadas resilientes, parafusos sextavados, arruelas serrilhadas, arruelas de pressão e chumbadores.

Para fins ilustrativos, as figuras 5.13 e 5.14 trazem, respectivamente, uma ilustração do sistema de superestrutura com fixação direta com placas de apoio com resiliência, sem massa mola; e uma ilustração de um sistema de superestrutura com fixação direta em viga suporte.

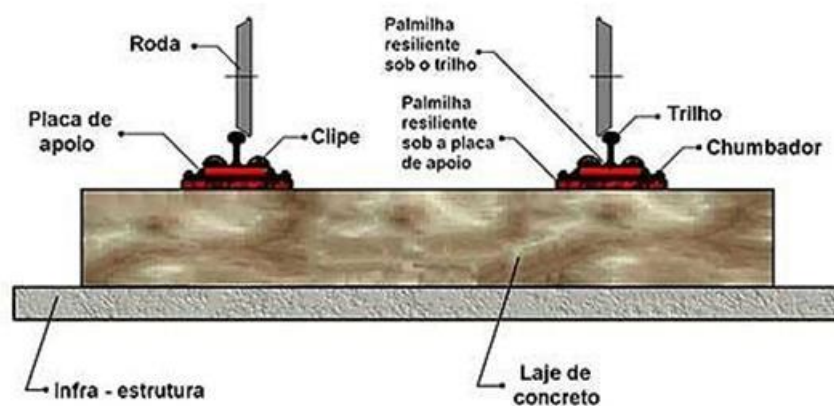


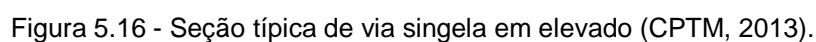
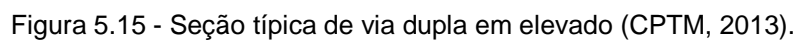
Figura 5.13 - Ilustração do sistema de superestrutura com fixação direta com placas de apoio com resiliência, sem massa mola. Disponível em: <http://www.acengenharia.com.br/servicos-metros.html>. Acesso em: 19 jun. 2015.



Figura 5.14 - Sistema de superestrutura com fixação direta em viga suporte - Elevado da ligação Capão Redondo - Largo Treze, da CPTM. Disponível em: <http://www.acengenharia.com.br/servicos-metros.html>. Acesso em: 19 jun. 2015.

A montagem será feita pelo método “Top-Down”, em que os trilhos são posicionados em sua geometria, alinhados e nivelados com o auxílio de barras de bitola temporárias e só então concretados. Este tipo de montagem reduz tempo e custos de instalação.

As figuras 5.15 e 5.16 trazem, respectivamente, representações da seção típica de via dupla e singela em elevado.



### 5.2.3 Aparelhos de mudança de via (AMV)

Os Aparelhos de Mudança de Via são os elementos inseridos na via que permitem a mudança de direção da composição, dando flexibilidade ao traçado, característica que os torna peças chave. Seu custo de aquisição é elevado e por ser um elemento móvel demanda mais manutenção em relação aos demais trechos.

Os AMV são constituídos por três elementos básicos:

- Agulha – Elemento móvel da via, acionado por chaves ou aparelho de manobra manual. Determina qual direção a composição tomará.
- Jacaré ou Coração – Peça que direciona o rodeiro da composição.
- Contratrilho – Impede o descarrilamento na composição na passagem pelo AMV.

Uma representação do funcionamento de um aparelho de mudança de via é apresentada na figura 5.17.

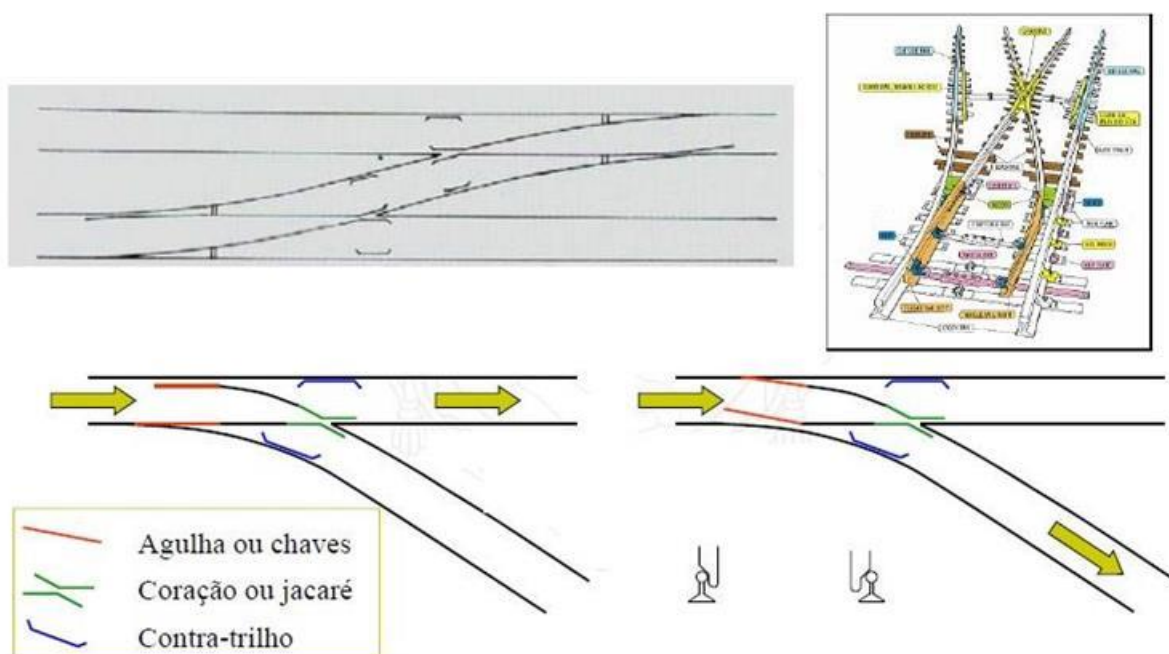


Figura 5.17 - Funcionamento de um Aparelho de Mudança de Via (PORTO, 2004)

Existem basicamente dois tipos de AMV, o AREMA e o UIC. Nos do tipo AREMA o contato da agulha com o trilho é secante, tornando-os mais simples, baratos e robustos, entretanto, estes não permitem aplicação de superelevação. Por

sua vez, nos aparelhos do tipo UIC, o contato é feito em tangente, garantindo maior conforto e segurança, menor impacto, menor desgaste, e permitindo o uso em velocidades mais elevadas, mas seu custo é superior aos AREMA.

A CPTM ainda utiliza aparelhos AREMA em algumas linhas, principalmente pelo compartilhamento com transporte de cargas, entretanto, como a Linha 13 será exclusivamente para passageiros, todos os AMV serão de geometria UIC com jacarés de ponta fixa.

A fabricação destes aparelhos deve ser feita de acordo com as normas do *Comité Européen de Normalisation* (CEN), em trilhos UIC 60, e devem ser compatíveis ou com a instalação em via permanente com dormentes de concreto, ou fixados diretamente sobre a laje, nos montados no trecho elevado. As agulhas devem ser do tipo flexível, fabricadas a partir de trilho assimétrico, os jacarés devem ter núcleo ou serem inteiramente fabricados com aço manganês fundido e os contratrilhos do tipo ajustáveis. Todos os AMV deverão ser operados por máquina de chave com acionamento elétrico ou hidráulico a partir do Centro de Controle Operacional (CCO).

Ainda na fábrica os AMV devem ser pré-montados sobre gabaritos apropriados para ajustes finais e verificações.

A fixação dos AMV se dará conforme a inserção em lastro ou via elevada, pelos mesmos dispositivos dos trilhos adjacentes.

A geometria básica de um AMV para a Linha 13 é representada na figura 5.18. A figura 5.19 traz uma foto de aparelhos de mudança de via instalados.

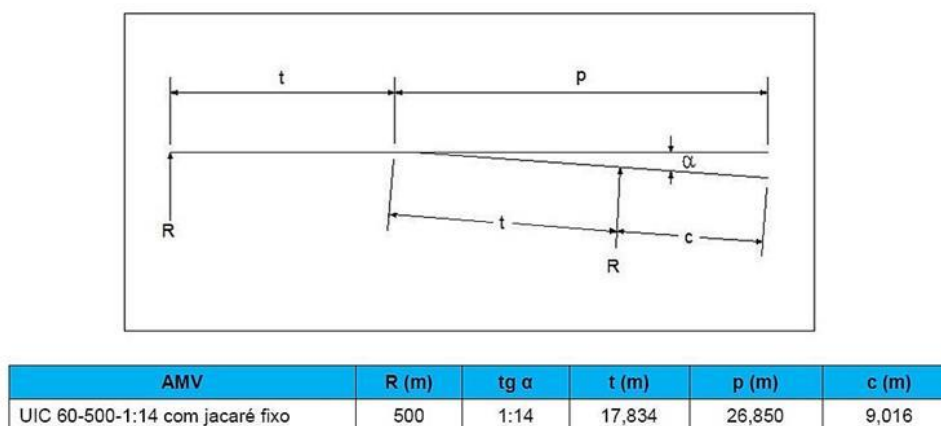


Figura 5.18 - Geometria Básica dos AMV da Linha 13 (CPTM, 2012)



Figura 5.19 - Foto Ilustrativa com alguns AMV. Disponível em: <http://www.dsz.dp.ua/en/main/>. Acesso em: 22 jun. 2015.

#### *5.2.4 Para-choques*

No final de ambas as vias, no quilômetro 25+050 serão instalados dois para-choques do tipo deslizante e auto frenante para garantir a manutenção dos trens na via em caso de movimentação acidental.

#### *5.2.5 Rede aérea*

A alimentação elétrica se dará por meio de três novas subestações, localizadas em cada uma das três estações previstas da linha. Além delas existirão duas outras cabines seccionadoras: Cabine USP Leste (km 17+710) e Cabine Guarulhos (km 24+240).

A rede aérea será do tipo auto tensionada, com tensionamento independente para messageiros e fios de contato. Alguns dados sobre a rede aérea, extraídos da Concorrência Nº8516120011 (CPTM, 2013).

- Tensão de alimentação = 3000 Vcc;
- Circuitos auxiliares: 13,8 kV, trifásicos, em cabos isolados instalados em eletrodos;
- Sustentação da rede por triângulos articulados;
- Chaves seccionadoras motorizadas e preparadas para telecomando;
- Suspensórios articulados;



- Proteção do sistema por cabo terra e para-raios de chifre;
- Estruturas de sustentação por postes de concreto, perfis H metálicos, pórticos com vigas metálicas treliçadas e pés diretos em concreto, entre outros. Uma representação dos postes de concreto e dos postes metálicos está apresentada na figura 5.20.

Nas vias elevadas a rede correrá conforme projeto específico.

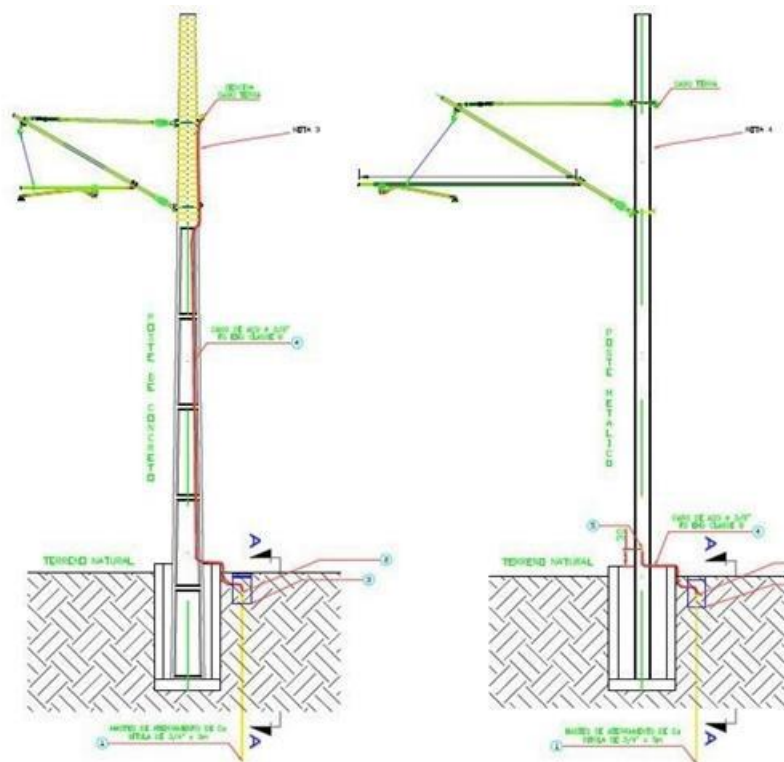


Figura 5.20 - Representação de postes de concreto e metálico da rede aérea (CPTM, 2013)

### 5.2.6 Pavimentação e sinalização

Será feita readequação do viário à nova circulação proposta nas regiões de implementação da obra, abrangendo recomposição de pavimento e implantação de pavimento novo, sempre com pavimento asfáltico, independentemente do tipo de estrutura previamente existente ou dos arredores.

A sinalização foi projetada de acordo com a adequação do viário em torno das estações, e com a nova circulação proposta para veículos. As sinalizações vertical e horizontal serão implantadas ou recuperadas/recolocadas.

A sinalização horizontal se dará por meio de pinturas no pavimento de linhas de canalização, setas, legendas, vagas de estacionamento, linhas de borda, narizes zebrados, entre outras, em sua maioria pelo processo de aspersão, sendo que para setas, zebrados e legendas está prevista a aplicação de termoplástico estrudado.

A sinalização vertical se dará por meio de placas de indicação, regulamentação e advertência.

Na figura 5.21 é apresentado trecho do projeto de sinalização viária a ser implantado na estação Engenheiro Goulart.



Figura 5.21 - Trecho do projeto de sinalização - Estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2013)

### 5.2.7 Telecomunicações

O subsistema de telefonia deve viabilizar a comunicação interna às estações por meio de ramais telefônicos, interna à CPTM por meio de interligação ao sistema de telefonia da empresa, e externa. Em cada estação serão instaladas redes VoIP, sistema de PABX, Sistema de Alimentação Elétrica Ininterrupta (SAEI) com autonomia mínima de seis horas para garantir a comunicação mesmo com a queda de energia da estação, redes internas de telefonia e dados, e ao menos duas redes secas para instalação de telefones públicos.



Serão instalados também Circuitos Fechados de Televisão (CFTV) para monitoramento da estação.

Cada estação terá ainda uma Sala de Supervisão Operacional (SSO) e uma Sala de Painéis de Controle e Comunicações (SPC).

### **5.3 Estações**

Como dito anteriormente, o trecho em execução da Linha 13 – Jade da CPTM compreende três estações: Engenheiro Goulart, Guarulhos – CECAP e Aeroporto - Guarulhos.

O projeto das estações parte de algumas premissas arquitetônicas que maximizam o desempenho ambiental das estações.

- Reuso de águas “cinzas” e captação de água de chuva – utilizadas onde não há necessidade de potabilidade.
- Fachada ventilada – Todas as estações são dotadas de ventilação cruzada.
- Iluminação natural – Buscar a minimização dos gastos com energia por meio de janelas e também telhas translúcidas.
- Resíduos – Todas as estações terão equipamentos e sinalização destinados à coleta seletiva de resíduos sólidos.
- Materiais de construção e redução de resíduos – Priorizar-se-ão matérias de menor impacto ambiental dentre aqueles que atenderem os parâmetros de desempenho e manutenção necessários. Além disso, realizar-se-á o uso racional destes, minimizando desperdícios.
- Aquecimento solar – Os vestiários para funcionários e contratados terão chuveiros dotados de sistema de aquecimento solar.

Todas as estações serão completamente acessíveis, com elevadores, rampas e escadas rolantes. Cada estação também contará com um bicicletário.

As imagens apresentadas neste item são meramente ilustrativas e estão fora de escala, mesmo quando há escala indicada no desenho.

### 5.3.1 Estação Engenheiro Goulart (km 15+500)

Situada entre a Av. Dr. Assis Ribeiro e o Parque Ecológico do Tietê, a estação é a única em que as plataformas se encontram no nível das adjacências, apesar de fixadas sobre laje, da mesma maneira que ocorre no elevado. É constituída de duas plataformas centrais, uma para a Linha 12 e outra para a Linha 13, interligadas por um mezanino, no qual há inclusive uma pequena área para comércio.

A estação é composta principalmente de concreto, vidro e aço, sendo que a estrutura é disposta em quatorze pórticos sucessivos de concreto espaçados em 15,00 m, englobando as quatro vias, dando apoio ao mezanino e cobertura às plataformas. A cobertura do mezanino é feita por uma grelha metálica que possui grande transparência e leveza, com abundância de iluminação e ventilação naturais, tanto na plataforma como no mezanino, que é aberto em todo seu perímetro, pois há apenas um fechamento de vidro até a altura de 2,75 metros. A cobertura é sustentada por duas linhas de pilares longitudinais que acompanham o eixo das plataformas.

As salas técnicas, assim como o bicicletário, estão localizados no nível da via, junto ao passeio da Av. Dr. Assis Ribeiro ou em cota inferior a este.

O acesso à estação é feito por escadas rolantes, escada fixa e elevador, quando feito a partir da av. Dr. Assis Ribeiro. Sobre a avenida há uma passarela, possibilitando o acesso de pessoas em desnível, sendo que a passarela se estende até o mezanino, e por rampa, quando feito a partir do Parque Ecológico do Tietê.

A área total construída, incluindo os acessos, é de aproximadamente quinze mil metros quadrados.

Nas figuras 5.22, 5.23 e 5.24 estão apresentados, respectivamente, uma planta geral, um corte transversal e um corte longitudinal da futura estação Engenheiro Goulart.

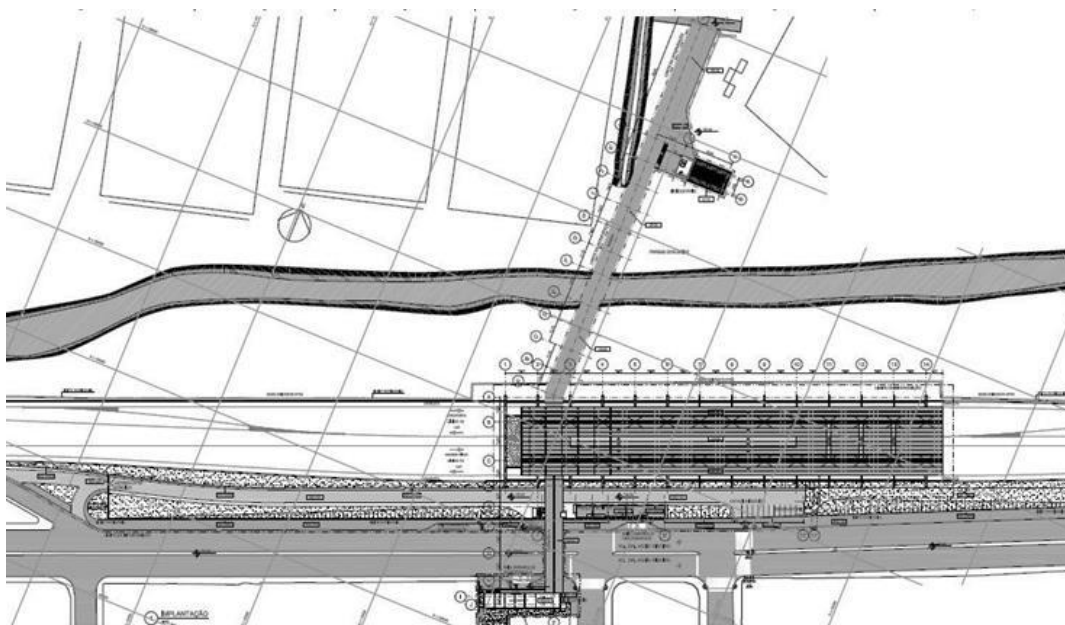


Figura 5.22 - Planta Geral de Implantação - Estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2013).

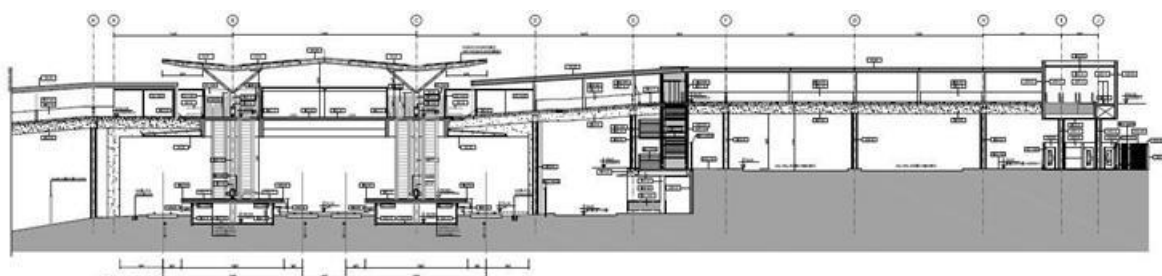


Figura 5.23 - Corte Transversal - Estação Engenheiro Goulart com Acessos (CPTM, 2013)

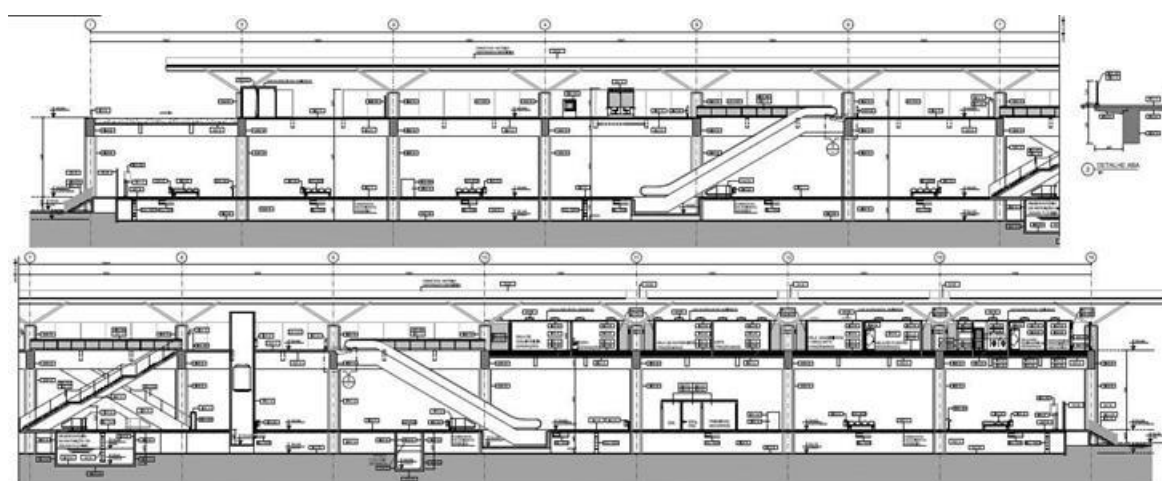


Figura 5.24 - Corte Longitudinal - Estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2013).

As fundações da estação são compostas por estacas de concreto de seção circular, cravadas, com diâmetros entre 30 e 90 centímetros, agrupadas em blocos

de até 3 estacas. Em toda a estação são utilizados 9 tipos de blocos. Uma representação em planta das fundações e um exemplo de tipos de blocos de fundações aplicados na estação Engenheiro Goulart estão apresentados nas figuras 5.25 e 5.26.

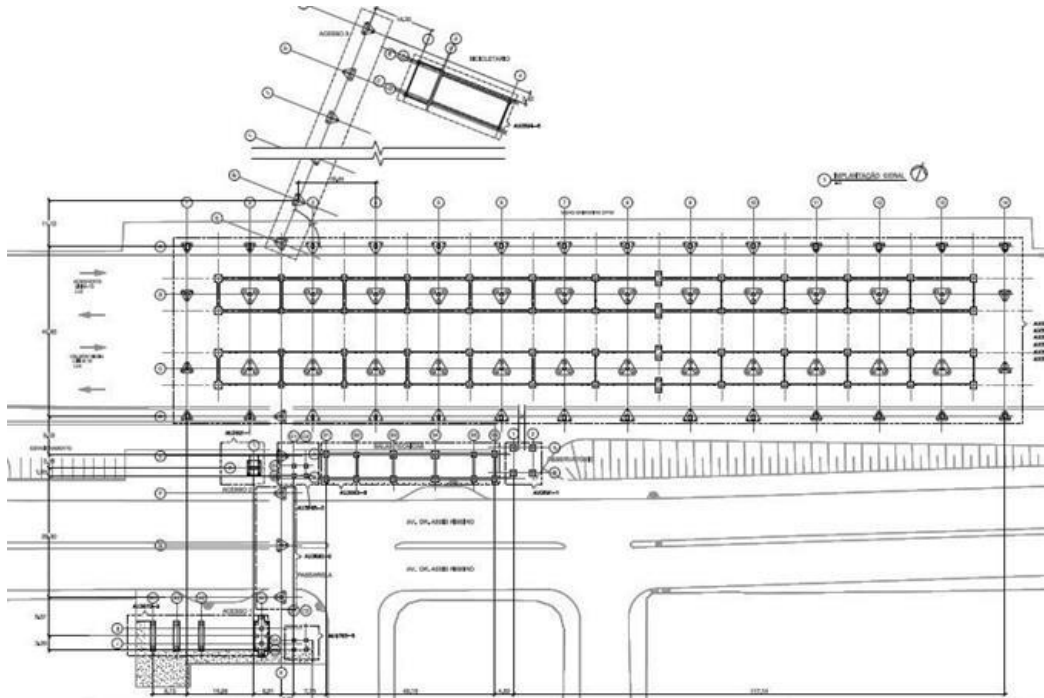
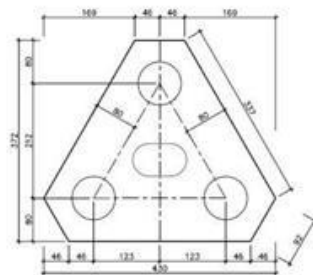


Figura 5.25 - Planta de Fundações - Estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2013)

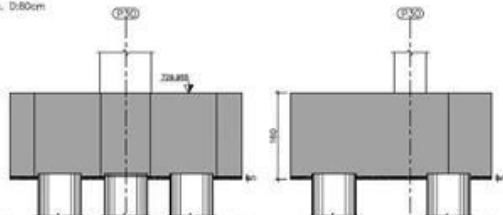
**BL.6 H=160 (18x)**  
Escala 1:50

P30, P31, P32, P34, P35, P37, P38, P39, P41  
P44, P50, P45, P46, P48, P49, P51, P52 y P53

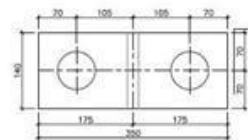


**CORTES**  
Escala 1:50

Estacas: D:80cm



**BL.7 H=135 (4x)**  
Escala 1:50



**CORTES**  
Escala 1:50

Estacas: D:70cm

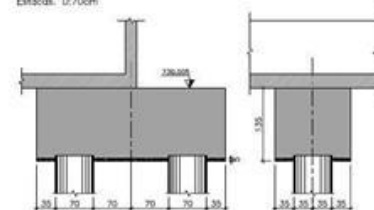


Figura 5.26 - Exemplo de dois tipos de blocos de fundações utilizados na Estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2013).

### 5.3.2 Estação Guarulhos – CECAP (km 22+600)

A estação está localizada entre a Rodovia Hélio Smidt e a Av. Marginal do Rio Baquirivu, próxima ao Hospital Geral de Guarulhos. A estação possui uma plataforma central elevada, permitindo acesso aos dois sentidos da via. O mezanino, com uma pequena área destinada ao comércio, se encontra abaixo dela, mas também em cota elevada em relação ao entorno. As salas técnicas, assim como o bicicletário, ficarão abaixo do mezanino, tendo acesso pela rodovia.

A estrutura da estação é composta principalmente por concreto, vidro e aço, desenvolvendo-se em doze pórticos de concreto distantes em 17,20m, nos quais se apoiam as vigas pré-moldadas de concreto para a plataforma. Por sua vez, a via permanente se apoia em vigas caixão de concreto, sobre as quais há uma laje pré-moldada, posicionada no eixo dos pilares dos pórticos. O mezanino é moldado “*in loco*” e está posicionado entre os pilares dos pórticos. A plataforma é coberta por um grande arco de aço apoiado nos pórticos. Esta estação também é caracterizada por grande iluminação e ventilação naturais, já que a vedação em vidro existe apenas até a altura de 2,20m em todo seu perímetro.

O acesso à estação se dará de duas formas, um caminho principal a oeste, próximo ao Hospital Geral de Guarulhos, ao Conjunto Residencial CECAP e ao Terminal Rodoviário de Guarulhos onde futuramente será implementado um terminal de ônibus, com um conjunto de escadas rolantes, escada fixa e elevador posicionado na esquina da Alameda dos Lírios com a Av. Marginal do Rio Baquirivu. Haverá também uma passarela sobre a Avenida e o Rio Baquirivu permitindo o acesso ao mezanino da estação. Este acesso se interligará também a um ponto de parada de ônibus entre a marginal e o rio. O outro acesso, a leste, estará posicionado junto à Rodovia Hélio Smidt, onde também haverá escada fixa e elevador. Junto a este acesso está prevista a implantação de baia para ônibus e ponto de parada rápida para embarque e desembarque de passageiros.

A área total construída desta estação é de pouco mais de onze mil metros quadrados.

Nas figuras 5.27, 5.28 e 5.29 estão apresentados, respectivamente, uma planta geral, um corte transversal e um corte longitudinal da futura estação Guarulhos - CECAP.

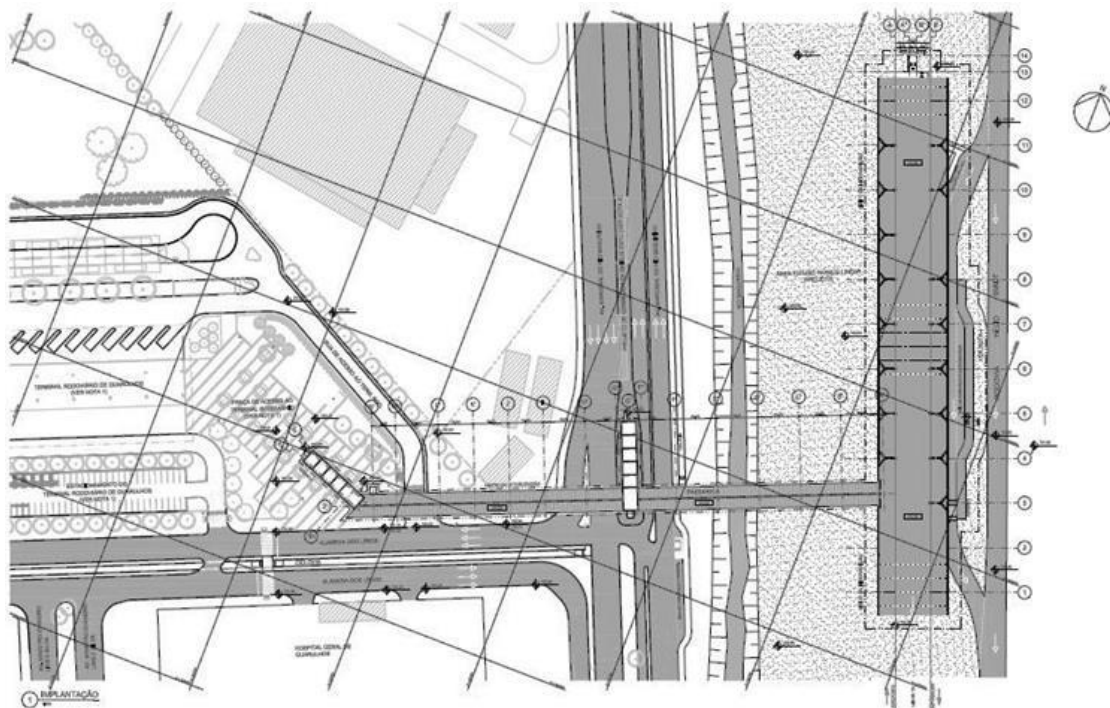


Figura 5.27 - Planta Geral de Implantação - Estação Guarulhos - CECAP (CPTM, 2013).

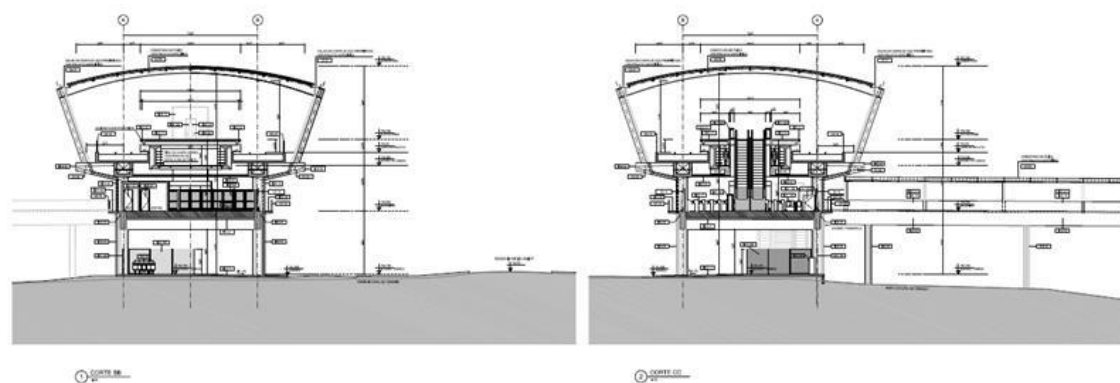


Figura 5.28 - Cortes Transversais - Estação Guarulhos - CECAP (CPTM, 2013).

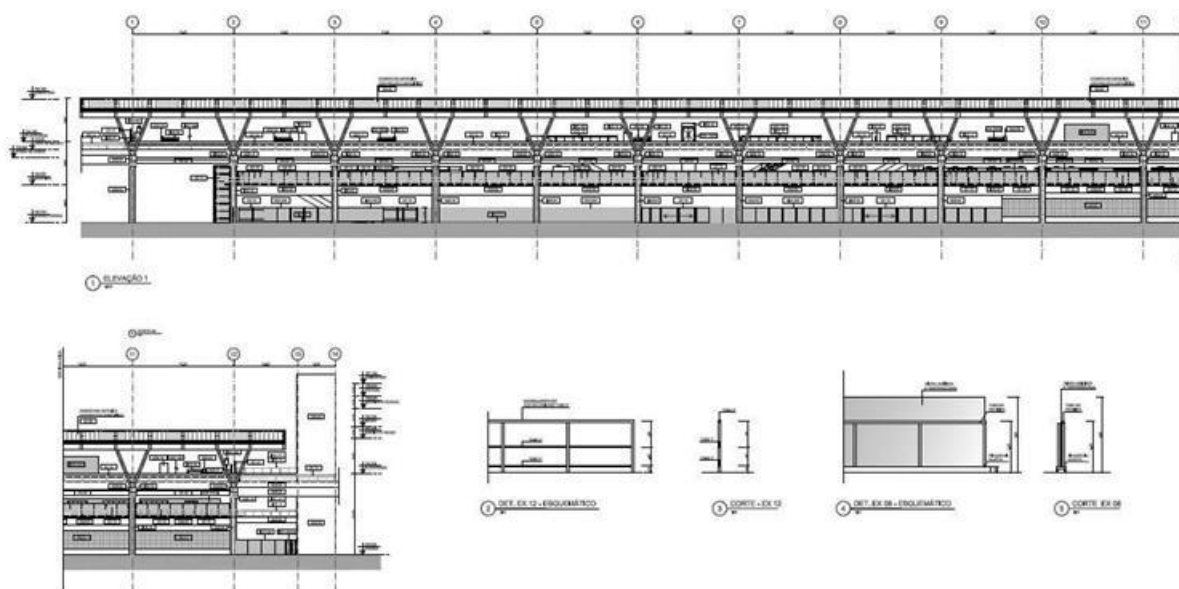


Figura 5.29 - Vista Lateral - Estação Guarulhos - CECAP - (CPTM, 2013).

As fundações desta estação foram feitas por meio de estacas hélice contínua, com diâmetros entre 30 e 80 centímetros, sendo que há blocos com até seis estacas. Uma representação em planta das fundações e um exemplo de tipo de bloco de fundação aplicado na estação Guarulhos - CECAP estão apresentados nas figuras 5.30 e 5.31.

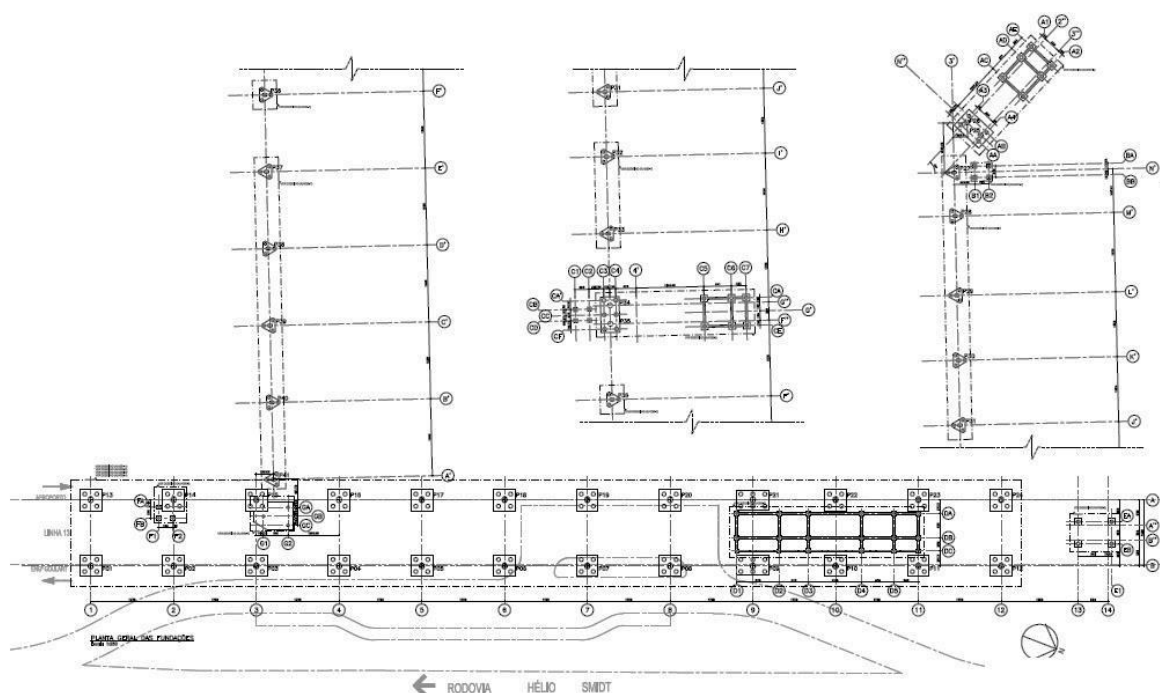


Figura 5.30 - Planta de Fundações - Estação Guarulhos CECAP (CPTM, 2013).

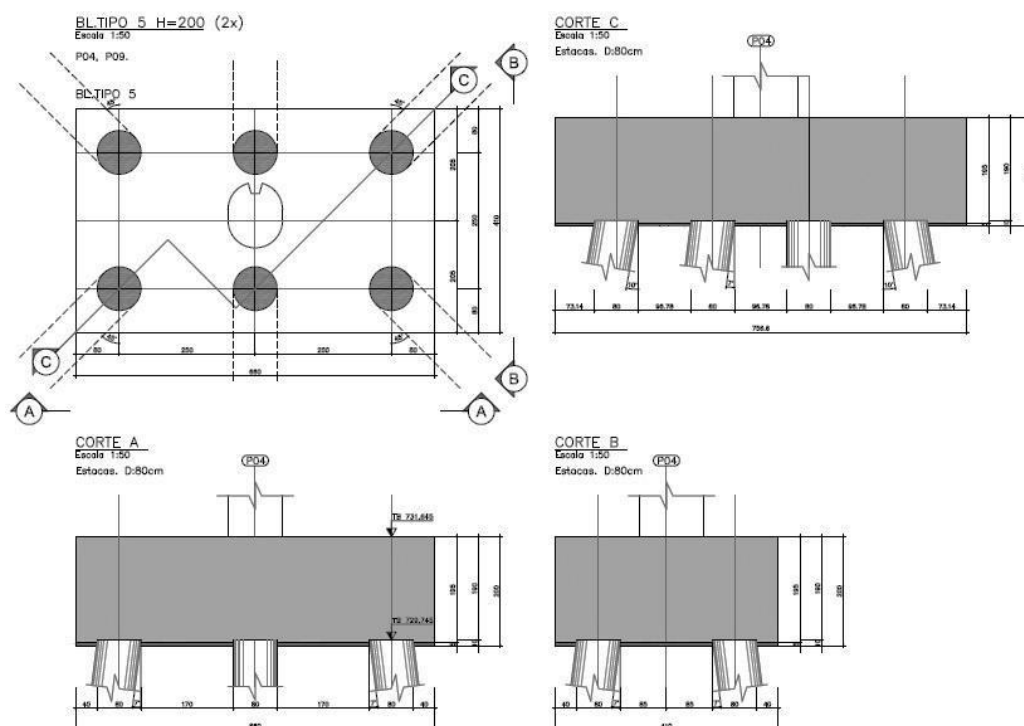


Figura 5.31 - Exemplo de um tipo de bloco de fundação utilizado na Estação Guarulhos CECAP (CPTM, 2013).

### 5.3.3 Estação Aeroporto – Guarulhos (km 24+700)

Esta estação também está localizada entre a Rodovia Hélio Smidt e a Av. Marginal do Rio Baquirivu-Guaçu, próxima à segunda alça de acesso ao aeroporto. O projeto no geral se assemelha muito ao da estação Guarulhos – CECAP, também de concreto, aço e vidro, com doze pórticos espaçados em 17,20 metros, apoiados em vigas pré-moldadas de concreto. A via permanente se apoia em vigas caixão de concreto, sobre as quais há uma laje pré-moldada, posicionada no eixo dos pilares dos pórticos. A diferença principal entre as duas estações é que na Aeroporto - Guarulhos há duas plataformas, sendo que a via corre entre elas. O mezanino continua sendo moldado “*in loco*”, posicionado entre os pilares dos pórticos. A cobertura da plataforma é semelhante, coberta por um grande arco de aço apoiado nos pórticos. Esta estação também é caracterizada pela grande iluminação e ventilação naturais, premissas de projeto, com a vedação em vidro no mezanino indo apenas até a altura de 2,20m em todo seu perímetro.



O acesso à estação poderá ser feito também de duas maneiras. Do lado de Guarulhos o acesso se dará por um conjunto de escadas rolantes, escada fixa e elevadores, localizado na Rua Madre Paulina, onde haverá baía para desembarque, ligando-se à estação por meio de passarela que atravessará a Avenida Marginal do Rio Baquirivu. Do lado do Aeroporto há uma passarela atravessando as duas pistas da Rodovia Hélio Smidt até um ponto onde a obra passa a ser de responsabilidade da concessionária que administra o Aeroporto. Está prevista a implantação de um sistema de transporte sobre trilhos interligando a estação aos terminais do aeroporto.

A área total construída será de aproximadamente vinte e dois mil metros quadrados.

Nas figuras 5.32, 5.33 e 5.34 estão apresentados, respectivamente, uma planta geral, um corte transversal e um corte longitudinal da futura estação Aeroporto – Guarulhos.

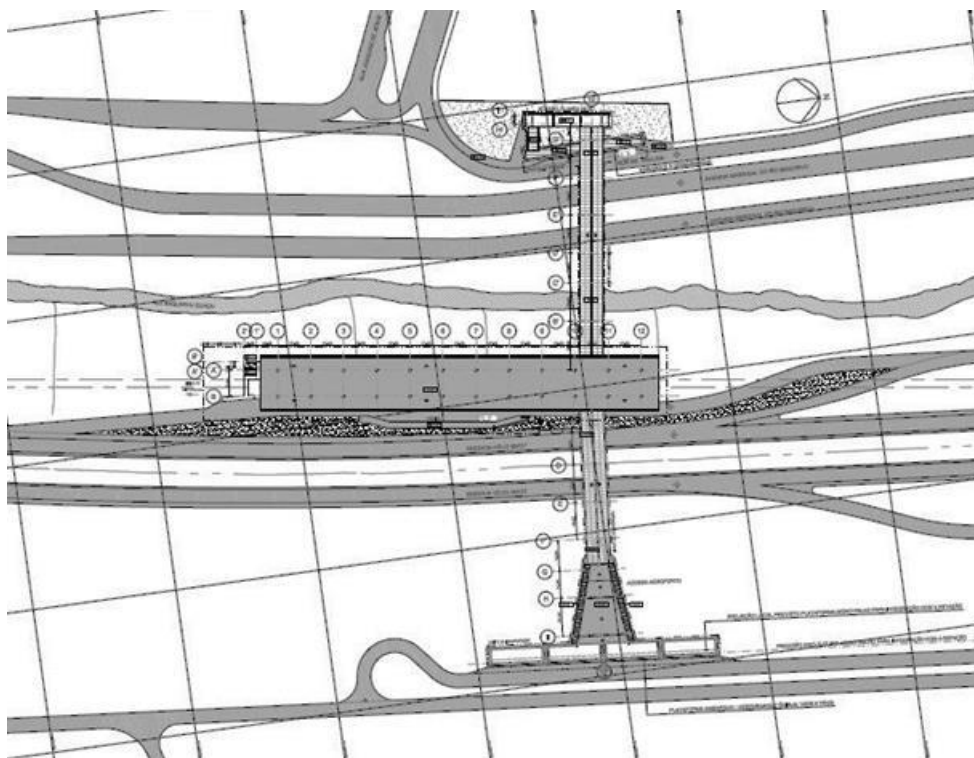


Figura 5.32 - Planta Geral de Implantação - Estação Aeroporto - Guarulhos (CPTM, 2013)

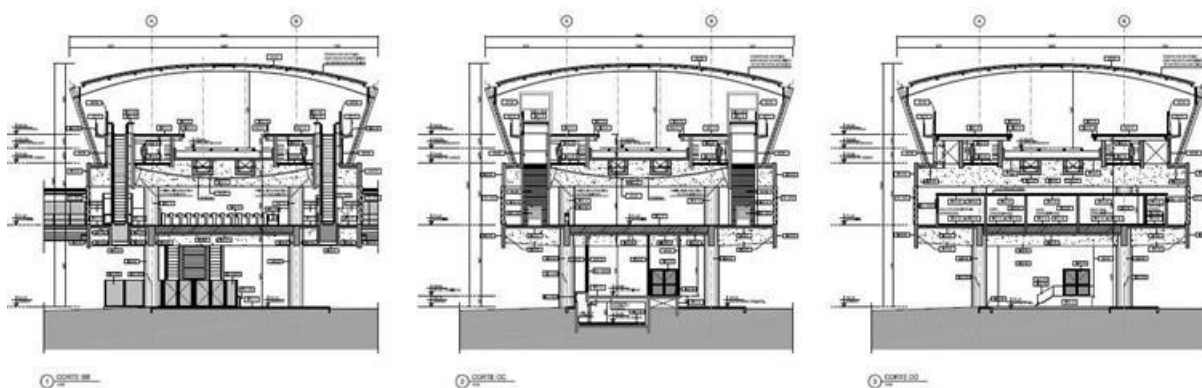


Figura 5.33 - Cortes Transversais - Estação Aeroporto - Guarulhos (CPTM, 2013)

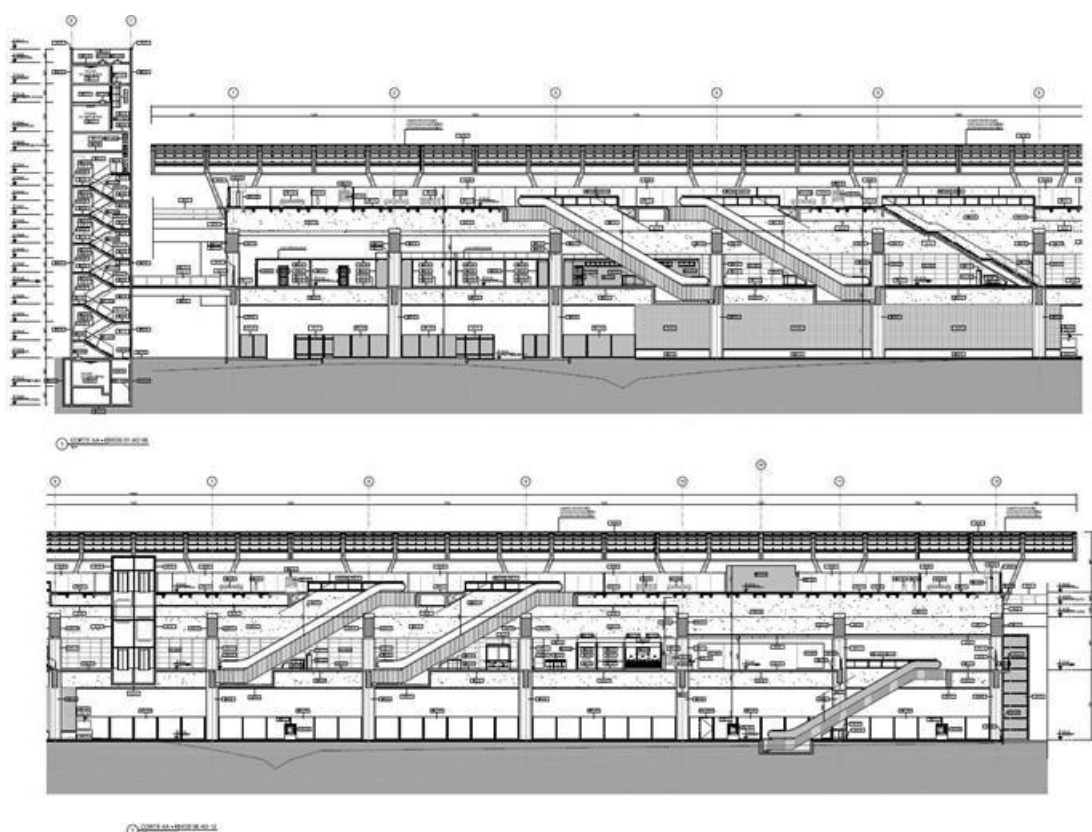


Figura 5.34 - Corte Longitudinal - Estação Aeroporto - Guarulhos (CPTM, 2013).

As fundações desta estação também foram projetadas com estacas hélice contínua de diâmetros entre 30 e 80 centímetros, neste caso com blocos de até dez estacas. Uma representação em planta das fundações e um exemplo de tipo de bloco de fundação aplicado na estação Aeroporto - Guarulhos estão apresentados nas figuras 5.35 e 5.36.

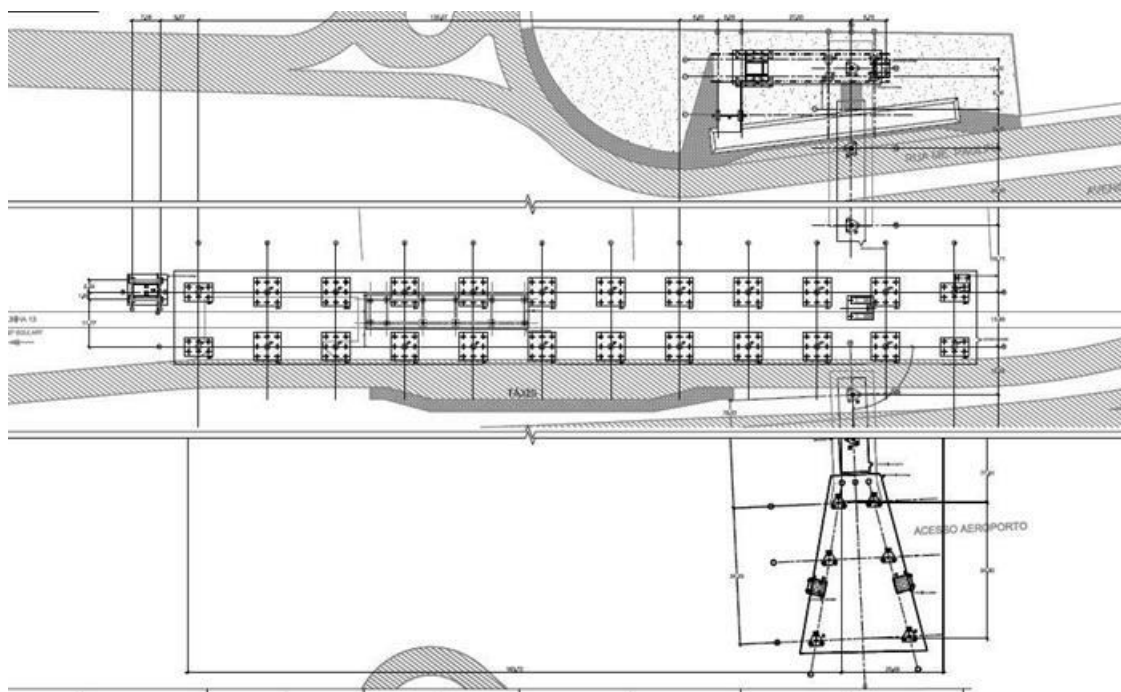


Figura 5.35 - Planta de Fundações - Estação Aeroporto – Guarulhos (CPTM, 2013)

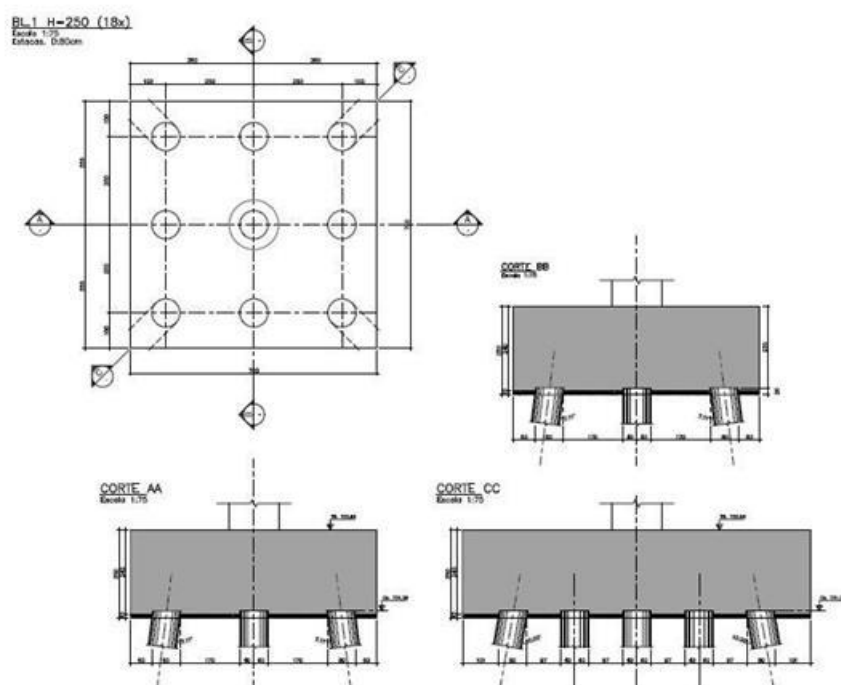


Figura 5.36 - Exemplo de um tipo de bloco de fundação utilizado na Estação Aeroporto - Guarulhos (CPTM, 2013)

## 5.4 O Traçado da Linha

A Linha 13 – Jade tem seu marco inicial no quilômetro 14+620, apesar de emergir do quilômetro 12+800 da Linha 12, ambos referenciados no marco ZERO da CPTM que se encontra na Estação da Luz, centro de São Paulo. Neste local será implantado um Aparelho de Mudança de Via (AMV) tipo U, permitindo a integração operacional das duas linhas, provendo diariamente o acesso dos trens vindos do pátio de estacionamento à Linha 13 e seu recolhimento ao fim do período comercial.

Do seu início até o km 16+600, onde seu greide começa a se elevar, a linha corre sobre lastro, paralela à existente Linha 12 – Safira até a altura da Estação USP – Leste, quando a Linha 13 se eleva enquanto curva para a esquerda, então cada linha passa a ter sua faixa de domínio própria.

Dentro do Lote 1 serão construídas duas novas Passagens Inferiores (PI's) para permitir a transposição da via, ambas sob três vias, a primeira no km 13+780 e a segunda no km 15+000, cada via possuirá seu tabuleiro próprio, com largura total de 3,00 metros e comprimento de 23,50 metros, e as vigas serão do tipo invertidas e protendidas. Haverá um pequeno passeio lateral em cada tabuleiro de extremidade. Os encontros destas passagens com a via serão feitos com paredes diafragma e sua execução deverá ser cuidadosamente planejada para não interromper o tráfego de trens na Linha 12.

A partir do quilômetro 17+100, divisa entre os lotes um e dois, até o final da linha a via se desenvolve em elevado. No trecho entre os quilômetros 17+100 e 18+500, trecho onde a linha influencia o Campus Leste da Universidade de São Paulo, há uma discussão sobre a instalação de sistemas de atenuação de vibração e ruídos, condicionada à construção de um museu projetado pelo arquiteto Ruy Ohtake. Neste segundo lote são realizadas transposições de cursos d'água e vias, demandando oito obras de arte especiais, abordadas sequencialmente.

### a) Transposição do Rio Tietê (km 18+870)

Seus 270 metros de extensão são divididos em dois vãos extremos de 75 metros e um vão central, sobre a calha do rio, com 120 metros. A estrutura será construída por meio de balanços sucessivos para eliminar a necessidade de

construção de cimbramento sobre o rio. A figura 5.37 traz uma representação da ponte sobre o rio Tietê.

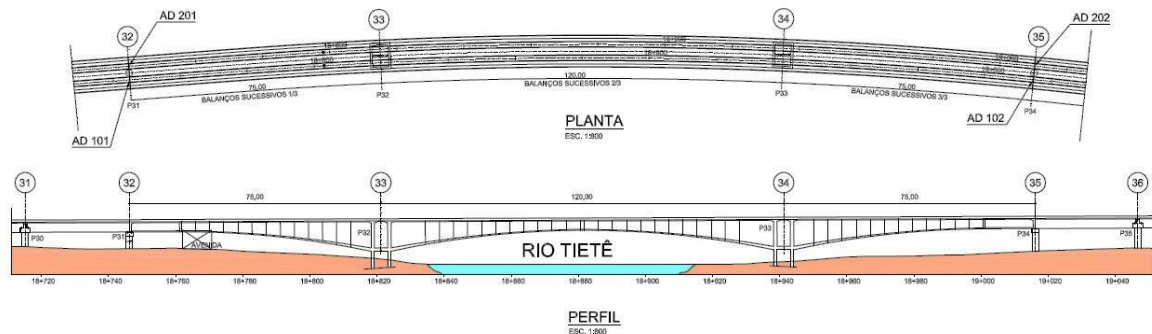


Figura 5.37 - Ponte sobre o Rio Tietê (CPTM, 2012)

#### b) Transposição da Rodovia Ayrton Senna, pistas leste e oeste (km 19+500)

Estrutura em cavalete com dois vãos de 75 metros, totalizando 195 metros, conforme representado na figura 5.38.

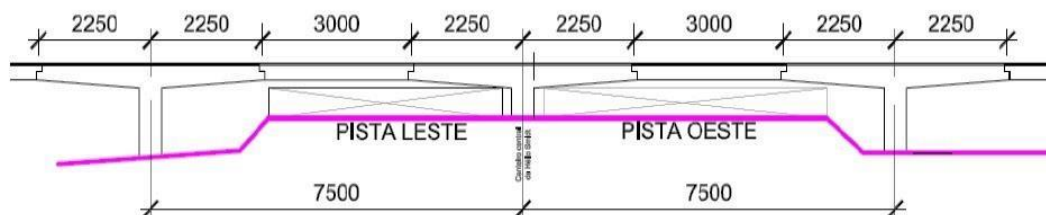


Figura 5.38 - Viaduto sobre as pistas leste e oeste da Rodovia Ayrton Senna (CPTM, 2013)

#### c) Transposição da Rodovia Hélio Smidt, próximo ao encontro com a Rodovia Ayrton Senna (km 19+860)

Vãos de 75 metros e estrutura em cavalete totalizando 195 metros, conforme ilustrado na figura 5.39.

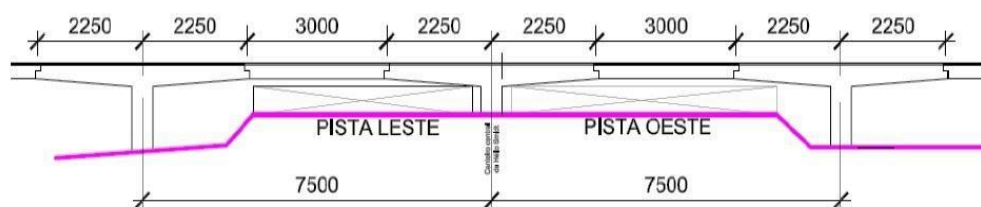


Figura 5.39 - Transposição sobre a Rodovia Hélio Smidt (CPTM, 2013)

d) Transposição da alça de acesso ao Aeroporto de Cumbica – Rodovia Ayrton Senna (km 20+000)

Vão de 75 metros em cavalete, totalizando 110 metros, conforme apresentado na figura 5.40.

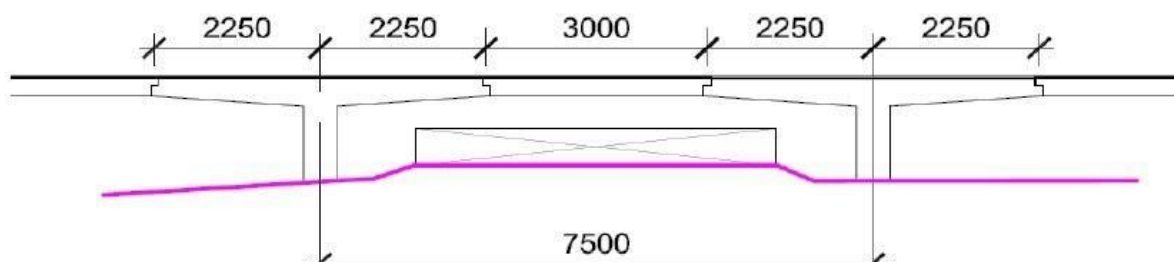


Figura 5.40 - Transposição da Alça de Acesso ao Aeroporto (CPTM, 2013)

e) Transposição do Rio Baquirivu-Guaçu no entroncamento com a Rodovia Presidente Dutra (km 20+720)

Novamente, cavalete com vão de 75 metros, totalizando 110 metros, conforme apresentado na figura 5.41.

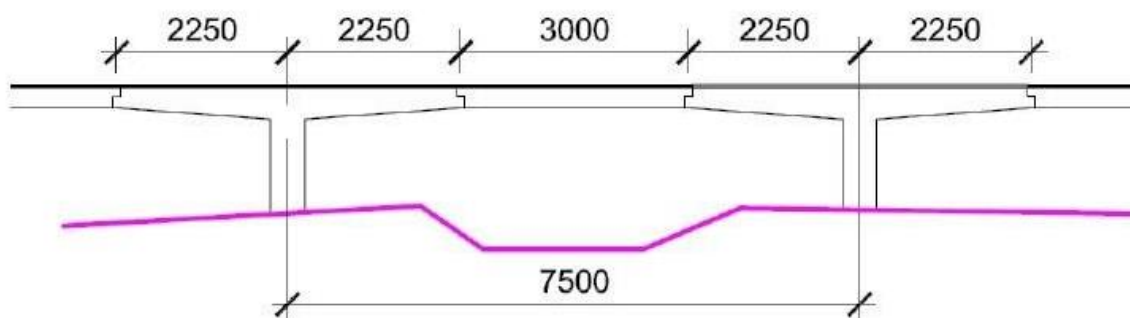


Figura 5.41 - Transposição do Rio Baquirivu-Guaçu (CPTM, 2013)

f) Transposição da Rodovia Presidente Dutra (km 20+955)

270 metros de extensão em três vãos, os dois extremos com 75 metros e o central com 120 m, construída em balanços sucessivos, conforme apresentado na figura 5.42.

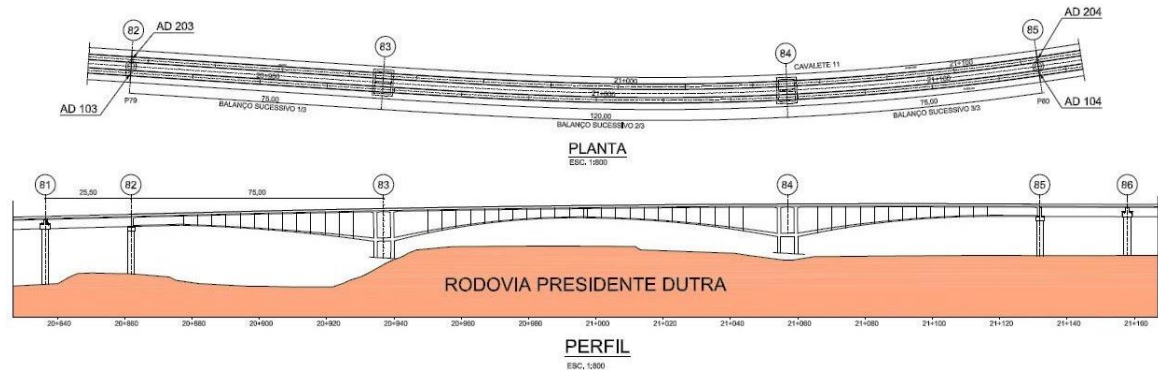


Figura 5.42 - Transposição da Rodovia Presidente Dutra (CPTM, 2012)

g) Transposição da Avenida Monteiro Lobato (km 21+330)

Dois vãos de 70 metros em cavalete totalizando 236 metros, conforme figura 5.43.

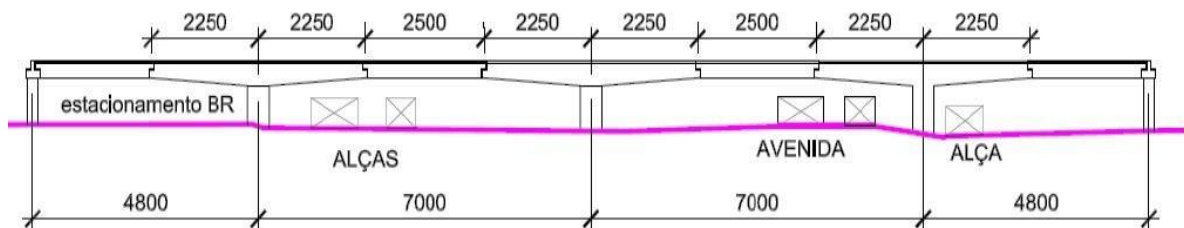


Figura 5.43 - Transposição da Avenida Monteiro Lobato (CPTM, 2013).

h) Transposição da Rodovia Hélio Smidt, próximo à Avenida Monteiro Lobato (km 21+630)

270 metros em três vãos, um central com 120 metros e dois extremos com 75 metros, em balanços sucessivos, conforme figura 5.44.



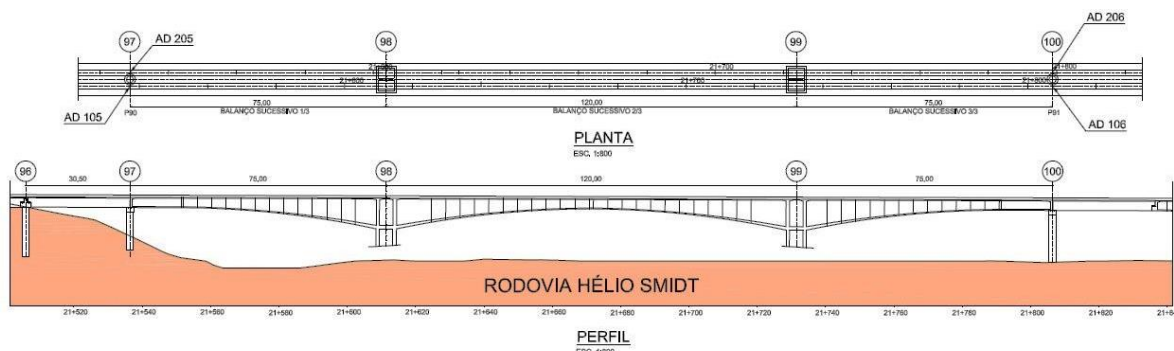


Figura 5.44 - Transposição Rodovia Hélio Smidt (CPTM, 2012).

O quilômetro 22+000 marca a divisa entre os lotes dois e três, no qual a via segue em elevado. Neste lote está contida a estação Guarulhos – CECAP. Discute-se a implementação de atenuação de ruídos e vibração entre os quilômetros 22+400 e 22+800, que também será abordada na segunda parte do presente trabalho.

No quilômetro 23+700 inicia-se o quarto e último lote do empreendimento, ainda em elevado, também com uma faixa na qual se estuda a implantação de atenuação de ruídos e vibração (entre km 24+600 e 24+800). A via passa a estação aeroporto e segue até o quilômetro 25+050, onde acaba em para-choques do tipo deslizante e auto frenante, permitindo que os trens mudem de via e retornem.

Por fim, na figura 5.45 é apresentado o plano de vias para a Linha 13 – Jade da CPTM, com representação das estações e dos Aparelhos de Mudança de Via (AMV).

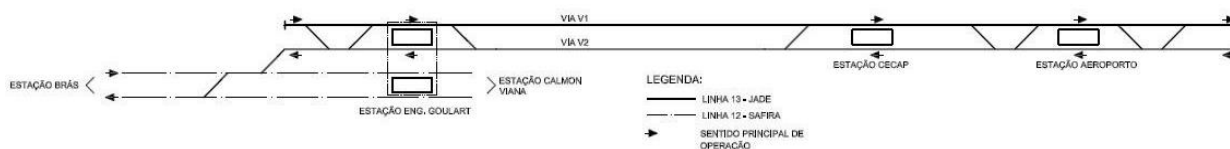


Figura 5.45 - Plano de Vias (CPTM, 2012)

## 5.5 Estudos preliminares e licenças

Como em qualquer empreendimento da construção civil, existe uma série de estudos a serem realizados, bem como de aprovações a serem concedidas por órgãos públicos a fim de que seja aprovada e autorizada a execução da obra. No caso do projeto da Linha 13-Jade da CPTM isso não é diferente. Pelo contrário, por

se tratar de uma obra de grandes proporções e de profundo interesse público, a necessidade de estudos preliminares é ainda mais evidente.

Neste capítulo serão abordados os aspectos mais relevantes que foram considerados a fim de que se maximizassem os impactos positivos e de que se minimizassem os impactos negativos da implantação da Linha 13, bem como as normas a serem respeitadas para aprovação do projeto.

#### *5.5.1 Aspectos ambientais*

As normas ambientais que orientaram a elaboração do projeto da Linha 13 foram as seguintes:

- Lei Federal nº 12.651/12 - Código Florestal (alterada pela Medida Provisória nº 571/12);
- Lei Federal nº 11.428/06 – Lei da Mata Atlântica: Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica;
- Resolução CONAMA nº 10/93: define vegetação e estágios sucessionais;
- Resolução CONAMA nº 001/94: define vegetação e estágios sucessionais;
- Resolução CONAMA nº 302 e 303: dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP;
- Resolução Conjunta SMA/IBAMA nº 2/94: dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação secundária no estágio inicial de regeneração da Mata Atlântica – alterada pela Resolução Conjunta SMA/IBAMA nº 05/96;
- Portaria IBAMA 37-N, de 03/92: Lista Oficial de Flora Brasileira Ameaçada de Extinção;
- Resolução SMA nº 48/04: Lista de espécies da flora ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo;
- Resolução SMA nº 58/06: Orientações para o Reflorestamento Heterogêneo de Áreas Degradadas;
- Resolução SMA nº 18/07: Disciplina procedimentos para a autorização de supressão de exemplares nativos isolados;
- Resolução SMA nº 31/09: estabelece procedimentos para supressão e vegetação nativa para parcelamento do solo;

À luz dessas normas, foram realizados detalhados estudos ambientais, em que foram levantadas as áreas impactadas pelo empreendimento e as espécies (neste caso, vegetais) atingidas pelo mesmo. Durante esse levantamento, foi possível diagnosticar quais as espécies de árvores presentes no local, quais teriam que ser cortadas e quais seriam transplantadas. Por fim, foi possível calcular quais as compensações que ficariam a cargo da CPTM por conta dessa interferência na flora do local. Essa compensação normalmente dá-se pelo plantio de mudas em área da mesma bacia hidrográfica e com características ambientais semelhantes à da intervenção. Parte das áreas atingidas fazia parte de Áreas de Preservação Permanente (APPs).

#### 5.5.1.1 Questões ambientais relacionadas à estação Engenheiro Goulart

Foi realizado um estudo de impactos ambientais na implantação da obra da estação Engenheiro Goulart, com o objetivo de obter, junto à Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo, Departamento de Parques e Área Verde (DEPAVE), autorização para manejo arbóreo. Foram identificadas as intervenções apresentadas na tabela 5.1. Vale destacar que há interferência em uma APP, referente ao Parque Ecológico do Tietê, no qual será construída uma passarela que ligará a estação diretamente ao parque.

Tabela 5.1 - Síntese dos manejos pretendidos na estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2013).

Nº DE ÁRVORES CADASTRADAS	MANEJO								
	ÁRVORES A SEREM PRESERVADAS	ÁRVORES VIVAS A SEREM CORTADAS			ÁRVORES VIVAS A SEREM TRANSPLANTADAS			ÁRVORES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO A SEREM TRANSPLANTADAS  Nº/ DAP MÉDIO	ÁRVORES MORTAS A SEREM CORTADAS
		NATIVAS/ DAP Médio	EXÓTICAS/ DAP Médio	COM DAP <5 cm	NATIVAS/ DAP Médio	EXÓTICAS	COM DAP <5 cm		
260	42	56 88 cm	78 75 cm	2	63 36 cm	-	3	3 34 cm	13

As compensações ambientais propostas a fim de que se obtivesse a autorização estão apresentadas na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Síntese das compensações ambientais propostas para a estação Engenheiro Goulart (CPTM, 2013).

<b>Intervenção</b>	<b>Compensação</b>
Manejo de exemplares arbóreos	956 mudas DAP 3 cm
Intervenção em 0,04 ha em APP composto por gramíneas exóticas / solo exposto	67 mudas DAP 3 cm
<b>Total</b>	<b>1023 mudas DAP 3</b>

Como pode ser observado na tabela 5.2, haverá uma APP de 0,04 ha afetada. Essa área corresponde ao local de implantação da passarela que ligará a estação ao Parque Ecológico do Tietê. A compensação será feita com o plantio de 67 mudas em uma área de mesma bacia hidrográfica, com características ambientais semelhantes, a serem determinadas pela Câmara de Compensação Ambiental.

A figura 5.46 traz uma representação em planta da área impactada pela implantação da estação Engenheiro Goulart.

#### 5.5.1.2 Questões ambientais relacionadas à estação Guarulhos – CECAP

À luz das mesmas normas reguladoras, também foi realizado um estudo de impactos ambientais para a estação Guarulhos-CECAP a fim de se obter autorização da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para intervenção em APP, necessária na implantação do empreendimento. A tabela 5.3 traz os levantamentos obtidos nesse estudo, em que foi identificada uma área de 0,43 ha em APP. A vegetação presente à margem direita do rio Baquirivu-Guaçu é composta por espécies herbáceas exóticas colonizadoras de ambientes úmidos e degradados. O restante da área de preservação é composto por gramíneas exóticas e por diversas espécies arbóreas, provenientes de plantios compensatórios decorrentes de compensação ambiental advinda de outro empreendimento, tendo sido caracterizada como “Área Verde” no EIA-RIMA do empreendimento da Linha 13.

Tabela 5.3 - Síntese das interferências ambientais esperadas para a estação Guarulhos-CECAP em APPs (CPTM, 2013).

<b>Fisionomia</b>	<b>Inserido em APP (ha)</b>
Veg. Pioneira / Área Verde (Adensamento Arbóreo com características de Fragmento Florestal em Estágio Inicial)	0,38
Gramíneas exóticas	0,03
Ocupação Urbana	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,43</b>



Intervenções a serem compensadas





A compensação referente a essa área de impacto será feita em uma área de três vezes a área de intervenção (1,29 ha), com plantio de 1.667 mudas por ha (um total de 2.151 mudas).

A figura 5.47 traz uma representação em planta da área impactada pela implantação da estação Guarulhos-CECAP.

Também foi realizado um estudo para obter, junto à Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Guarulhos, autorização para supressão de exemplares arbóreos isolados fora de APP. O estudo identificou a necessidade de supressão de 38 exemplares, conforme descrito na tabela 5.4, a serem compensados pela doação de 542 mudas de espécies nativas da região para a Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Guarulhos.

Tabela 5.4 - Síntese das interferências ambientais esperadas para a estação Guarulhos-CECAP fora de APPs (CPTM, 2013).

<b>Exemplares Arbóreos</b>	<b>Inserido em APP</b>	<b>Fora de APP</b>	<b>Total</b>
Exemplares arbóreos nativos isolados	----	18	18
Exemplares arbóreos exóticos isolados	----	18	18
Exemplares arbóreos mortos	----	02	02
<b>TOTAL</b>	<b>00</b>	<b>38</b>	<b>38</b>

#### 5.5.1.3 Questões ambientais relacionadas à estação Aeroporto – Guarulhos

Foram também realizados estudos de impacto ambiental para a região da estação Aeroporto - Guarulhos, com especial atenção à região do Rio Baquirivu-Guaçu, vizinho à estação. O objetivo desses estudos foi obter, junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a autorização necessária para intervenção em Área de Preservação Permanente (APP), necessária para a implantação das obras. Chegou-se ao inventário de áreas afetadas apresentado na tabela 5.5, sendo de 1,02 ha a área de intervenção direta, do qual 0,44 ha está em APP.



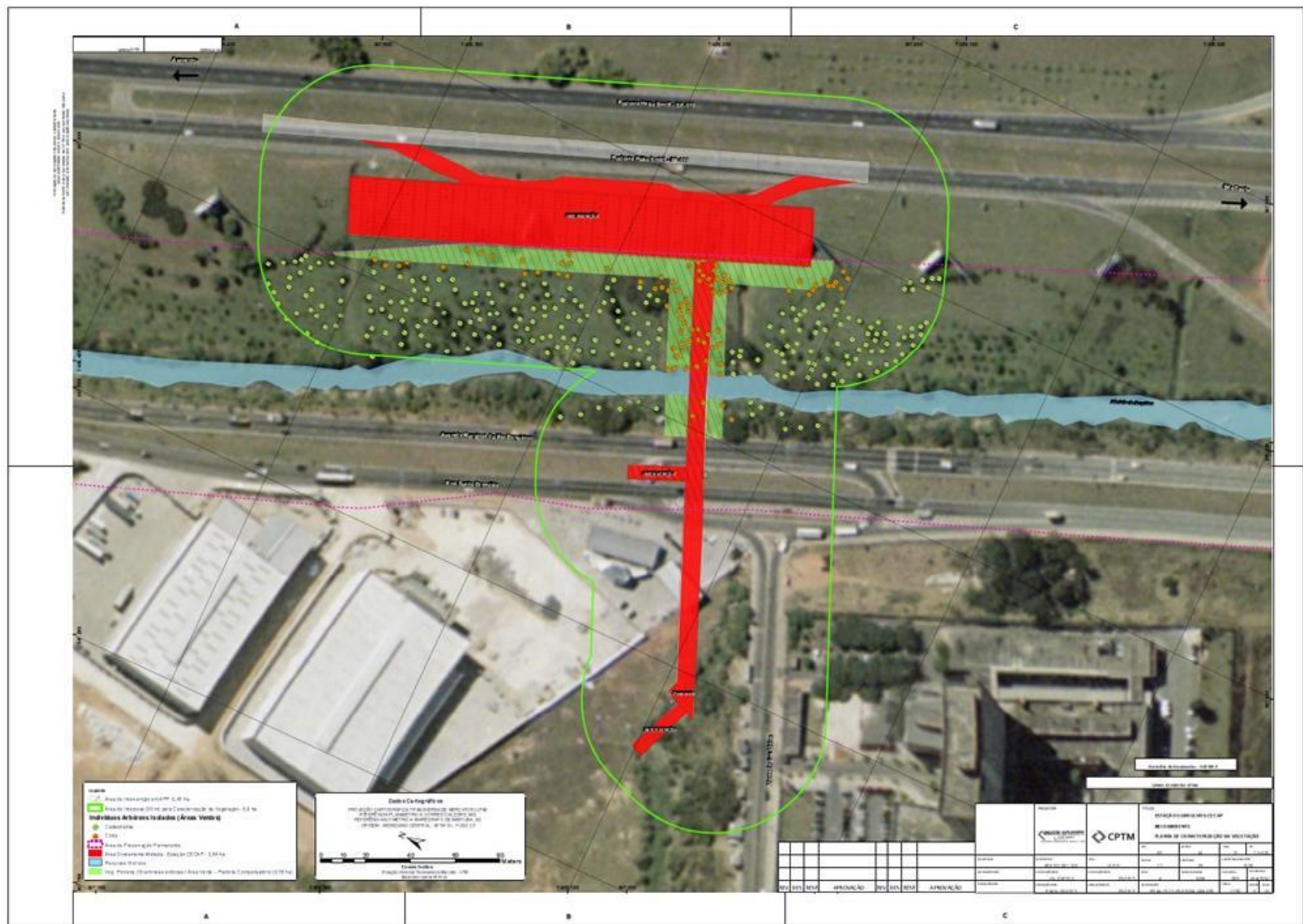


Figura 5.47 - Representação em planta da área afetada pela implantação da estação Guarulhos-CECAP (CPTM, 2013).

A vegetação é composta principalmente de adensamentos arbóreos plantados em caráter paisagístico e com função de proteger a APP às margens do Rio Baquirivu-Guaçu. A compensação será feita em uma área equivalente a 0,84 ha, através do plantio de 1.400 (mil e quatrocentas) mudas em área da mesma bacia hidrográfica e com características ambientais semelhantes à da intervenção, ou até mesmo através da compra de uma área de mesmo tamanho, já florestada, visando a proteção da mesma. A figura 5.48 traz uma representação em planta da área impactada pela implantação da estação Aeroporto - Guarulhos.

Tabela 5.5 - Síntese das intervenções previstas na região da estação Aeroporto - Guarulhos (CPTM, 2013).

<b>Fisionomia</b>	<b>Inserido em APP (ha)</b>	<b>Fora de APP (ha)</b>
Gramíneas Exóticas	0,11	0,93
Vegetação Pioneira e Adensamento Arbóreo Heterogêneo (Área Verde)	0,20	0,00
Adensamento Arbóreo Homogêneo	0,07	0,00
Viário Local Existente	0,03	0,09
Recurso Hídrico	0,03	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,44</b>	<b>1,02</b>

 Intervenções a serem compensadas

#### 5.5.1.4 Questões ambientais relacionadas à via permanente

Foram realizados estudos de impacto ambiental a fim de se obter autorização junto à Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Guarulhos, à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e à Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo, Departamento de Parques e Área Verde (DEPAVE) para supressão de exemplares arbóreos isolados, intervenção em área de preservação permanente (APP), supressão de vegetação nativa, e para o manejo arbóreo.



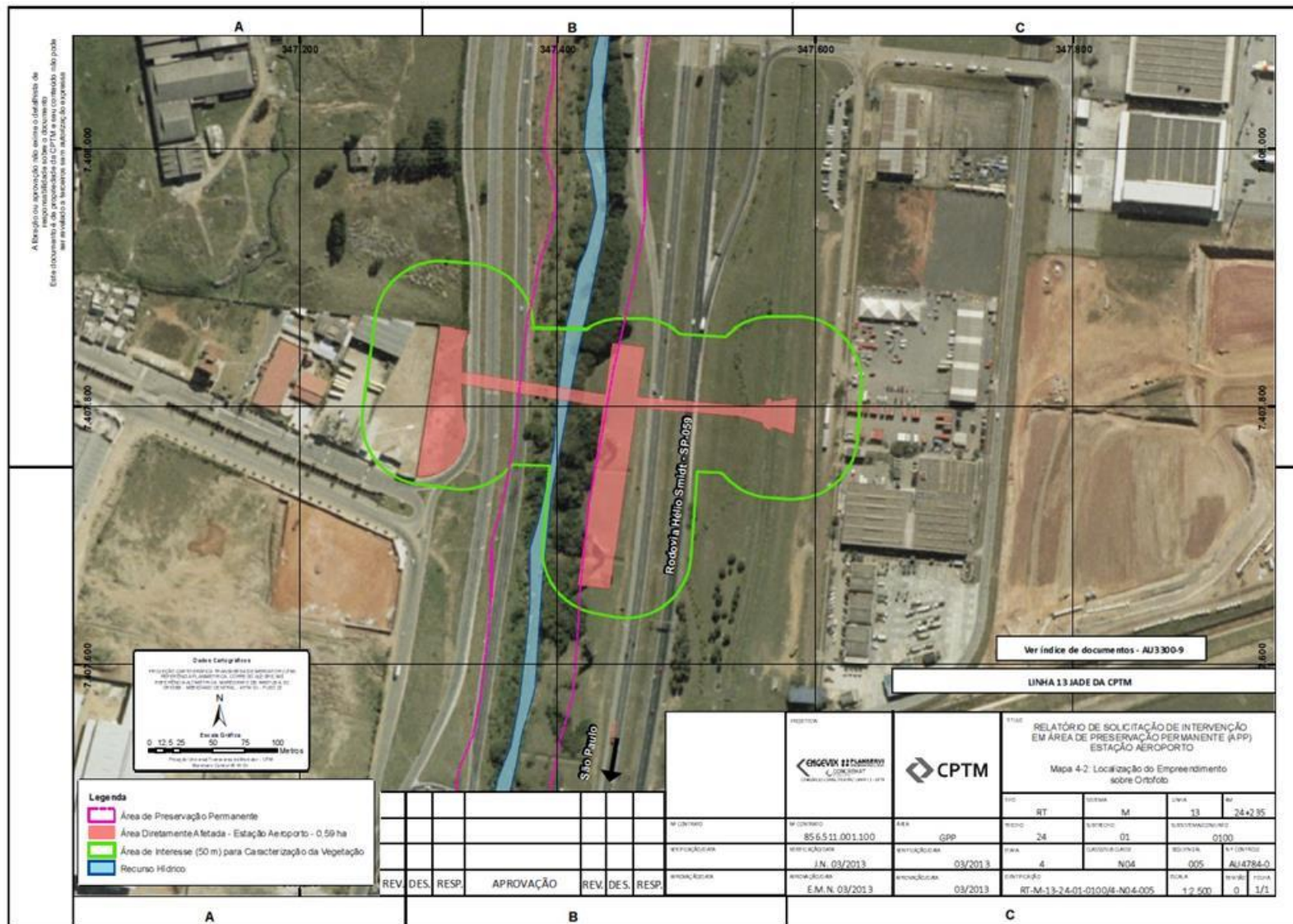


Figura 5.48 - Representação em planta da área afetada pela implantação da Estação Aeroporto de Guarulhos (CPTM, 2013).

Quanto aos exemplares isolados fora de APP, foram identificados 193 elementos, sendo 133 pertencentes a espécies nativas, 59 pertencentes a espécies exóticas e apenas 1 morto. O diagnóstico obtido está apresentado na tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Intervenções ambientais previstas fora de APP referentes à via permanente (CPTM, 2013)

Exemplares Arbóreos a Suprimir	Inserido em APP	Fora de APP	Total
Exemplares arbóreos nativos isolados	----	132	132
Exemplares arbóreos exóticos isolados	----	59	59
Exemplares arbóreos mortos	----	01	01
Exemplares Arbóreos a Transplantar	Inserido em APP	Fora de APP	Total
Exemplares arbóreos nativos isolados	----	01	01
Exemplares arbóreos exóticos isolados	----	00	00
Exemplares arbóreos mortos	----	00	00
<b>TOTAL</b>	<b>00</b>	<b>193</b>	<b>193</b>

A partir do inventário exposto na tabela 5.6, foi proposta como medida compensatória a doação de 2.599 mudas de espécies nativas da região para a Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Guarulhos. Essa compensação está apresentada nas tabelas 5.7 e 5.8.

Tabela 5.7 - Proposta de compensação ambiental – Árvores a suprimir (CPTM, 2013)

AMPLITUDE DAP (cm)	QUANTIDADE DE EXEMPLARES	COMPENSAÇÃO	QUANTIDADE DE MUDAS PARA DOAÇÃO
05-10	49	6:1	294
11-30	79	12:1	948
31-60	51	18:1	918
61-90	6	30:1	180
91-120	6	42:1	252
121-150	00	54:1	0
> 150	00	60:1	0
Morta	01	1:1	1
<b>TOTAL</b>			<b>2593</b>

Tabela 5.8 - Proposta de compensação ambiental – Árvores a transplantar (CPTM, 2013)

AMPLITUDE DAP (cm)	QUANTIDADE DE EXEMPLARES	COMPENSAÇÃO	QUANTIDADE DE MUDAS PARA DOAÇÃO
11-30	1	6:1	6
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>

Quanto à intervenção em APP, concluiu-se que será necessária uma intervenção direta em uma área total de 6,85 ha, interceptando os municípios de São Paulo e de Guarulhos, dos quais 2,82 ha estão em uma Área de Preservação Permanente e 0,28 ha é de fragmentos florestais secundários, localizados fora de

APP e característicos dos estágios iniciais e médio da regeneração natural. O resumo das intervenções previstas está apresentado na tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Intervenções previstas em Área de Preservação Permanente e em fragmentos florestais secundários (CPTM, 2013)

Fisionomia	Inserido em APP (ha)	Fora de APP (ha)	Total (ha)
Vegetação Secundária em Estágio Médio da Reg. Natural	-	0,21	0,21
Vegetação Secundária em Estágio Inicial da Reg. Natural	0,03	0,07	0,10
Adensamentos Arbóreos / "Área Verde"	0,25	-	0,25
Vegetação Pioneira	0,04	-	0,04
Gramíneas e/ou Herbáceas/Arbustivas Exóticas	2,25	-	2,25
Viário	0,25	-	0,25
<b>TOTAL</b>	<b>2,82</b>	<b>0,28</b>	<b>3,10</b>

Como medida compensatória foi proposta recuperação de uma área equivalente a 3,6 ha, através do plantio de 6.004 mudas de espécies nativas ou através da aquisição de áreas já florestadas para proteção da mesma.

Por fim, com o objetivo de obter autorização junto ao Departamento de Parques e Áreas Verdes – DEPAVE, da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura de São Paulo para manejo arbóreo, foi realizado um estudo que concluiu que haverá intervenção direta em uma área de 4.500 m<sup>2</sup>, a serem compensados com 7.500 árvores (ou 4,5 ha). Também foi observado que 0,94 ha está inserido em APP, e a intervenção nessa área será compensada pelo plantio de 1.567 árvores.

### 5.5.2 Áreas contaminadas

As normas aplicáveis quanto a contaminação do solo são:

- Decisão de Diretoria CETESB nº 103/2007/C/E, de 22/06/2007. Dispõe e aprova o novo procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas descrito no documento "Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas.
- Decisão de Diretoria CETESB nº 195-2005-E de 23/11/2005. Altera, acrescenta e substitui a tabela dos valores orientadores do "Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.

- GTZ (2001). Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas – Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB 2001 - 2ª edição.

Atualmente há dois postos de gasolina em atividade na região da obra. Esses postos precisarão ser desativados e a área será desapropriada. Por haver o risco de contaminação, ainda serão necessárias investigações a fim de se verificar a existência ou não de áreas comprometidas. As figuras 5.49 e 5.50 trazem fotos desses postos a serem desativados.



Figura 5.49 – Posto de gasolina localizado na Avenida Assis Ribeiro, às margens da linha férrea (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>



Figura 5.50 – Posto de gasolina localizado na futura entrada (acesso 1) da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Imagem fornecida pela equipe do Consórcio HFTS Jade em reunião realizada no escritório da obra lote 1 em setembro de 2015.



### 5.5.3 Arqueologia e Patrimônio Histórico Cultural

As especificações técnicas que regeram as pesquisas arqueológicas foram as seguintes:

- Lei nº 3.924, de 26/07/1961, que proíbe a destruição ou mutilação, para qualquer fim, da totalidade ou parte das jazidas arqueológicas, o que é considerado crime contra o patrimônio nacional;
- Constituição Federal de 05/10/1988 (artigo 225, parágrafo IV), que considera os sítios arqueológicos como patrimônio cultural brasileiro, garantindo sua guarda e proteção, de acordo com o que estabelece o artigo 216;
- Decreto Lei nº 25 de 30/11/1937 - Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.
- Portaria IPHAN / MinC nº 07, de 01/12/1988, que normaliza e legaliza as ações de intervenção junto ao patrimônio arqueológico nacional;
- Portaria IPHAN / MinC nº 230, de 17/12/2002, que especifica o escopo dos estudos sobre patrimônio arqueológico a serem realizados nas diferentes etapas de licenciamento ambiental.

Foram realizadas pesquisas de prospecção arqueológica com objetivo de atender a exigências técnicas do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) e a especificações técnicas da CPTM. A área impactada pelo empreendimento da Linha 13, apesar de apresentar elevado grau de antropismo, apresenta características fisiográficas favoráveis à presença de ocupação humana e à ocorrência de vestígios arqueológicos. É também conhecida pelo seu potencial arqueológico, tendo sido objeto de estudo desde a década de 60. Nela foi registrado um diversificado povoamento desde o período pré-colonial, inclusive por grupos ceramistas, o que propicia o achado de patrimônio arqueológico. Vale destacar que foi desenvolvido um Programa de Educação Patrimonial, atendendo à Portaria IPHAN/230/02, a fim de que a perda física dos contextos arqueológicos impactados direta ou indiretamente pelas obras seja efetivamente compensada pela incorporação de conhecimentos produzidos à Memória Nacional.



É importante destacar que, caso sejam encontrados vestígios ou sítios arqueológicos ao longo do andamento das obras, os trabalhos deverão ser imediatamente interrompidos e o IPHAN deverá ser comunicado.

#### 5.5.3.1 Estudos de prospecção arqueológica referentes à estação Engenheiro Goulart

As pesquisas realizadas referentes à implantação da nova estação Engenheiro Goulart não identificaram vestígios ou sítios arqueológicos. Contudo, foi identificada uma área de interesse histórico cultural (AIHC) na área diretamente afetada pelo empreendimento. Essa área corresponde à “Casa dos Antigos Operários da Ferrovia”, um conjunto de casas localizadas na Avenida Assis Ribeiro, às margens da linha férrea (a cerca de 50 metros da Estação Engenheiro Goulart), composta por 6 unidades unifamiliares de residências remanescente da Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima (RFFSA). Essas casas precisaram ser demolidas para a continuidade das obras da estação Engenheiro Goulart, e como medida compensatória propôs-se o aprofundamento dos estudos nessas áreas, mediante a realização de levantamento histórico e arquitetônico dos remanescentes construtivos identificados.

#### 5.5.3.2 Estudos de prospecção arqueológica referentes à estação Guarulhos – CECAP

Após o estudo realizado para implantação da estação Guarulhos - CECAP, não foram identificados vestígios ou sítios arqueológicos. Também não foram identificadas áreas de interesse histórico cultural (AIHC).

#### 5.5.3.3 Estudos de prospecção arqueológica referentes à estação Aeroporto – Guarulhos

Após o estudo realizado para implantação da estação Aeroporto – Guarulhos, não foram identificados vestígios ou sítios arqueológicos. Também não foram identificadas áreas de interesse histórico cultural (AIHC).

#### 5.5.3.4 Estudos de prospecção arqueológica referentes à via permanente

As pesquisas realizadas referentes à implantação da via permanente da Linha 13 não identificaram vestígios ou sítios arqueológicos. Contudo, foram identificadas duas áreas de interesse histórico cultural (AIHC) na área diretamente afetada pelo empreendimento. Uma delas é a “Casa dos Antigos Operários da Ferrovia”, já apresentada neste capítulo. A outra é a “Fábrica Keralux”, onde estava implantada a antiga fábrica Keralux, voltada para a produção de cerâmica. Essa área, contudo, foi ocupada nos anos 70 por uma família que criava gado, e depois passou para o controle da USP Leste, tornando-se uma área de descarte de materiais de construção. Desse modo, pouco restou da original estrutura da fábrica. Para implantação da Linha 13, não foi necessária a demolição dessa estrutura remanescente.

## **6 A OBRA**

### **6.1 Dimensões dos canteiros da obra**

Este item fará referência aos canteiros implantados pelo consórcio HFTS, mais precisamente ao canteiro do lote 1 do empreendimento.

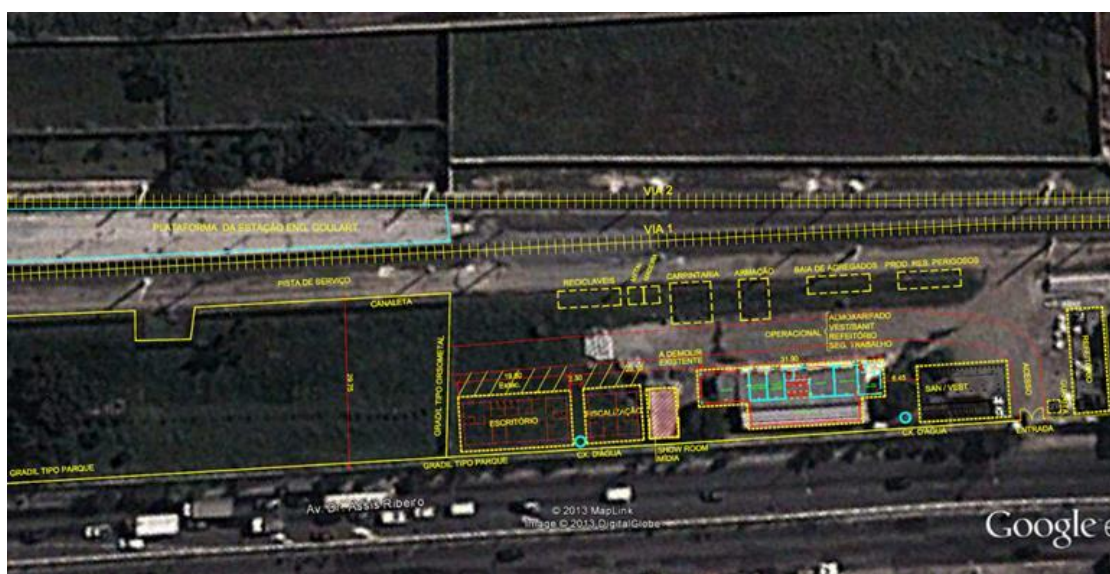
O canteiro central implantado na Avenida Assis Ribeiro, 3751 foi dimensionado para atender a quantidade de funcionários no pico, correspondente ao 1º turno de trabalho representado por 60% do total de 700 funcionários, totalizando 420 funcionários. Dentre estes 420 funcionários, 260 utilizam os canteiros fixos e o restante é suportado por canteiros móveis constituídos de banheiros químicos, contêineres para vestiários e ferramentaria, bem como tendas para área de vivência e refeições. Os canteiros fixos incluem áreas de:

- Portaria de controle: área destinada ao controle de acessos de equipamentos e pessoas, visando à segurança dos mesmos. A portaria possui sinalização e iluminação adequadas para sua fácil identificação e também possui uma chapeira, que consiste em um dispositivo para armazenamento dos cartões de pontos, com dimensões adequadas em relação ao número de funcionários, em uma proporção de 1 baia-relógio para cada 150 funcionários.
- Alojamento: é priorizado o uso de mão-de-obra local para diminuir a área de estruturas de apoio à obra.
- Sanitários e vestiários: conforme as normas regulamentadoras NR18 e NR24, os sanitários foram dimensionados na proporção de 1 bacia sanitária, 1 lavatório e 1 mictório a cada 20 funcionários. Em relação aos vestiários, a proporção é de 1 chuveiro a cada 10 funcionários. Portanto, o canteiro conta com 13 bacias sanitárias, 13 lavatórios, 13 mictórios e 26 chuveiros.
- Almoxarifados: possui área suficiente para armazenar os diversos materiais usados na obra, além de uma sala de trabalho onde é feito o controle do estoque.
- Pátios de Armação: dimensionados em função da quantidade de aço aplicada nas estruturas de concreto, estimando-se dessa forma a área útil

necessária, prevendo-se o número e tipo de equipamentos a serem utilizados na obra, como máquinas de corte, máquinas de dobra e bancadas de serviço e os prazos.

- Pátios de carpintaria: visam atender à demanda de aplicação de fôrmas. No dimensionamento de sua área útil é considerado os prazos para execução das fôrmas e o volume estimado de concreto necessário à obra, assim como equipamentos a serem utilizados na oficina, como serra circular, serra de fita, ciclone coletor de pó e bancadas de serviço.
- Pátios de pré-moldados.
- Ambulatórios: dimensionados de acordo com as Especificações da Portaria de Segurança e Medicina do Trabalho, considerando, principalmente, as necessidades inerentes ao tipo de obra em questão. As dependências para atendimento médico são dispostas com o máximo de funcionalidade.
- Refeitórios: são dimensionados na proporção de 1m<sup>2</sup>/pessoa, comportando 1/2 dos funcionários em cada turno de refeição e equipada com mesas, cadeiras ou bancos, bebedouros e lavatórios coletivo. A área total do refeitório é de 130m<sup>2</sup>.
- Copa / cozinha: na copa as refeições são aquecidas e distribuídas por meio de carros térmicos especiais ao refeitório do canteiro de apoio. É equipada com aquecedor elétrico, pias, mesa auxiliar, depósito para detritos e balcão de distribuição das refeições. O espaçamento mínimo entre a copa e o refeitório deve ser de 1,5m e no caso de aberturas para ventilação, de 1 pé-direito.
- Escritórios administrativos: salas, sanitários e copa para atender aos funcionários da divisão administrativa, técnica e de produção, além de enfermaria e coordenação e supervisão ambiental da obra. Atendem uma proporção de 5m<sup>2</sup>/pessoa, com um total de 187m<sup>2</sup>.
- Laboratórios: área para acompanhamento e realização de testes relativos ao controle de qualidade dos materiais utilizados na obra. Deve conter área de laboratório, área para amostragem, área para ensaios tecnológicos e testes, além de escritório, sanitário e espaço para os equipamentos a serem utilizados.

O consórcio é responsável pela especificação do canteiro de obras, que inclui implantação, operação e desativação dos canteiros de obras e das instalações provisórias. Estas especificações são analisadas e aprovadas pela CPTM e, posteriormente, é solicitada uma licença de instalação, um estudo detalhado das instalações previstas que atendem a todos os requisitos e exigências de órgãos licenciadores como: características ambientais da área escolhida e seu entorno (cobertura do solo, rede de infraestrutura disponível, vias de acesso e rotas de caminhões, equipamentos pesados entre as instalações e as praças de trabalho), uso e ocupação do solo no entorno (até 100m além do perímetro das instalações), indicação em planta da localização de hospitais, creches, escolas e estimativa da população residente no entorno. As figuras 6.1 e 6.2 trazem, respectivamente, uma representação em planta sobre foto de vista aérea do canteiro central e uma planta do escritório administrativo nele implantado.



<sup>4</sup> Imagem fornecida pela equipe do Consórcio HFTS Jade em reunião realizada no escritório da obra lote 1 em maio de 2015.

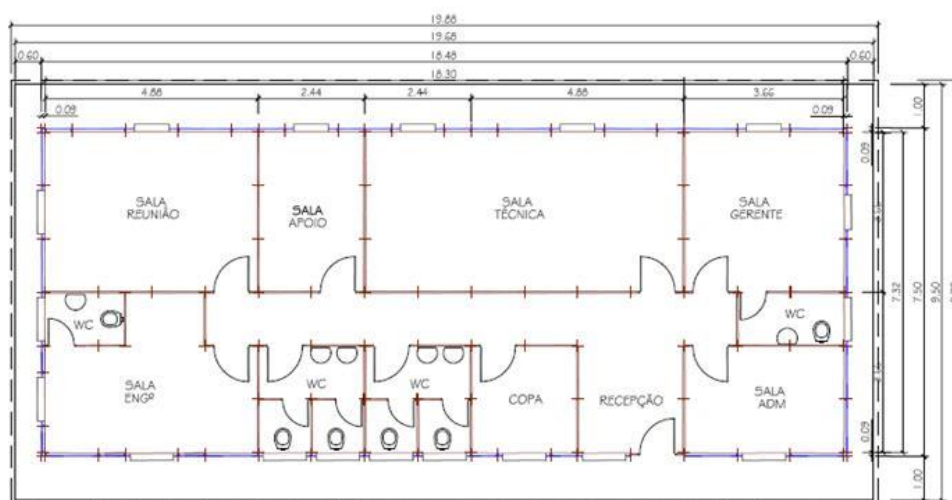


Figura 6.2 – Planta do escritório administrativo implantado no canteiro (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015) **Erro! Indicador não definido.**

## 6.2 Organização administrativa

### 6.2.1 Organograma

Tendo em vista que o empreendimento da Linha 13 é de grande porte, a organização administrativa implantada pelo consórcio HFTS tende a ser mais elaborada. De início nota-se uma separação entre organograma para áreas administrativas (como secretaria, recursos humanos, e financeiro) e organograma de produção, ou organograma técnico. Este último está retratado de maneira simplificada na figura 6.3 e é composto pelos seguintes profissionais e suas equipes:

- Gerente do contrato: responsável pela coordenação geral do contrato, tanto na área técnica quanto na administrativa. É representante do consórcio junto à CPTM.
- Engenheiro de Planejamento: responsável pelo planejamento do empreendimento, atualizando e revisando constantemente o cronograma das obras e avaliando sua produtividade.
- Engenheiro Civil com ênfase em projetos: responsável pela produção, pela adequação e pela aprovação de projetos e demais documentações técnicas referentes à parte civil do empreendimento.
- Engenheiro eletrotécnico, com ênfase em projetos: responsável pela produção, pela adequação e pela aprovação de projetos e demais

documentações técnicas referentes à implantação dos sistemas e equipamentos da obra.

- Engenheiro Civil de produção: responsável pela produção global do empreendimento (parte civil).
- Engenheiro eletricista de produção: responsável pela produção global do empreendimento (sistemas e equipamentos da obra).
- Engenheiro de Segurança do Trabalho: responsável pelo cumprimento de todas as normas e especificações de segurança orientadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego – MTE do Brasil.
- Gestão Ambiental: responsável por garantir a adequação e o cumprimento das normas ambientais vigentes.

#### *6.2.2 Mobilização de recursos humanos*

A fim de mobilizar uma equipe para o empreendimento da Linha 13, o consórcio deu preferência a pessoas que residem em regiões próximas à obra. No entanto, essa premissa não foi aplicada a funções essenciais, como a de mestre de obras e a de compras, em que a preferência é dada a pessoas já pertencentes ao quadro de funcionários das empresas que compõem o consórcio.

O recrutamento de pessoal foi realizado através de anúncios em jornais, de cartazes em entidades de classe e em sindicatos, do Sistema Nacional de Emprego (SINE), de agências de recrutamento e de registros dos departamentos de Recursos Humanos das empresas do consórcio. Também ocorrem eventuais remanejamentos de funcionários em cargos administrativos e técnicos de um empreendimento já em fase de conclusão para as obras da Linha 13. O processo seletivo para cargos que demandam maior capacitação foi feito através de entrevistas, análise de currículos, tempo de exercício na função pretendida e pretensão salarial. Já para cargos que exigem pouca ou nenhuma qualificação, a seleção tem sido feita através da análise da Carteira de Trabalho e Previdência Social (CTPS) e de uma entrevista simples com o candidato.



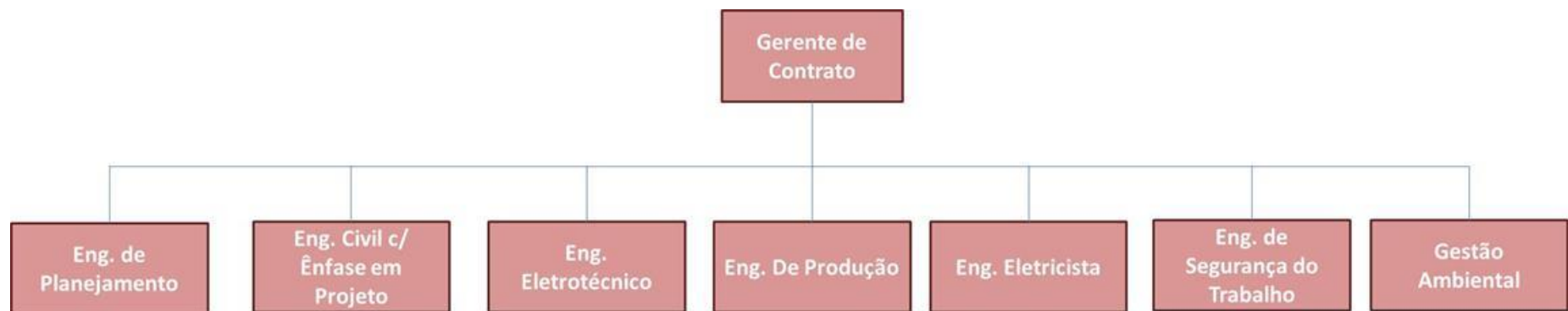


Figura 6.3 - Organograma técnico do empreendimento da Linha 13 (Autor, 2015)

### *6.2.3 Segurança do trabalho*

O canteiro e as praças de obra atendem às diretrizes da Legislação Brasileira de Segurança e Medicina no Trabalho, especialmente o Plano de Emergência Médica e Primeiros Socorros, para eventuais remoções de acidentados para hospitais da região.

Devido à aglomeração de pessoas vindas de diversas regiões, a empresa implementa medidas de controle epidemiológico e de saúde pública, como vacinação, medicação e educação sanitária dos operários para a adoção de hábitos saudáveis de convivência.

Os operários dispõem de equipamentos de proteção individual (EPI's) e coletiva (EPC's).

Na obra há uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) instalada, que tem como responsabilidade promover a segurança do trabalhador. A CIPA reúne-se periodicamente com funcionários da empresa, elabora o Mapa de Riscos Ambientais e define os EPI's a serem utilizados pelos diferentes setores das obras, cuidando para que sejam utilizados e mantidos estoques de reposição.

A empresa implementou um Programa de Segurança e Medicina do Trabalho de acordo com as exigências legais e normas do Ministério do Trabalho, com o objetivo de promover as condições de preservação da saúde e segurança de todos os funcionários, dar atendimento em situações de emergência, ampliar o conhecimento sobre prevenção da saúde e de acidentes aos trabalhadores na obra.

### *6.2.4 Alimentação*

O Consórcio HFTS fornece refeições aos seus funcionários, proporcionando-lhes uma alimentação de qualidade e balanceada. Como dito anteriormente, no canteiro de obras, existe uma área para refeitório, equipada e dimensionada para o bom atendimento a seus colaboradores. O fornecimento de alimentação é por uma empresa especializada no fornecimento de refeições em empreendimentos de grande porte.

O acesso ao refeitório é controlado por crachás de identificação, diferenciados por cores e aplicáveis a funcionários e a eventuais visitantes. Quando, devido às

necessidades do trabalho ou grande distância de deslocamento para o refeitório, os funcionários não têm acesso ao refeitório, as refeições são distribuídas nos locais de trabalho através de veículos apropriados, em marmitas térmicas descartáveis, devidamente lacradas.

Todas as atividades, no refeitório e na distribuição *in loco*, são supervisionadas pela Equipe de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho - ESHMT.

Para os funcionários técnicos e administrativos, são disponibilizados *vouchers* (*tickets*) de refeições, que podem ser utilizados em estabelecimentos, credenciados pelo Consórcio HFTS ou pela operadora do *voucher*, próximos ao canteiro de obras ou escritório central do Consórcio.

### **6.3 Controle de equipamentos**

O controle de equipamentos é de extrema importância para a garantia da qualidade e da segurança em qualquer obra. Um bom controle de equipamentos evita perdas, roubos e acidentes. É requisito da própria CPTM, cumprido pelo consórcio responsável, que seja feita uma relação de todas as máquinas e de todos os equipamentos utilizados na obra, também havendo especial atenção quanto à manutenção preventiva e periódica destes equipamentos, o que inclui treinamento de pessoal para sua adequada utilização. Essa relação é constantemente atualizada, apresentando sempre novos equipamentos adquiridos ou alugados. As produtividades dos equipamentos são registradas em formulário apropriado, com o objetivo principal de dispor à equipe técnica do Consórcio elementos para o planejamento e acompanhamento das atividades. Além disso, é feito o registro das especificações técnicas de manutenção de cada equipamento, com seus respectivos responsáveis técnicos, sua metodologia e sua periodicidade.

Há de se prestar especial atenção à logística no transporte de equipamentos para a frente de obras, muitas vezes de difícil acesso. Alguns equipamentos são bastante pesados, demandando utilização de veículos de grande porte. Vale destacar que, no caso do Lote 1 da Linha 13, as frentes de obras apresentam vias pavimentadas, possibilitando um transporte mais rápido e mais eficiente de

equipamentos. Os principais veículos presentes na obra estão listados a seguir, de acordo com o serviço a que se destinam.

- Terraplanagem e limpeza da obra: caminhões basculantes, retroescavadeiras, rolo compactador.
- Via permanente e rede aérea: socadora niveladora de linha e AMV, reguladora de lastro, máquinas leves de via permanente, equipamentos para solda aluminotérmica, caminhões ferroviários e rodoferroviários, escavadeiras e retroescavadeiras;
- Transporte de equipamentos pesados: cavalos mecânicos/carretas.
- Distribuição de material para a frente de obra: caminhões de carroceria equipados com guindaste tipo Munck.
- Transporte de materiais de terceiros para a obra: caminhões basculantes ou de carroceria.
- Colaboradores de nível técnico e administrativo: vans e/ou veículos utilitários (caminhonetes).
- Colaboradores de nível superior: veículos utilitários, para uso individual.
- Transporte de pessoal não especializado: vans disponibilizadas pelo consórcio (próprias ou de empresas especializadas) para o transporte até a rede transporte público, mais próxima ou até a localidade de origem.

A obra também dispõe de almoxarifado, onde é estocada a maior parte dos equipamentos utilizados na obra. O acesso a esses materiais é controlado, com presença de funcionário responsável no local. Até mesmo por uma questão de segurança, os equipamentos só podem ser utilizados por pessoas previamente autorizadas e habilitadas.

#### **6.4 Cronograma de execução considerando via, elevado e rede aérea**

Este item tem por objetivo apresentar o cronograma previsto para a obra. As figuras 6.4 a 6.12 apresentam o cronograma para o lote 1. Já as figuras 6.13, 6.14 e 6.15 trazem, respectivamente, os cronogramas para os lotes 2, 3 e 4.























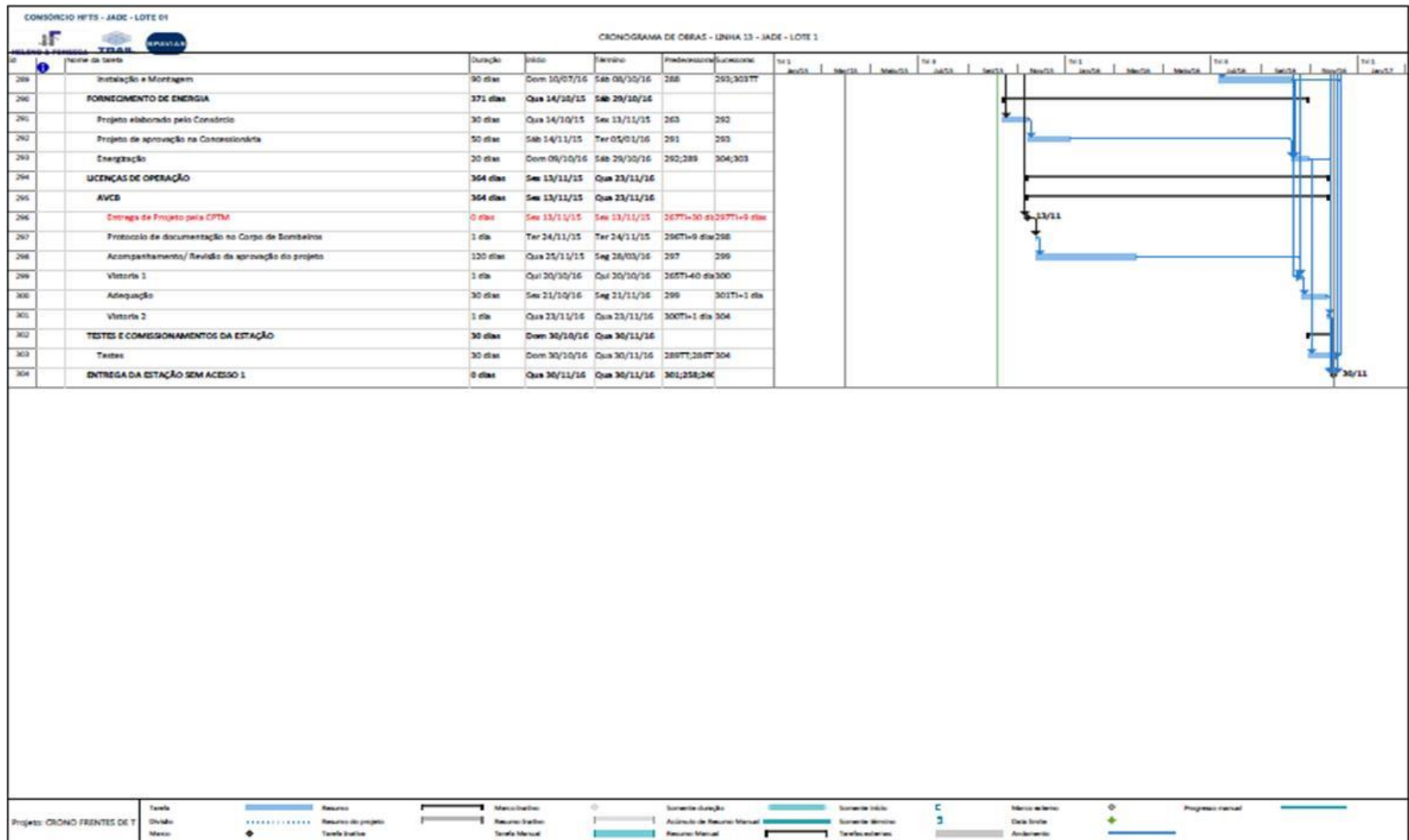


Figura 6.12 - Cronograma do lote 1 – Parte 9/9 (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>5</sup>

DESCRIÇÃO	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	MÊS 19	MÊS 20	MÊS 21	MÊS 22	MÊS 23	MÊS 24	MÊS 25	MÊS 26	MÊS 27	MÊS 28	MÊS 29	MÊS 30
CANTEIRO CENTRAL DE OBRAS																														
CANTEIRO DE PRÉ-MOLDADOS - 2 CANTEIROS																														
SISTEMAS ELETRÔNICOS																														
SUBSISTEMA DE VIDEO-MONITORAMENTO DE OBRAS ON-LINE																														
ESTUDOS, ASSESSORIAS E PROJETOS TÉCNICOS																														
SERVIÇOS ESPECÍFICOS																														
PLANO DE COMISSONAMENTO - ENTREGA E APROVAÇÃO																														
COMISSONAMENTO																														
PROJETOS PARA MEIO AMBIENTE																														
MEIO AMBIENTE																														
REMOÇÃO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS E EFLUENTES																														
MANEJO DE VEGETAÇÃO E RELATÓRIOS																														
PLANTIO COMPENSATÓRIO E MANUTENÇÃO, INCLUSIVE RELATÓRIOS																														
VIA PERMANENTE																														
VIA PERMANENTE - ELEVADO																														
SERVIÇOS PRELIMINARES																														
FUNDAÇÕES																														
MESOESTRUTURAS																														
ESTRUTURAS																														
ISOLAMENTO ACÚSTICO																														
DRENAGEM																														
BANDEJAMENTO																														
VIA PERMANENTE - SUPERESTRUTURA																														
SERVIÇOS DE SUPERESTRUTURA																														
VIA PERMANENTE - FORNECIMENTO DE MATERIAS																														
EXECUÇÃO DE LAJE DE REGULARIZAÇÃO																														
EXECUÇÃO DE LAJE FIXA PARA FIXAÇÃO DIRETA																														
EXECUÇÃO DE LAJE FLUTUANTE DO SISTEMA DE ATENUAÇÃO																														
REDE AÉREA																														
FORNECIMENTO DE MATERIAIS - ESTRUTURAS METÁLICAS E FERRAGENS																														
FORNECIMENTO DE MATERIAIS - FIOS E CABOS																														
IMPLANTAÇÃO DA REDE AÉREA E CIRCUITOS AUXILIARES DE ALIMENTAÇÃO																														
TESTES - ENSAIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA																														

Figura 6.13 - Cronograma relativo às atividades no Lote 2 (CPTM,2013)

DESCRIÇÃO	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	MÊS 19	MÊS 20	MÊS 21	MÊS 22	MÊS 23	MÊS 24	MÊS 25	MÊS 26	MÊS 27	MÊS 28	MÊS 29	MÊS 30
CANTEIRO DE OBRA GERAL																														
CANTEIRO DE FABRICAÇÃO DE VIGAS																														
ESTUDOS, ASSESSÓRIAS E PROJETOS TÉCNICOS																														
SERVIÇOS ESPECÍFICOS																														
PLANO DE COMISSONAMENTO - ENTREGA E APROVAÇÃO																														
COMISSONAMENTO																														
PROJETOS PARA MEIO AMBIENTE																														
MEIO AMBIENTE																														
REMOÇÃO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS E EFLUENTES																														
MANEJO DA VEGETAÇÃO E RELATÓRIOS																														
PLANTIO COMPENSATÓRIO E MANUTENÇÃO, INCLUSIVE RELATÓRIOS																														
ESTAÇÃO GUARULHOS/CECAP																														
SERVIÇOS PRELIMINARES																														
FUNDAÇÕES																														
ESTRUTURAS																														
ARQUITETURA																														
COBERTURAS																														
PAISAGISMO																														
COMUNICAÇÃO VISUAL																														
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS																														
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS																														
SISTEMAS ELETRÔNICOS																														
OPERAÇÃO ASSISTIDA																														
SUBSISTEMA DE VIDEO-MONITORAMENTO DE OBRAS ON-LINE																														
AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO / SALAS TÉCNICAS																														
SISTEMAS AUXILIARES																														
OPERAÇÃO ASSISTIDA																														
SISTEMA VIÁRIO																														
MOVIMENTO DE TERRA																														
PAVIMENTAÇÃO																														
DRENAGEM																														
SINALIZAÇÃO																														
VIA PERMANENTE - ELEVADO																														
MOVIMENTO DE TERRA																														
FUNDAÇÕES																														
MESOESTRUTURAS - BLOCOS E PILARES																														
ESTRUTURAS																														
ISOLAMENTO ACUSTICO																														
DRENAGEM VIA PERMANENTE																														
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS VIA PERMANENTE - BANDEJAMENTO																														
SUPERESTRUTURA																														
MATERIAIS VIA PERMANENTE																														
EXECUÇÃO DE LAJE DE REGULARIZAÇÃO																														
EXECUÇÃO DE LAJE FIXA PARA FIXAÇÃO DIRETA																														
EXECUÇÃO DE LAJE FLUTUANTE DO SISTEMA DE ATENUAÇÃO																														
REDE AÉREA																														
FORNECIMENTO DE MATERIAIS - ESTRUTURAS METÁLICAS E FERRAGENS																														
FORNECIMENTO DE MATERIAIS - FIOS E CABOS																														
IMPLANTAÇÃO DA REDE AÉREA E CIRCUITOS AUXILIARES DE ALIMENTAÇÃO																														
TESTES - ENSAIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA																														

Figura 6.14 - Cronograma relativo às atividades no Lote 3 (CPTM,2013)



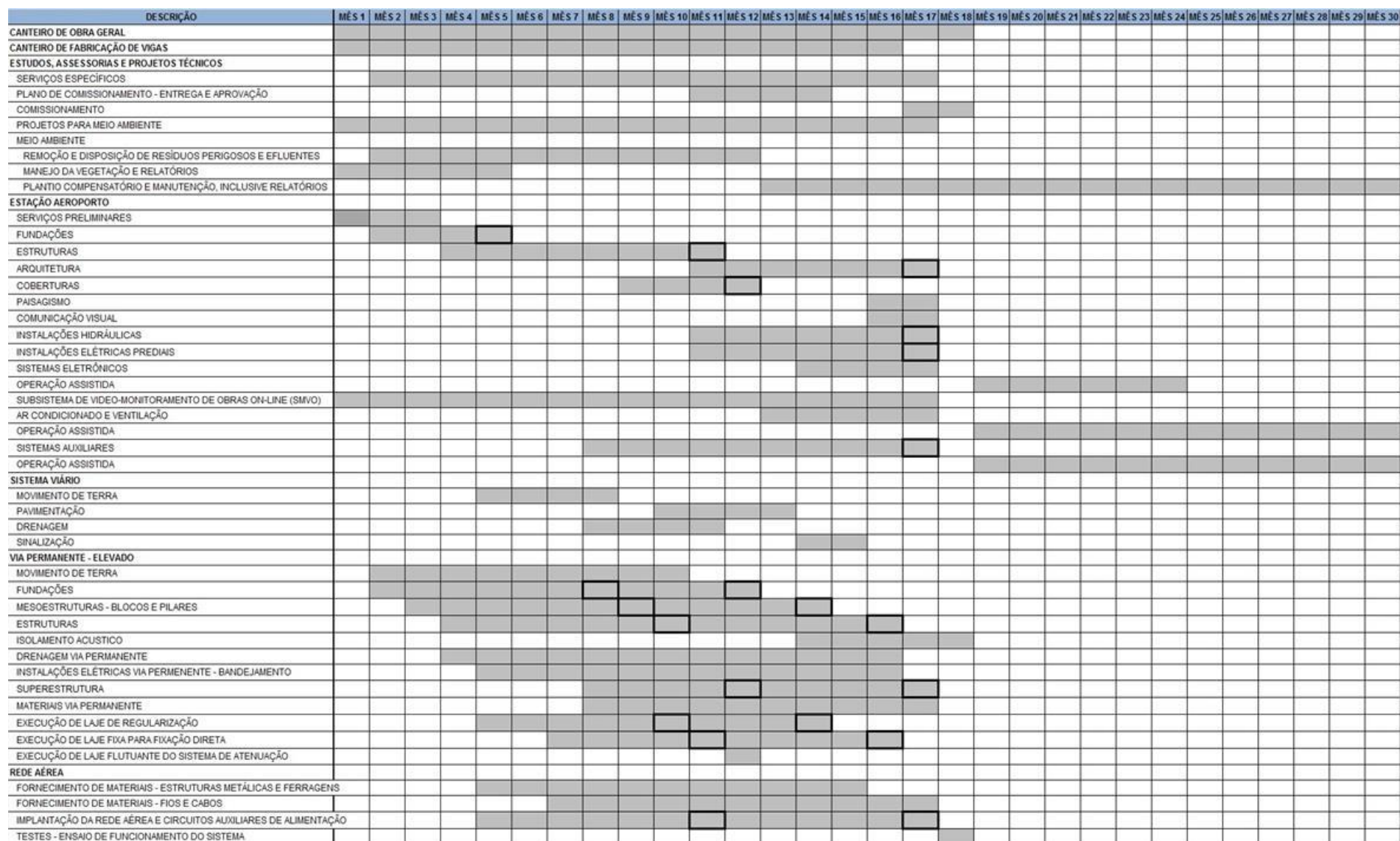


Figura 6.15 - Cronograma relativo às atividades no Lote 4 (CPTM,2013)

## 6.5 Métodos construtivos

### 6.5.1 Elevado

A construção do elevado inicia-se com as fundações. Na obra são utilizadas fundações dos tipos: estaca raiz, estacão e estaca hélice.

A estaca raiz é uma fundação realizada com pequeno diâmetro e é concretada “*in situ*” e a perfuração é realizada por rotação em direção vertical ou inclinada. Essa perfuração se processa com um tubo de revestimento e o material escavado é eliminado continuamente por uma corrente fluida (água, lama bentonítica ou ar), que é introduzida através do tubo e reflui pelo espaço entre o tubo e o terreno.

Completada a perfuração, coloca-se a armadura ao longo da estaca e é realizada a concretagem, feita através de um tubo introduzido até o fundo da estaca, por onde é injetada a argamassa. Durante o processo de concretagem o furo permanece revestido. Quando o tubo de perfuração está preenchido se extrai a coluna de perfuração aplicando-se ao mesmo tempo ar comprimido (BRITO,1987). Uma ilustração da sequência executiva de estacas raiz está apresentada na figura 6.16.

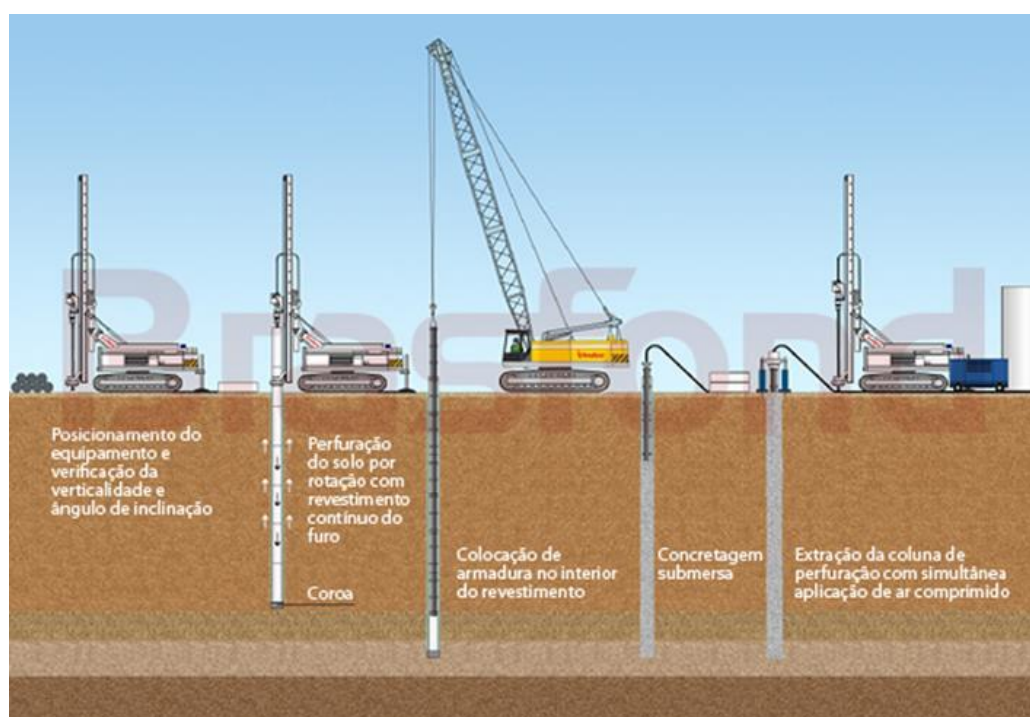


Figura 6.16 – Ilustração da sequência executiva de estacas raiz (BRASFORD, 2015)

Já a metodologia construtiva da estaca hélice inicia-se pela perfuração do terreno com trado, que conforme perfura o solo até a profundidade requerida em projeto, leva o solo escavado para a superfície para ser, após a concretagem, retirado do local por meio de escavadeiras. Após finalizada a perfuração, inicia-se a retirada do trado do orifício e, simultaneamente, é iniciada a concretagem através do duto localizado no centro da hélice. Após a limpeza do local, a armadura é inserida e o processo é finalizado. Uma ilustração da sequência executiva de estacas hélice contínua está apresentada na figura 6.17.

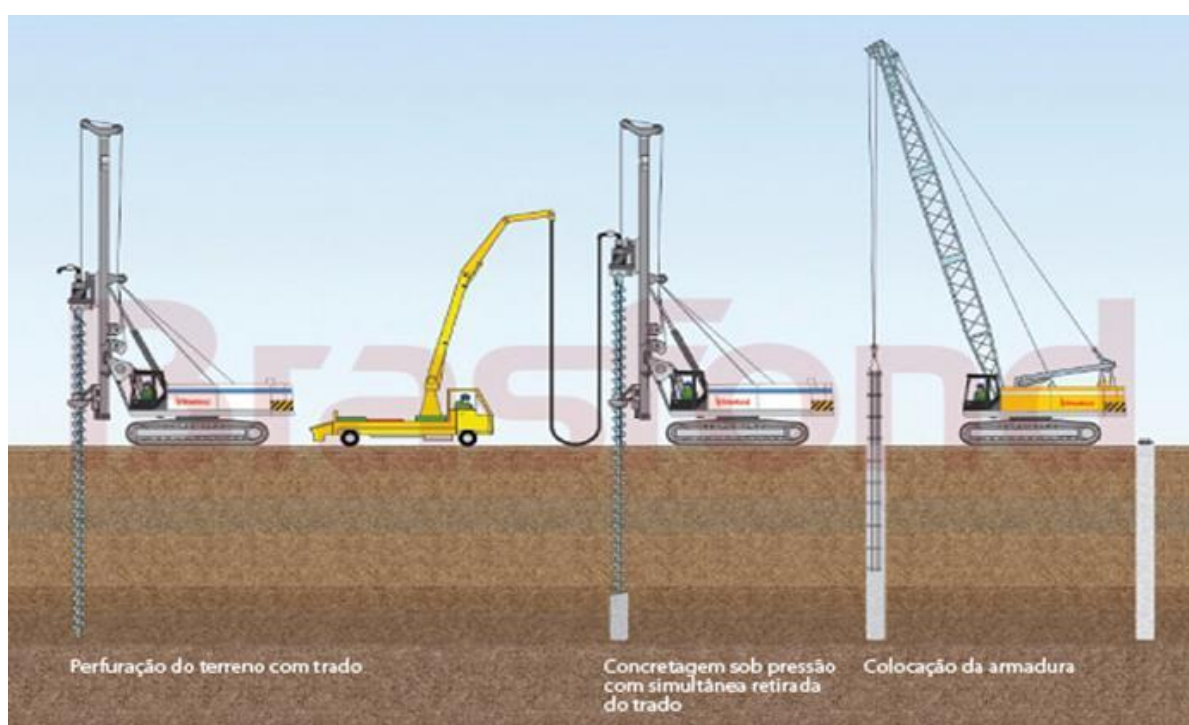


Figura 6.17 – Ilustração da sequência executiva de estacas hélice contínua (BRASFORD,2015)

Por fim, o estacão é um tipo de fundação moldado “*in loco*” que é construído com grandes diâmetros e que alcança grandes profundidades a fim de suportar grandes cargas. Esse tipo de fundação possui a vantagem de minimizar vibrações, podendo ser executado em todos os tipos de terreno. A sua construção inicia-se com a perfuração em rotação, com lama bentonítica aplicada simultaneamente. Após a perfuração é colocada a armadura e, em seguida, é feita a concretagem. A figura 6.18 traz uma representação ilustrativa da sequência de execução de um estacão.

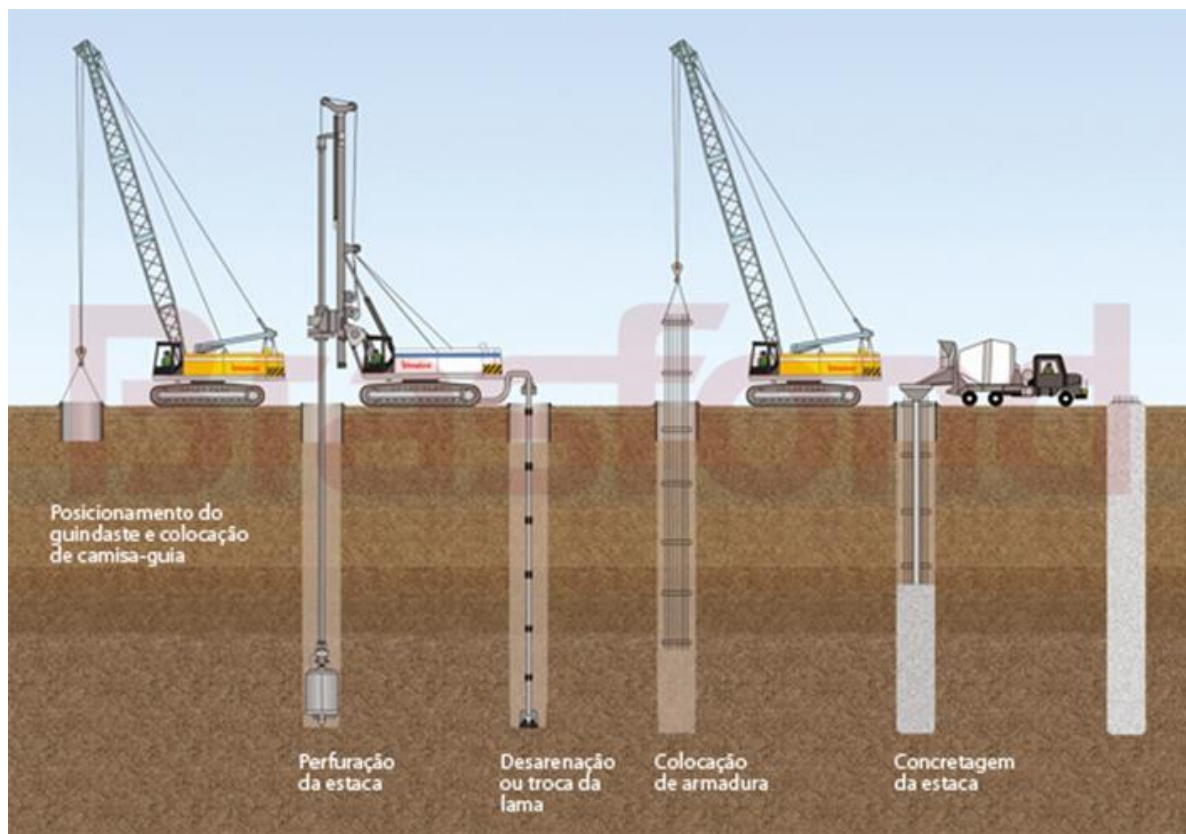


Figura 6.18 - Ilustração da sequência executiva de estacões (BRASFORD,2015)

Após finalizadas as fundações são construídos os pilares. Alguns pilares são apoiados em blocos de fundação, que auxiliam na transmissão das cargas dos pilares para as fundações. Entretanto, alguns pilares são construídos diretamente sobre as fundações, principalmente quando estas são estacões.

A construção dos pilares circulares presentes na obra é iniciada com a montagem da armação e colocação dos espaçadores. Posteriormente é realizada, por trechos do pilar, a colocação das fôrmas circulares e sua respectiva concretagem, sendo essa a maneira mais prática e econômica. A concretagem do pilar por trechos ocorre até que todo o pilar esteja pronto. Na figura 6.19 é possível visualizar uma foto tirada em obra em que se vê claramente a armação dos pilares do lote 3.





Figura 6.19 – Armação dos pilares no lote 3 (Autor, 2015)<sup>6</sup>

Após finalizados os pilares, inicia-se o içamento das vigas protendidas pré-moldadas no local por meio de dois guindastes, sendo utilizadas quatro vigas por vão, conforme pode ser observado na figura 6.20. Após a colocação das vigas, são içadas as transversinas e começa-se o preparo para a montagem dos tabuleiros.



Figura 6.20 – Içamento das vigas por guindastes (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>5</sup>

---

<sup>6</sup> Foto tirada pelos autores durante visita em outubro de 2015

O tabuleiro é executado com a montagem de fôrmas, colocação da armadura e concretagem ou pelo içamento de placas moldadas “*in loco*”. Finalizada a montagem do elevado, inicia-se o preparo para a colocação da via permanente.

### 6.5.2 Via permanente

A via permanente utilizada no trecho elevado é construída através do método “*Top-Down*”. Como diz o nome, o método consiste em iniciar a construção de cima para baixo. Primeiramente são posicionados os trilhos na sua geometria, alinhamento e nivelamento finais de projeto, fixados temporariamente. Em seguida são colocados os materiais da infraestrutura para vias sem lastro, no caso, dormentes bi-blocos de concreto e almofadas e placas de apoio resilientes.

### 6.5.3 Via em lastro

Ao contrário do método utilizado para a via permanente do elevado, a construção da via em lastro é feita pelo método “*Bottom-up*”, ou seja, de baixo para cima. Uma representação da via em lastro e de seus elementos está apresentada na figura 6.21.

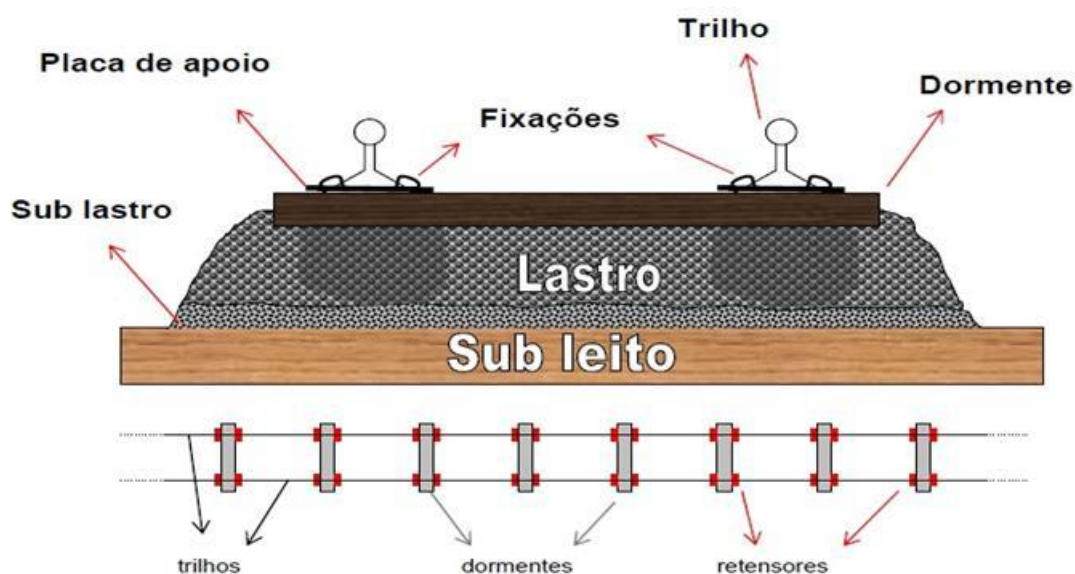


Figura 6.21 – Elementos da via em lastro (PORTO, 2004)

Inicialmente, a superfície que recebe o sublastro é preparada de modo que esteja perfeitamente limpa, isenta de pó, lama e qualquer outro agente indesejado. Além disso, deve estar desempenada e com declividades estabelecidas em projeto.

Após aprovação por parte da fiscalização, a superfície é umedecida, de maneira que não tenha excesso de água. Na sequência, uma camada de anti-contaminante com espessura equivalente a 10 cm é colocada e, posteriormente, inicia-se a construção da camada de sublastro, composta por brita graduada tratada com cimento (BGTC) com espessura de 20 cm. O material para o sublastro é aplainado com moto-niveladores ou trator de esteira e em seguida é compactado por meio de rolo compressor liso, de modo que não apresente deformações ou cavidades.

A seguir, é construída a camada de lastro de espessura igual a 30 cm, onde é construída uma base em lastro com pedra britada espalhada e compactada por meio de passagens de rolo compressor vibratório com peso aproximado de 1,5t. Após a última passagem do rolo, os vazios remanescentes são preenchidos com a brita para garantir o perfeito nivelamento do lastro.

Após finalizado o lastro, há a colocação dos dormentes monoblocos de concreto protendido, que são posicionados e espaçados sobre a camada base por processo mecanizado, seguido pelo posicionamento dos trilhos fixados com componentes de fixação elástica, como palmilha, isoladores e grampos.

. Os componentes dos Aparelhos de Mudança de Via (AMV) são instalados na via em suas posições definitivas, tendo como base para a instalação a locação e as plantas de locação fornecidas pelo projeto.

Após o nivelamento preciso do AMV e da inspeção da fiscalização, o AMV deverá ser soldado aos trilhos da via ou a outro AMV, conforme as disposições sobre soldagem dos trilhos.



## **7 ASPECTOS RELEVANTES DO EMPREENDIMENTO**

### **7.1 Dinâmica de implantação**

Conforme abordado no presente trabalho, a implantação da linha 13 – Jade está dividida em quatro lotes. Este item tratará do lote 1 do empreendimento, onde se dará o acesso à linha 13, na estação Engenheiro Goulart, por meio da integração com a linha 12 – Safira, também da CPTM, cujos trens continuam circulando de forma praticamente ininterrupta atravessando o canteiro de obras, o que torna a execução das obras do lote 1 mais complexa, não somente pelos riscos que esta circulação oferece aos operários e passageiros, mas também devido ao fato de esta circulação ter de ser interrompida para a execução de determinados serviços.

Estas interrupções têm que ser autorizadas pela CPTM, o que cria mais um entrave burocrático para o empreendimento e exige cuidado extra no planejamento das atividades.

#### *7.1.1 A dinâmica de execução de obras junto à CPTM*

A CPTM mantém um elevado número de contratos de construção, renovação e manutenção de linhas férreas simultaneamente, o que demanda esforços por parte da companhia no que diz respeito à manutenção do atendimento satisfatório aos passageiros em tempo integral. Para este fim é necessário que se confronte as programações de diferentes obras e consórcios, para que se garanta nível de serviço adequado durante a execução de intervenções em uma determinada linha.

Além disso, a companhia estabelece como horários de pico de circulação os períodos entre 5:00 e 8:30 e entre 17:00 e 20:30, sendo que nestes períodos a frequência entre trens não pode ser reduzida. Deste modo, as obras ferroviárias que demandem redução de frequência de trens durante a semana podem ser realizadas na janela entre 8:30 e 16:30 e o desligamento de rede aérea e de sinalização entre a 1:30 e as 3:30. Estas intervenções menores, muitas vezes preparações para outras maiores, devem ser solicitadas à companhia, autorizadas e programadas em reuniões realizadas em seu Centro de Controle Operacional (CCO) quinzenalmente.

Além destas reuniões quinzenais, os diferentes consórcios encontram-se com a companhia todas as terças-feiras para programar intervenções de maior porte, que demandem a interrupção da circulação ferroviária por intervalos maiores que as 2 horas disponíveis diariamente.

No caso destes eventos, usualmente realoca-se operários de outras obras, paralisando-as, para que seja possível executar os serviços necessários dentro da janela disponível, tornando esta dinâmica ainda mais delicada.

Cabe à companhia compatibilizar as necessidades dos diferentes consórcios, considerando os cronogramas de cada obra, a relação de prioridade entre elas, o atendimento aos passageiros e a ocorrência de eventos extraordinários, como os culturais e esportivos, alinhando todas as diferentes programações, buscando sempre evitar ou ao menos minimizar atrasos nos empreendimentos.

#### *7.1.2 O cineminha*

Dentro da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos existem funcionários com diferentes níveis de familiaridade com as obras ferroviárias, principalmente com as de maior complexidade, mas que precisam compreender mesmo que de forma superficial as intervenções a realizar e a sequência de serviços necessária para sua conclusão.

Usualmente em engenharia faz-se o uso de programas específicos para criação e acompanhamento de cronogramas de obra, tais como a ferramenta Microsoft Project. Estes programas, apesar de eficientes, não têm uma interface confortável para aqueles que não estão habituadas a ela.

Pensando nisso o engenheiro Flávio de Andrade Muller decidiu criar uma representação esmiuçada que possibilitasse o entendimento geral, independentemente de conhecimento prévio, das diversas etapas envolvidas em uma determinada intervenção ferroviária.

Para tanto ele fez o uso da ferramenta Microsoft PowerPoint, representando todos os elementos ferroviários por formas geométricas simples, criando slides subsequentes abrangendo a execução completa do serviço.

A introdução deste método foi muito bem vista pela companhia e desde então são feitos os chamados cineminhas para as reuniões. Atualmente a CPTM deseja

que todos os consórcios passem a apresentar seus processos em cineminhas. Cabe também mencionar que estes cineminhas são utilizados também em apresentações para cidadãos e outros órgãos envolvidos nas obras.

Para efeito de ilustração do método e aprofundamento sobre a execução da linha 13 – Jade, seguem alguns cineminhas apresentados à companhia.

#### 7.1.2.1 Desativação da estação Engenheiro Goulart

A estação Engenheiro Goulart foi originalmente inaugurada em 1º de janeiro de 1934 como parte do trecho conhecido como Variante Poá da Estrada de Ferro Central do Brasil (EFCB), tendo sido incorporada à CPTM em 1994. Em 23 de junho de 2014 deu-se o fechamento da estação com posterior demolição para a construção de uma nova estação prevista para o fim de 2016. As figuras 7.1 e 7.2 trazem, respectivamente, uma foto aérea e uma representação gráfica da situação inicial da estação Engenheiro Goulart. As imagens estão orientadas a partir das estações finais da linha 12 da CPTM, sendo a estação Brás (representada pela sigla “BAS”) a oeste e a estação Calmon Viana (representada pela sigla CVN) a leste.

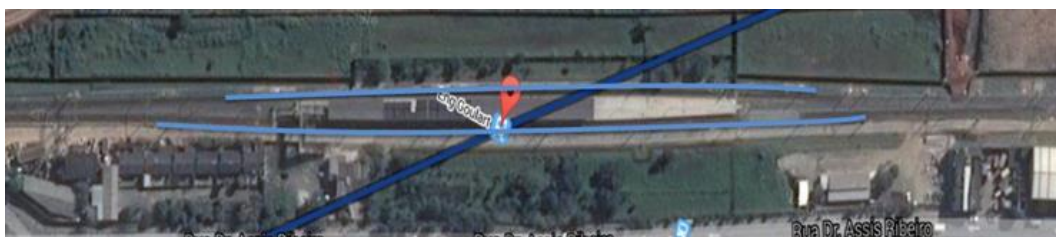


Figura 7.1 - Foto aérea da configuração inicial da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

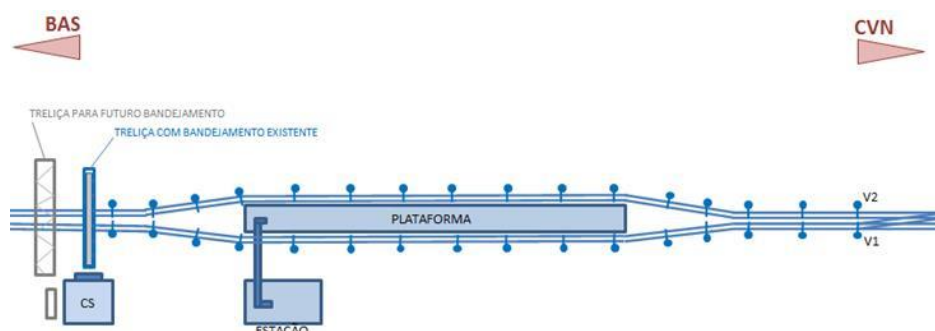


Figura 7.2 - Representação da configuração inicial da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Conforme a figura 7.3, nesta etapa é necessário deslocar a linha férrea a norte e demolir a plataforma antiga (sinalizada em vermelho), liberando o espaço de trabalho para construção da nova estação.

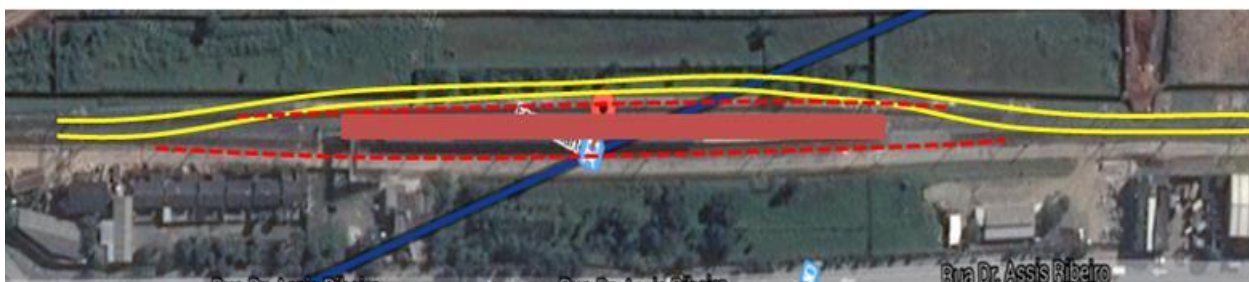


Figura 7.3 - Foto aérea da configuração esperada após desvio provisório e demolição da plataforma na estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

O passo-a-passo para execução do desvio provisório referente à desativação da estação Engenheiro Goulart está apresentado a seguir. Essa desativação foi feita ao longo de três finais de semana.

- Etapa 1: Desvio provisório, com implantação de duas vias a norte da plataforma, conforme figura 7.4.

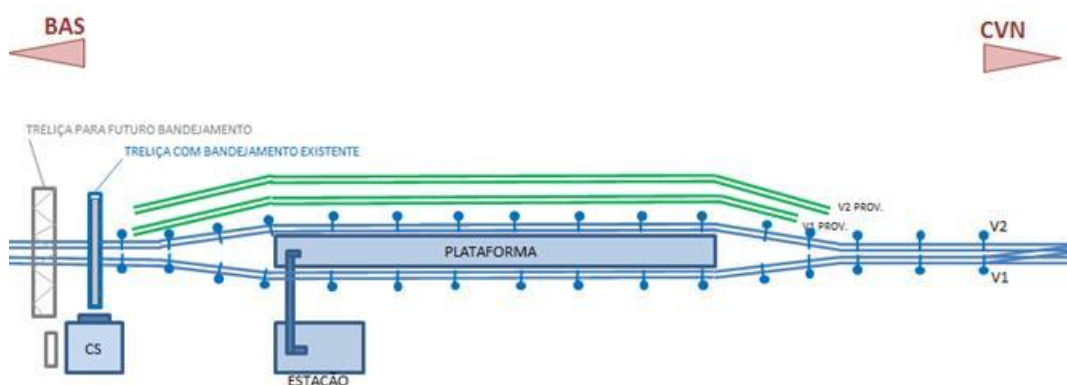


Figura 7.4 - Representação da implantação da linha férrea provisória a norte da estação (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 2: Montagem do novo bandejamento; Remoção de cabos, desmontagem do bandejamento antigo e remoção do pórtico antigo; Remoção de postes (15/3 e 15/4) e desmontagem da estrutura antiga de apoio da treliça.

Os serviços realizados nessa etapa estão apresentados na figura 7.5 e foram todos executados dentro de um intervalo de 8h. A montagem de um novo bandejamento foi necessária devido ao desvio da linha.

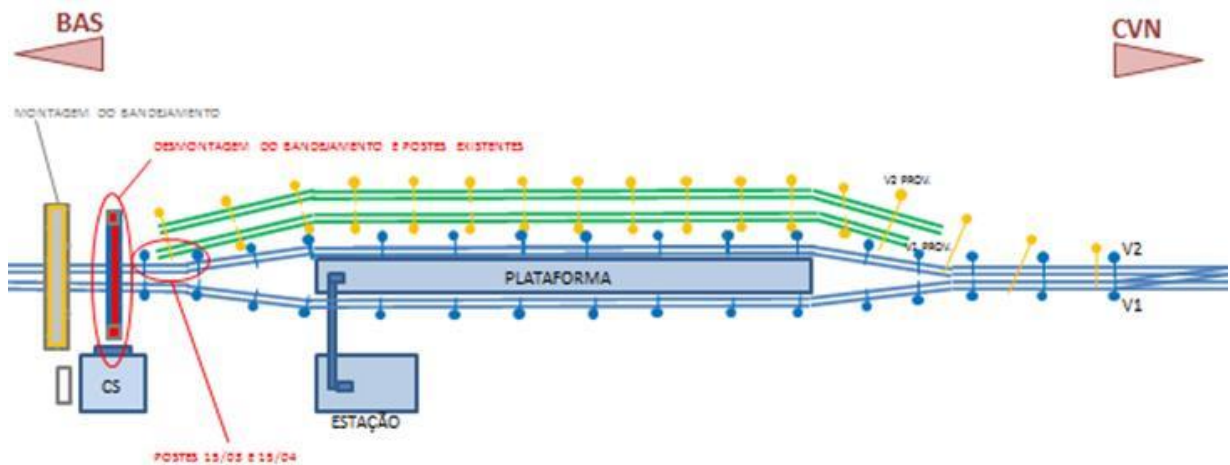


Figura 7.5 - Representação da etapa 2 da desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 3: Transferência da rede aérea para os semipórticos novos (15A/ 16A/ 17A); Remoção de postes antigos (15/15, 15/16, 15/17 e 15/18). Os serviços realizados nessa etapa estão apresentados na figura 7.6.

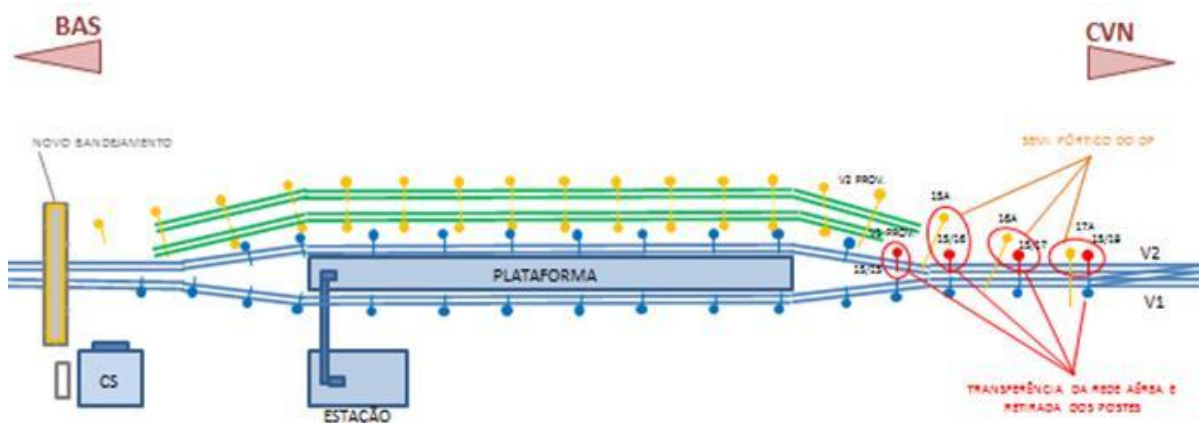


Figura 7.6 - Representação da etapa 3 da desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 4: Comissionamento (conferência do gabarito da rede aérea) e fim do primeiro final de semana de trabalho, conforme figura 7.7.

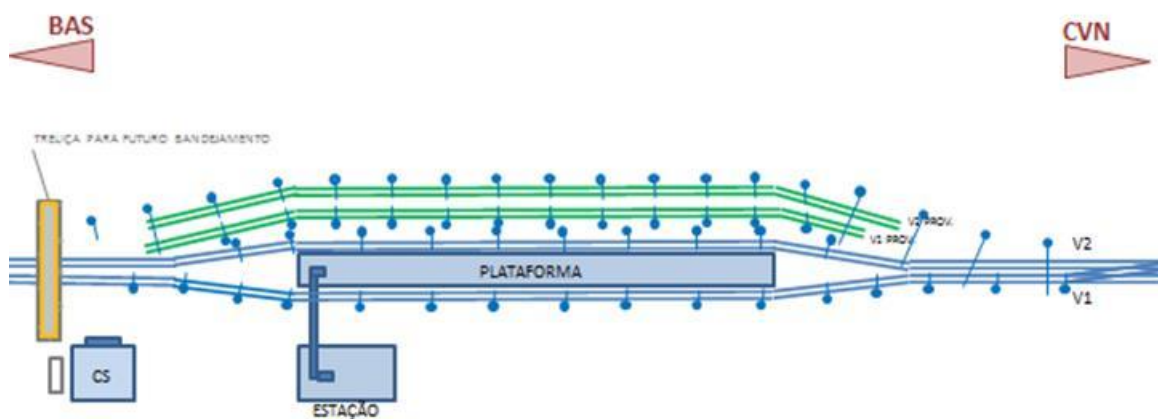


Figura 7.7 - Representação da etapa 4 da desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 5 (início do segundo final de semana de trabalho): Instalação de Cross Bond e desguarnecimento da via; Ligação da via V2 existente à via V2 provisória e demolição do trecho remanescente da via V2 permanente. Os serviços realizados nessa etapa estão apresentados na figura 7.8.

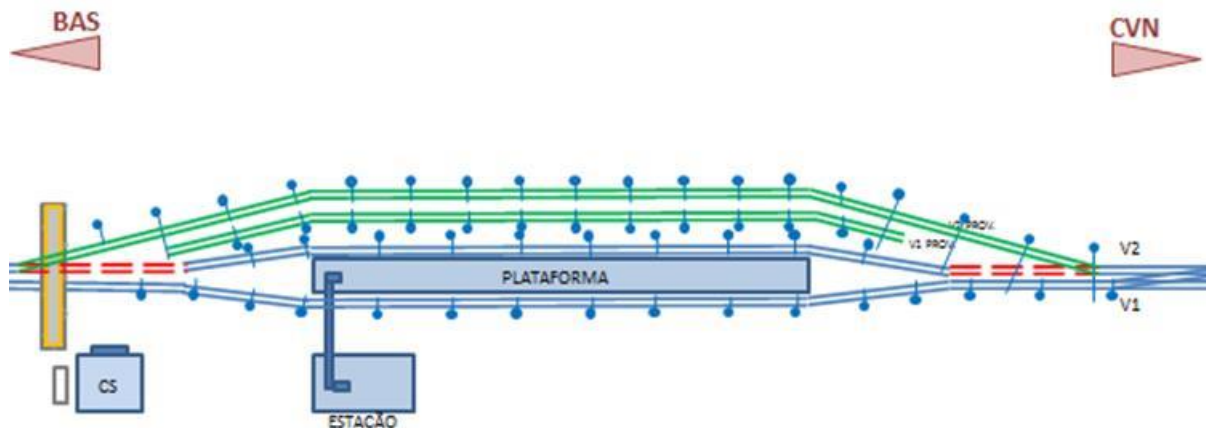


Figura 7.8 - Representação da etapa 5 da desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 6: Ligação da via V2 existente à via V2 provisória; Retirada de Cross Bond e regulagem do circuito de via.
- Etapa 7: Comissionamento (conferência do gabarito da rede aérea); Trem de teste (representantes da via, da rede aérea e um da sinalização verificam se a via pode ser liberada) e fim do segundo final de semana de trabalho.



A demolição do trecho remanescente da via V2 existente (destacada em vermelho na figura 7.8) é feito ao longo da semana seguinte. Os serviços realizados nessa etapa estão apresentados na figura 7.9.

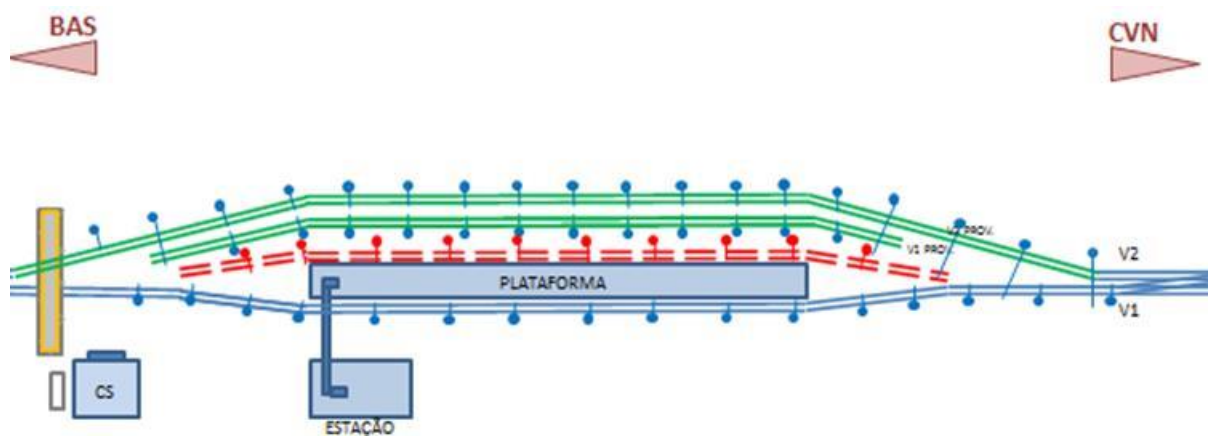


Figura 7.9 - Representação da etapa 7 da desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 8 (início do segundo final de semana de trabalho): Instalação de Cross Bond desguarnecimento da via; Ligação da V1 existente à V1 provisória, conforme a figura 7.10.

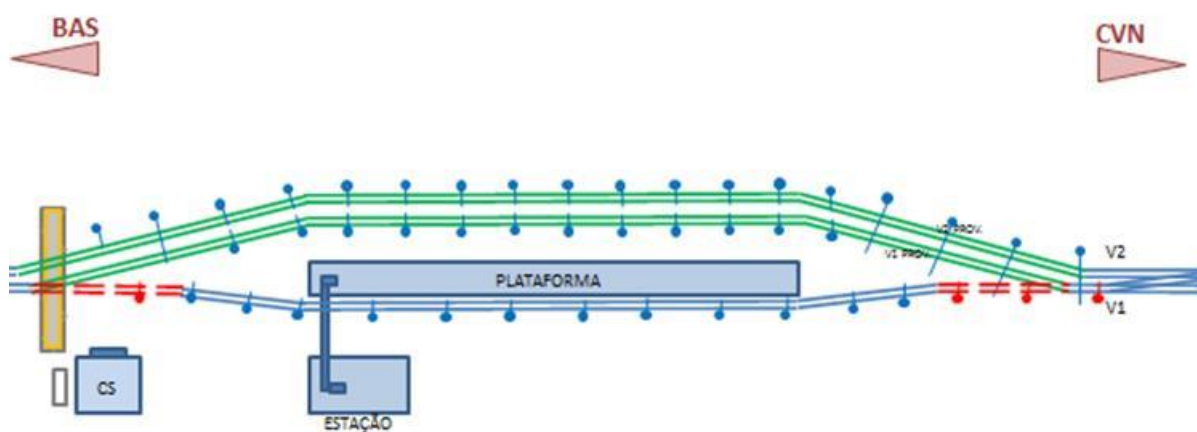


Figura 7.10 - Representação da etapa 8 da desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 9: Ligação da V1 existente à V1 provisória; Retirada de Cross Bond e regulagem do circuito de via.

- Etapa 10: Comissionamento (conferência do gabarito da rede aérea); Trem de teste e fim do terceiro e último final de semana dos trabalhos de desativação da Estação Engenheiro Goulart.

A demolição do trecho remanescente da via V1 existente (destacada em vermelho na figura 7.11) é feito ao longo da semana seguinte. Os serviços realizados nessa etapa estão apresentados na figura 7.11. A configuração obtida após a execução do desvio provisório está apresentada na figura 7.12.

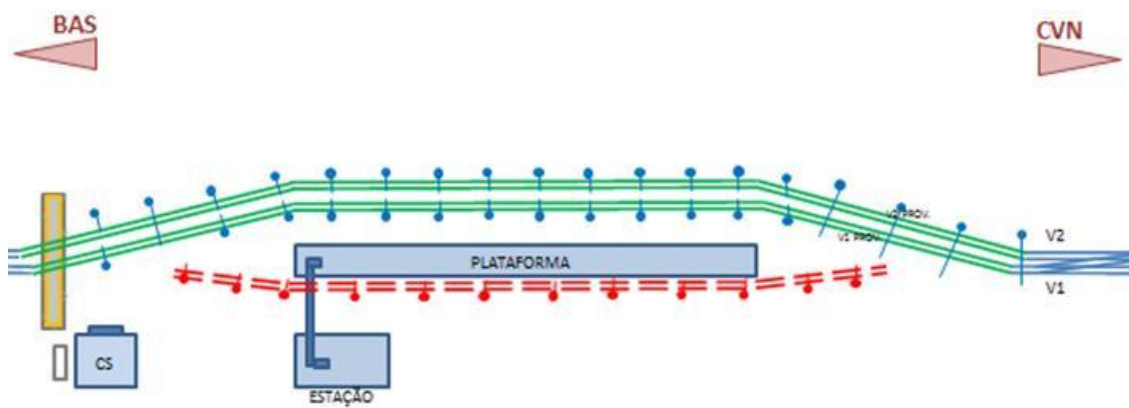


Figura 7.11 - Representação da etapa 10 da desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

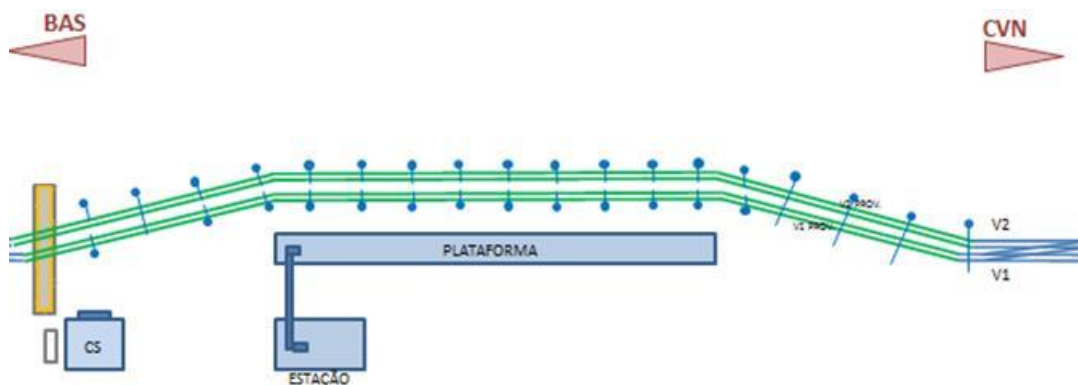


Figura 7.12 - Configuração obtida após a execução do desvio provisório para desativação da estação Engenheiro Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Durante a desativação da estação Engenheiro Goulart, entrou em funcionamento a operação PAESE (Plano de Apoio entre Empresas em Situação de Emergência) como alternativa de locomoção para os usuários da estação.

#### 7.1.2.2 Obras de expansão e melhorias na passagem inferior (PI) do Sapo

No trecho próximo à estação Engenheiro Goulart, Linha 12-Safira da CPTM apresenta duas passagens inferiores que possibilitam a travessia segura dos moradores dos arredores para ambos os lados da linha, facilitando, por exemplo, o acesso ao parque ecológico do Tietê. Uma das passagens, conhecida como passagem inferior (PI) do Sapo, está localizada no 13+780 km (referenciada a partir da estação da Luz) em direção a Guarulhos e está apresentada nas figuras 7.13 e 7.14. A PI de Goulart está localizada no 14+690 km e é apresentada na figura 7.15.



Figura 7.13 - Acesso à PI do SAPO (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>



Figura 7.14 - Vista interior da PI do SAPO (Autor, 2015)<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Foto tirada pelos autores durante visita em setembro de 2015



Figura 7.15 - Acesso a PI Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Para atender as necessidades da implantação da Linha 13 e visando proporcionar maior conforto aos usuários, são realizadas obras para expansão e melhoria dessas passagens. Os projetos para ambas as passagens permitem a circulação de veículos em mão dupla e incluem calçada e sinalização adequadas. Na figura 7.16 é apresentado um esquema da disposição final dessas passagens inferiores.

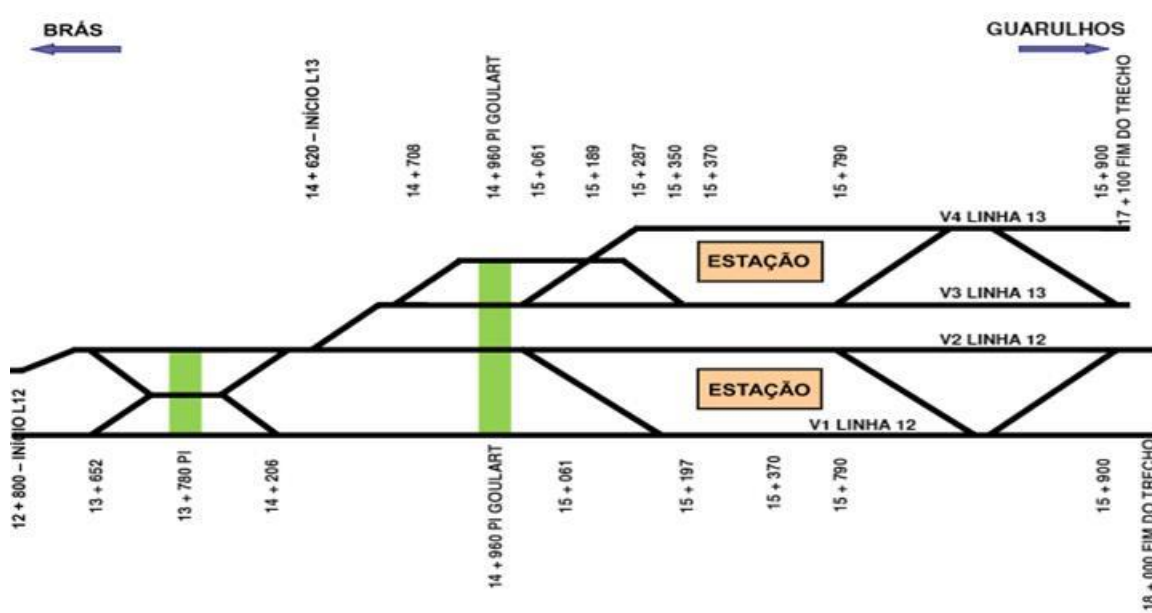
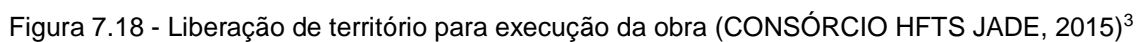


Figura 7.16 - Esquema da situação final das PI's (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 1: Realização de desapropriações para liberação do território, conforme figura 7.18.



- Etapa 2: Demolição parcial do muro para prolongamento da passagem inferior. Essas etapas estão representadas nas figuras 7.19 e 7.20.

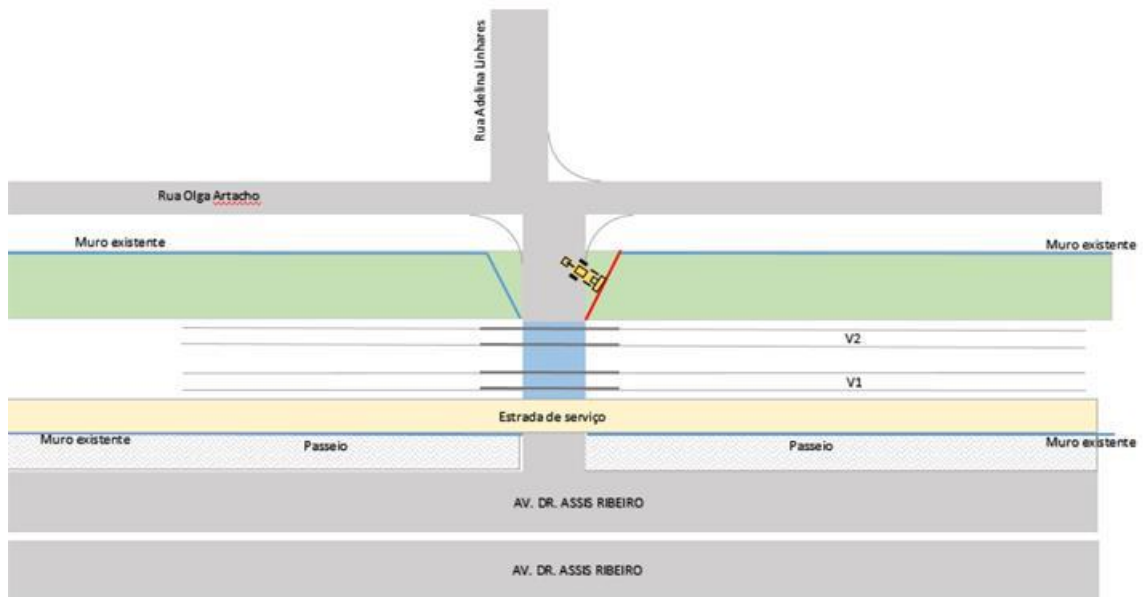


Figura 7.19 - Demolição parcial do muro (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

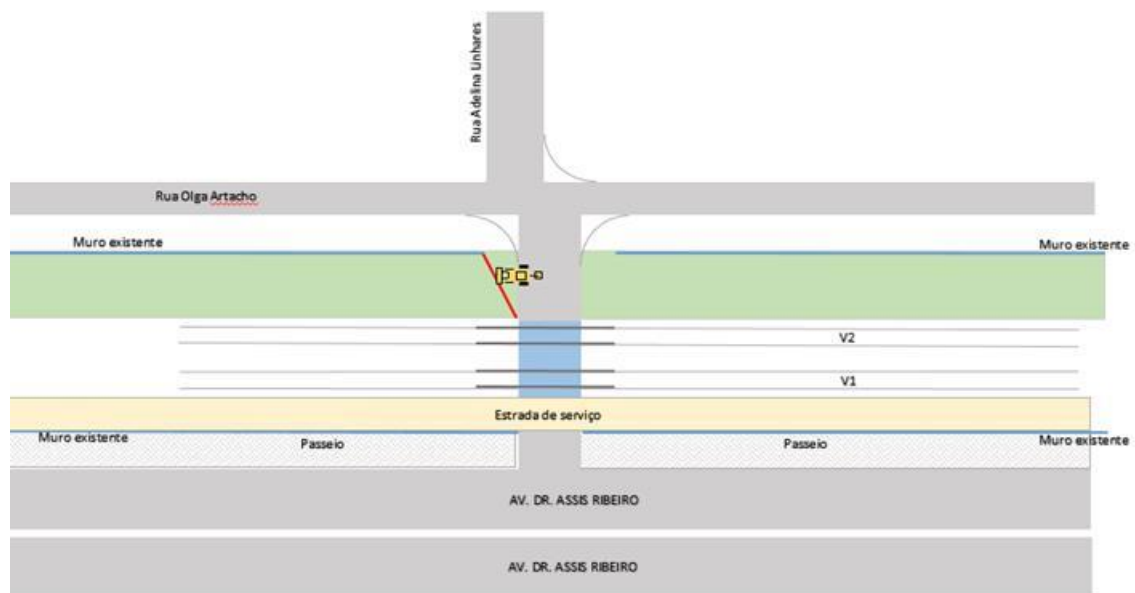


Figura 7.20 - Demolição parcial do muro (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 3: Mobilização de equipamentos para execução da estaca raiz (figura 7.21); Execução de estacas raiz junto ao muro de divisa (figura 7.22); Execução de estaca raiz em local de encontro do muro da CPTM com o acesso (figura 7.23).



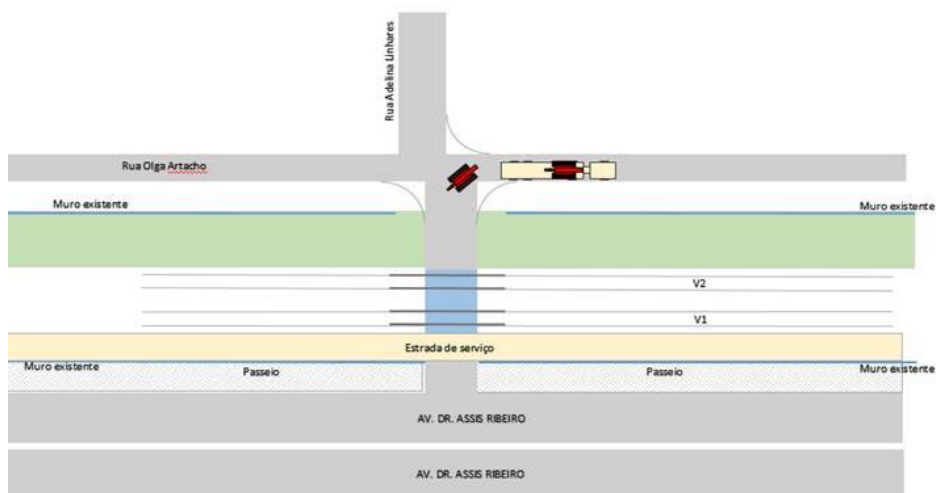


Figura 7.21 - Mobilização dos equipamentos para estaca raiz (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

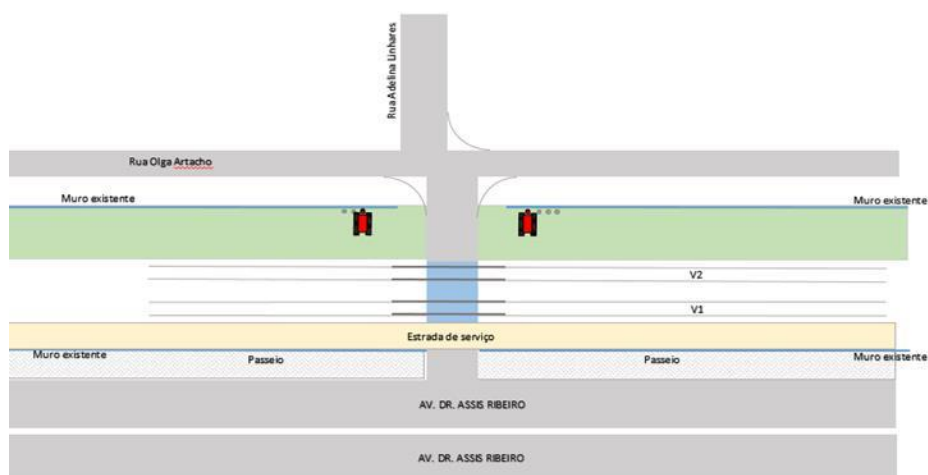


Figura 7.22 - Execução das estacas raiz junto ao muro (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

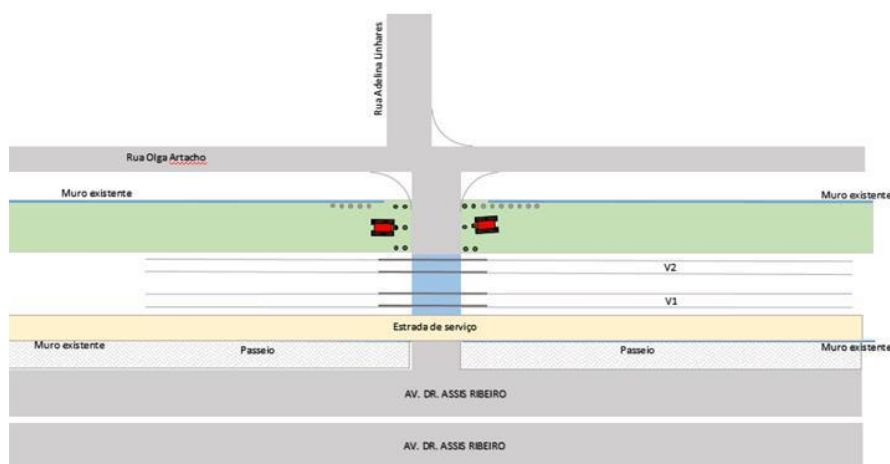


Figura 7.23 - Execução das estacas raiz junto ao acesso (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 4: Descarregamento das vigas; Pré-montagem do viaduto ferroviário (figura 7.24); Fechamento da via para lançamento do viaduto pré-moldado na área a norte das vias. (figura 7.25).

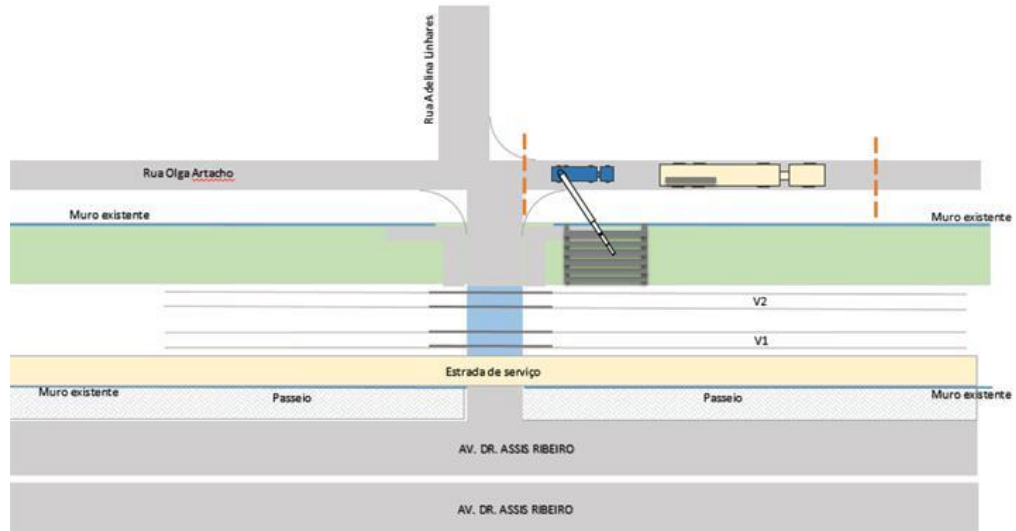


Figura 7.24 - Descarregamento das vigas e pré-montagem do viaduto (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

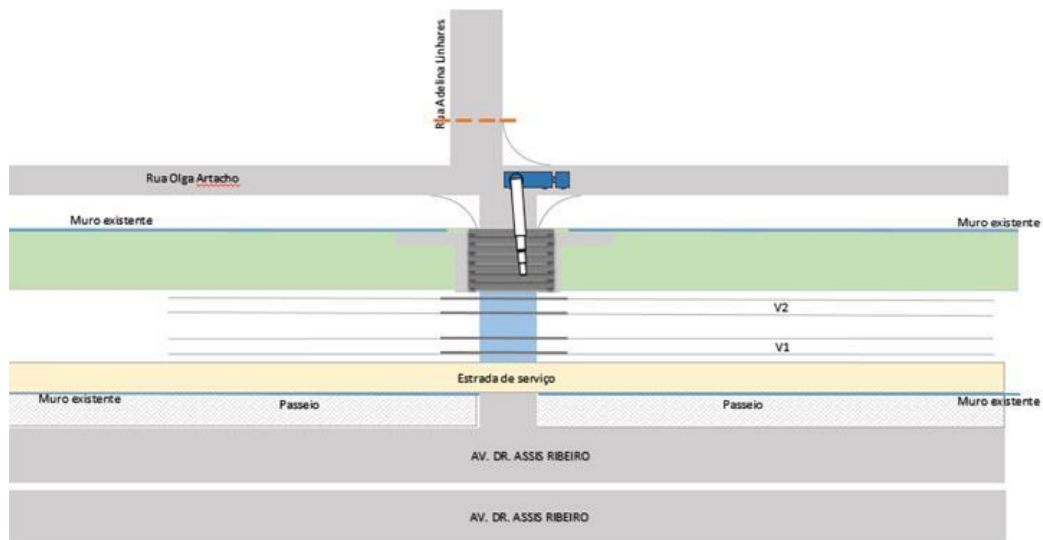


Figura 7.25 - Lançamento do viaduto pré-moldado (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

- Etapa 5: Repete-se a etapa 4 a partir da extremidade oposta da passagem inferior até a montagem total viaduto (figuras 7.26, 7.27, 7.28, 7.29).

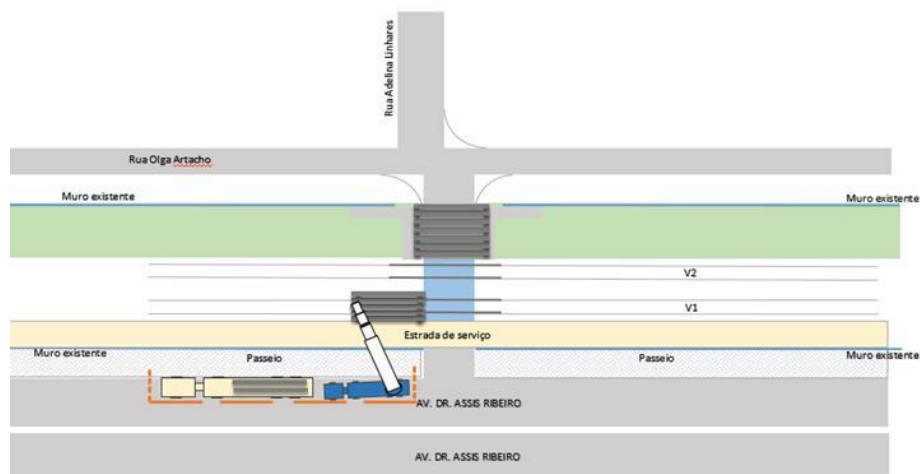


Figura 7.26 - Descarregamento das vigas e pré-montagem do viaduto (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

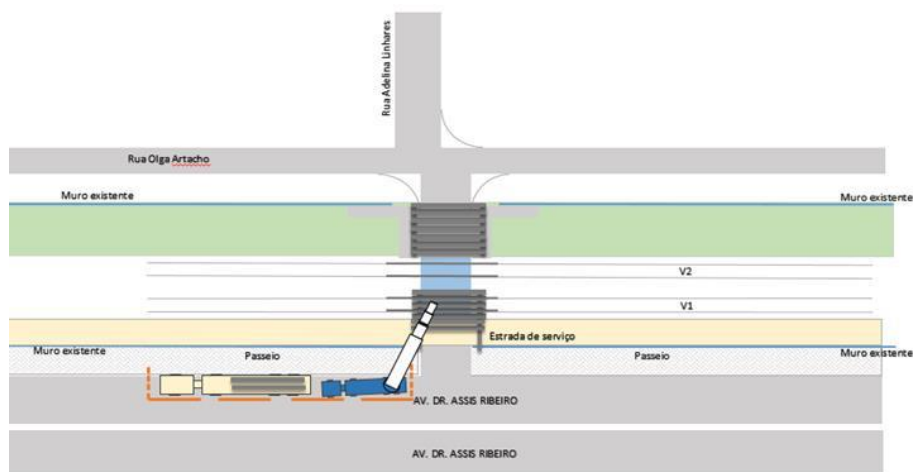


Figura 7.27 - Lançamento do viaduto pré-moldado (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

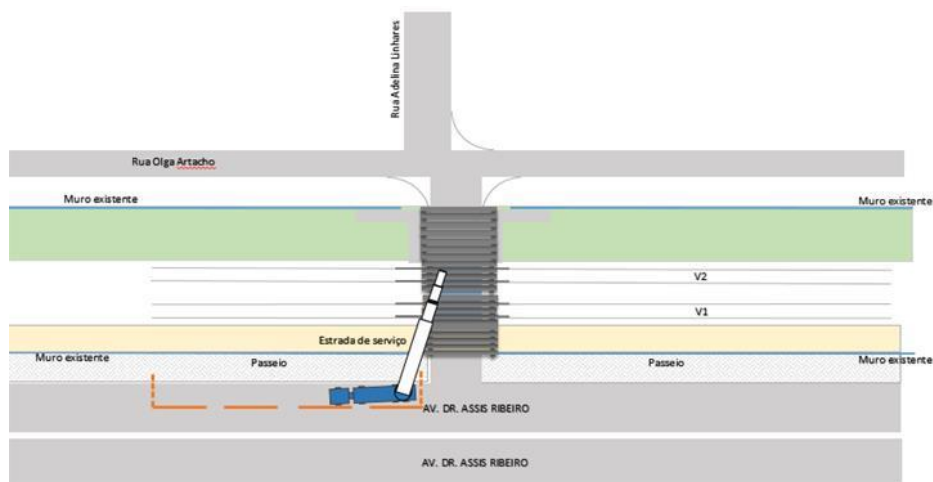


Figura 7.28 - Finalização do lançamento do viaduto pré-moldado (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

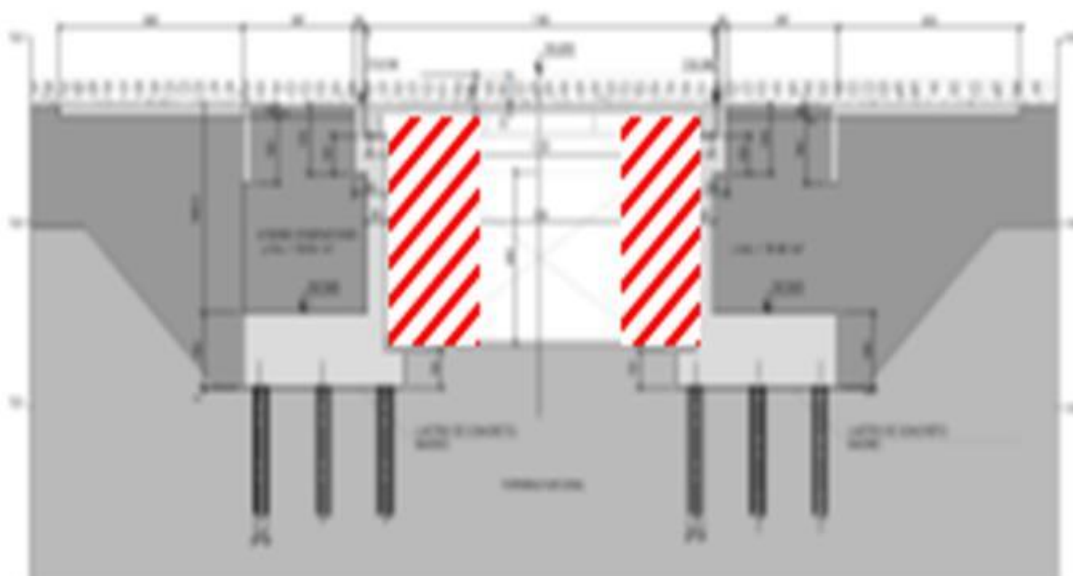


Figura 7.29 - Seção transversal da configuração final da PI (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

#### 7.1.2.3 Alteamento do greide com desvios provisórios

O cineminha apresentado neste item traz uma boa ilustração dos desafios executivos das obras do lote 1 da Linha 13. A fim de se altear o greide da linha e de dar prosseguimento às obras, são necessárias muitas etapas construtivas, com sucessivos desvios de linha. Isso se dá devido à praticamente ininterrupta circulação dos trens da Linha 12 no trecho. Este item abordará a implantação da nova linha entre as passagens inferiores do Sapo e de Goulart, incluindo as etapas de alteamento do greide e os desvios que foram necessários.

A figura 7.30 traz uma representação em planta e um corte transversal da situação inicial do trecho em questão. Nota-se a presença de duas linhas existentes, V1E e V2E, que serão deslocadas para sul (tomando como referência a estação Brás a oeste e a cidade de Guarulhos a leste). Também é possível notar a execução de duas linhas de estacas a norte como parte do processo executivo do alteamento da via.

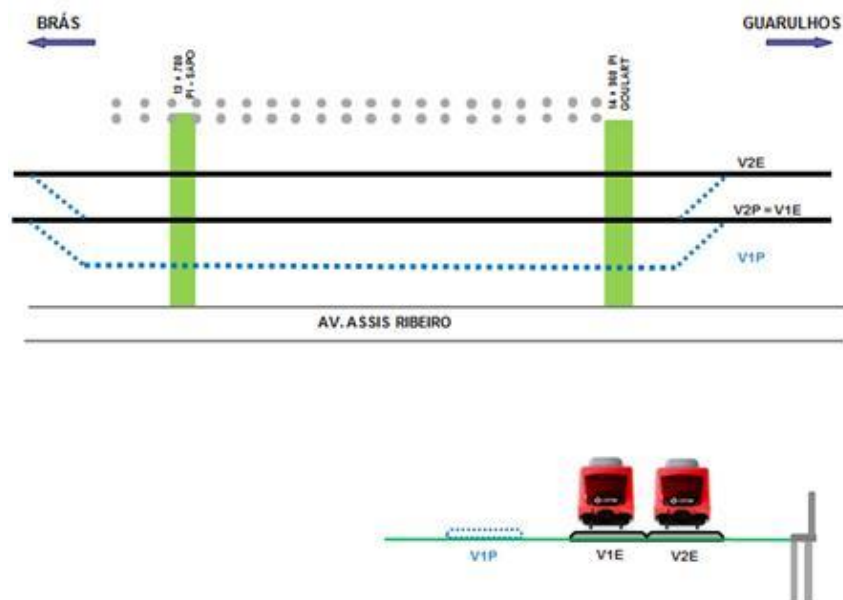


Figura 7.30 - Etapa inicial: Representação em planta e corte transversal da situação inicial no trecho entre as passagens inferiores do Sapo e de Goulart (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Posteriormente, conforme apresentado na figura 7.31, são executados os trechos provisórios V1P e V2P (em azul), bem como toda a rede aérea necessária. Neste caso, foram utilizadas treliças, postes e semi-pórticos. A necessidade de utilização de postes para implantação da rede aérea ocorreu pelo fato de a faixa ferroviária ser estreita em determinados trechos.

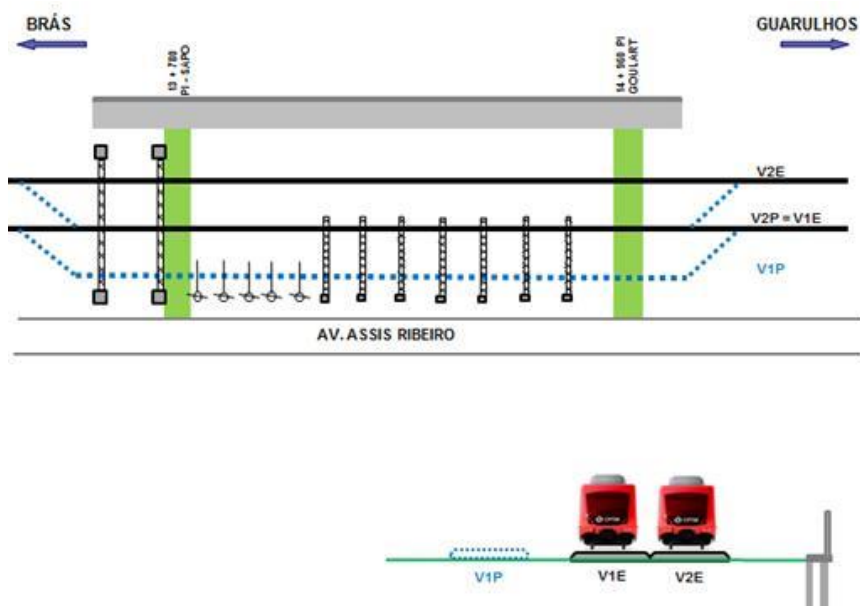


Figura 7.31 - Etapa 1: Execução das vias provisórias V1P e V2P e da rede aérea (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Após a execução dessas vias provisórias e dos desvios, é necessária a demolição da via V2E para prosseguimento das obras, conforme apresentado na figura 7.32 (linha em vermelho). Ainda nessa figura, pode-se observar a execução de outras duas linhas de estacas, a fim de que estas suportem os carregamentos da futura linha alteada.

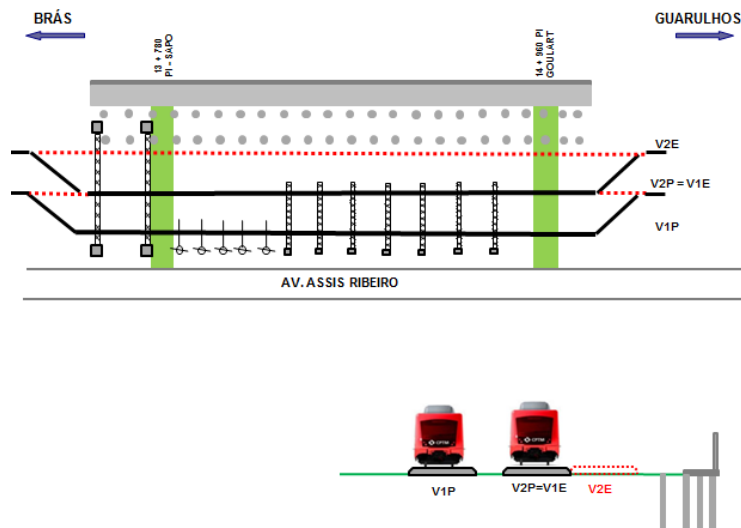


Figura 7.32 - Etapa 2: Execução dos desvios das linhas V2E para a V2P e da V1E para a V1P, demolição da linha V2E e execução de estacas (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Parte-se então para a execução da linha definitiva V2D, já alteada, e de sua rede aérea, conforme apresentado na figura 7.33.

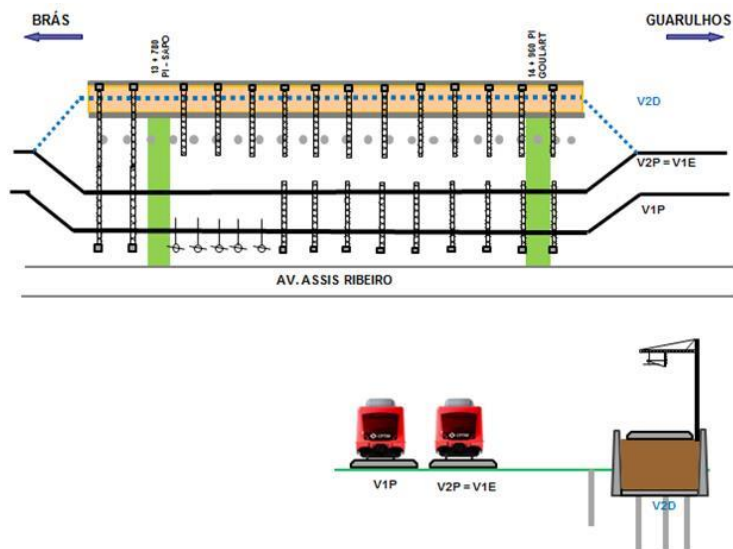


Figura 7.33 - Etapa 3: Execução da linha V2D e da rede aérea (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>



É feita então a mudança de via da linha V2P para a linha V2D, conforme apresentado na figura 7.34, com posterior demolição da linha V2P para o prosseguimento das obras. São então executadas a nova linha V1P (em azul) e a rede aérea com utilização de postes.

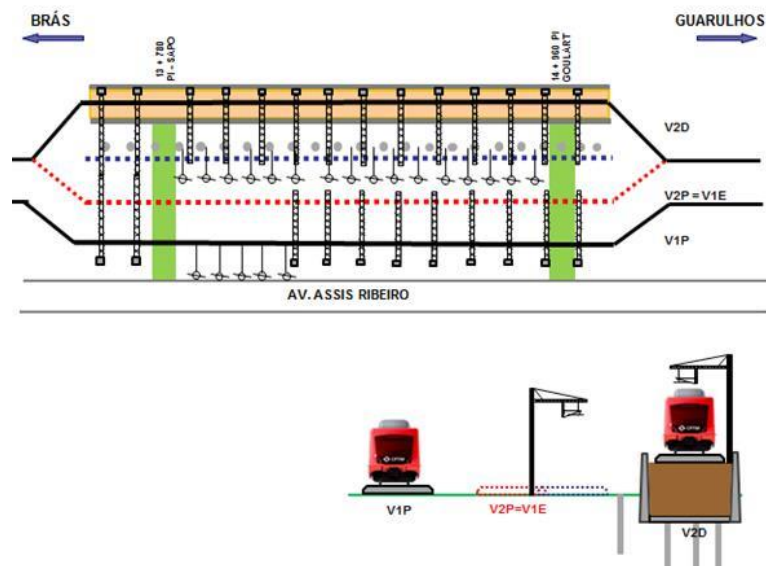


Figura 7.34 - Etapa 4: Desvio da linha V2P para a V2D, demolição da linha V2P, execução da linha V1P e da rede aérea (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Desloca-se a linha V1P a norte, conforme figura 7.35, e demole-se a antiga linha V1P.

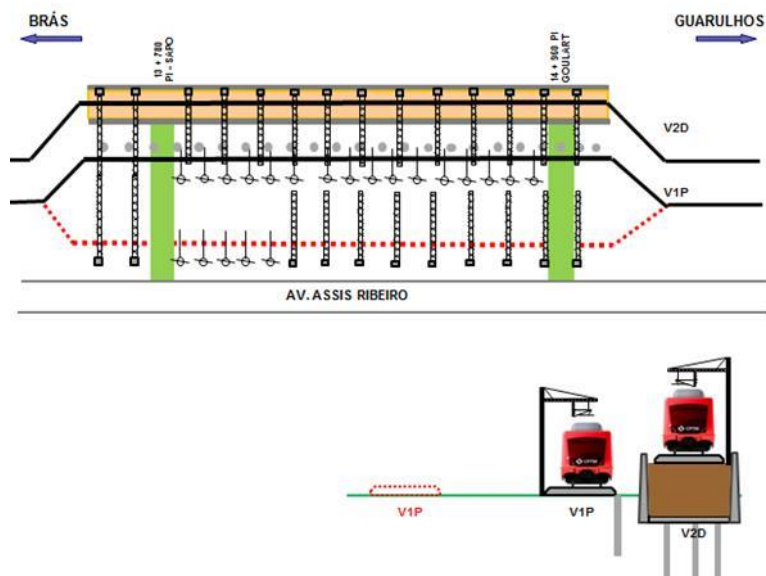


Figura 7.35 - Etapa 5: Deslocamento da linha V1P a norte e demolição da antiga linha V1P (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Com a demolição da antiga linha V1P, é possível a execução, conforme figura 7.36, de quatro linhas de estacas para futura implantação da via alteada.

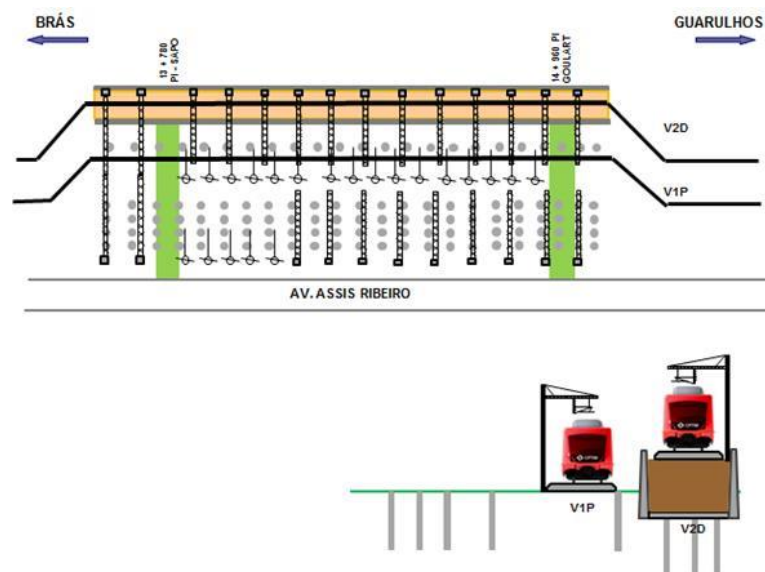


Figura 7.36 - Etapa 6: Execução de estacas (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Com todas as estacas executadas, executa-se a linha definitiva V1D já alteada, desvia-se a linha V1P para a nova linha V1D, e demole-se a V1P juntamente com todo o seu posteamento da rede aérea. Este processo pode ser observado na figura 7.37.

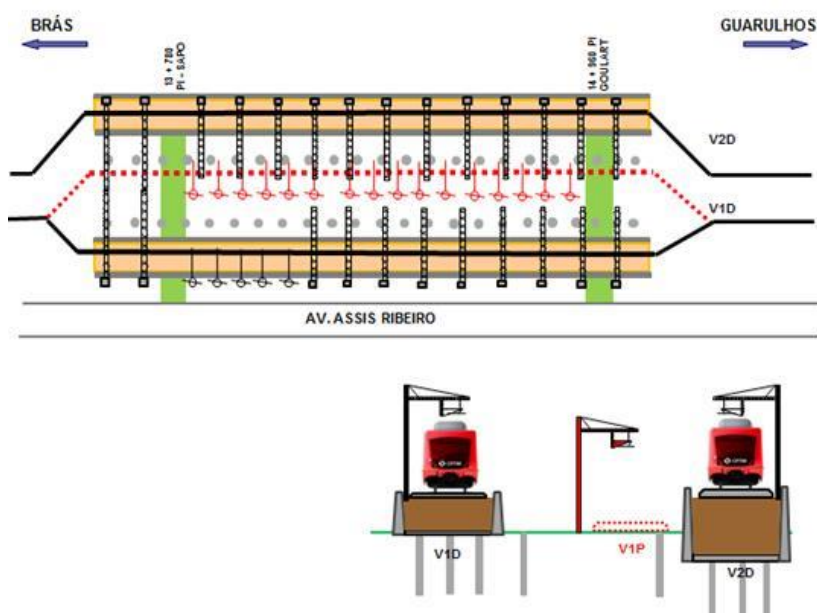


Figura 7.37 - Etapa 7: Desvio da linha V1P para a V1D e demolição da V1P e de sua rede aérea (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Com a linha V1P demolida, abre-se caminho para a execução de outras duas linhas de estacas, conforme a figura 7.38.

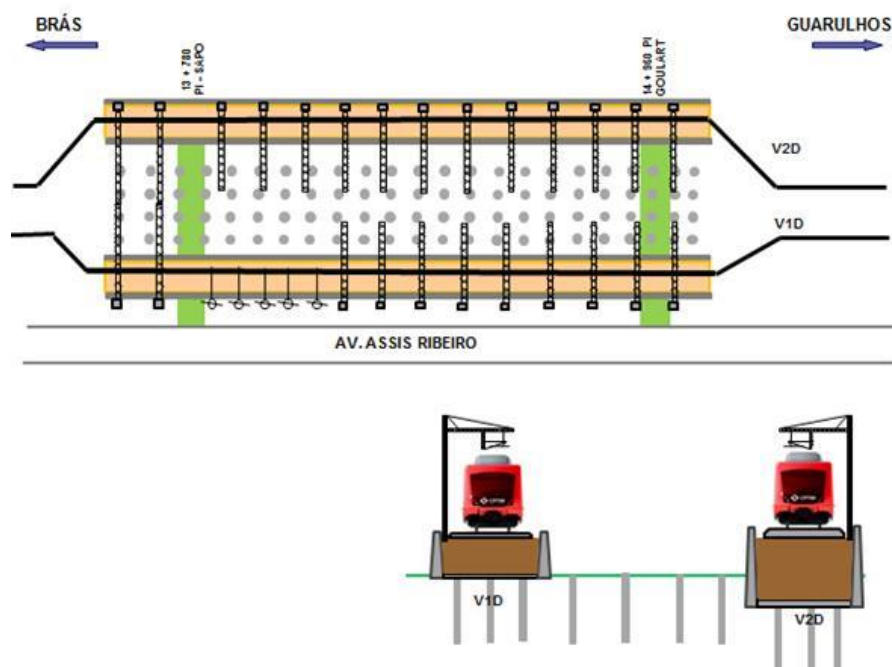


Figura 7.38 - Etapa 8: Execução de estacas (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

Após todas as estacas serem executadas, pode-se implantar um pequeno pátio de manobras, também alteado, conforme figura 7.39.

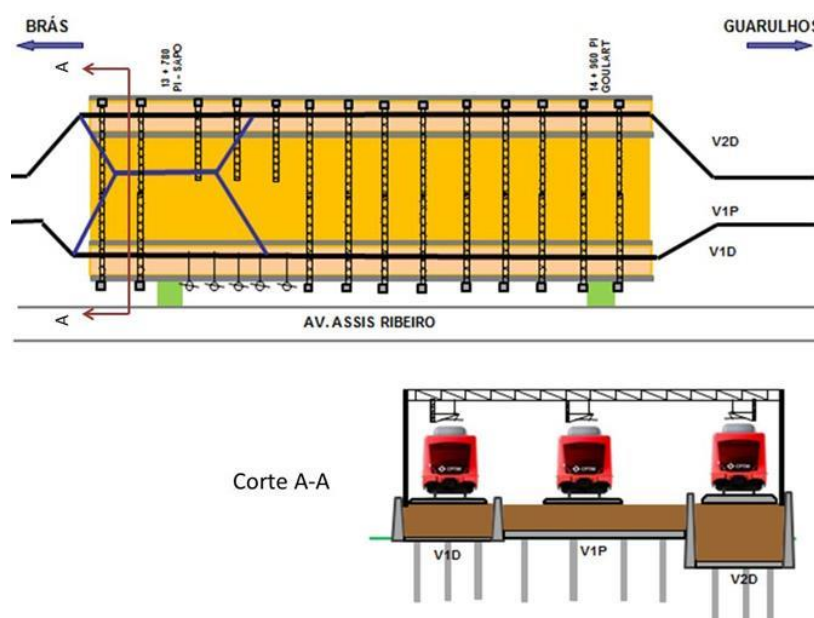


Figura 7.39 - Etapa 9: Implantação do pátio de manobras alteado (CONSÓRCIO HFTS JADE, 2015)<sup>3</sup>

## 7.2 A influência das superfícies de aproximação do Aeroporto de Guarulhos

O projeto e funcionamento de um aeroporto são regidos por normas internacionais que garantam a operacionalidade e segurança de todos os envolvidos em seu funcionamento, incluindo os passageiros, funcionários e habitantes do entorno do sítio aeroportuário.

Um dos aspectos muito relevantes do projeto aeroportuário diz respeito ao entorno das pistas, que deve ser mantido livre de obstáculos, deixando uma faixa completamente desocupada imediatamente ao lado das pistas e regulamentando a altura máxima das construções nos arredores. Esta regulamentação, esmiuçada na Portaria Nº256/GC5 do comando da aeronáutica, é feita com base em superfícies com inclinações estabelecidas em norma que se originam nos bordos da pista, conforme figura 7.40 abaixo:

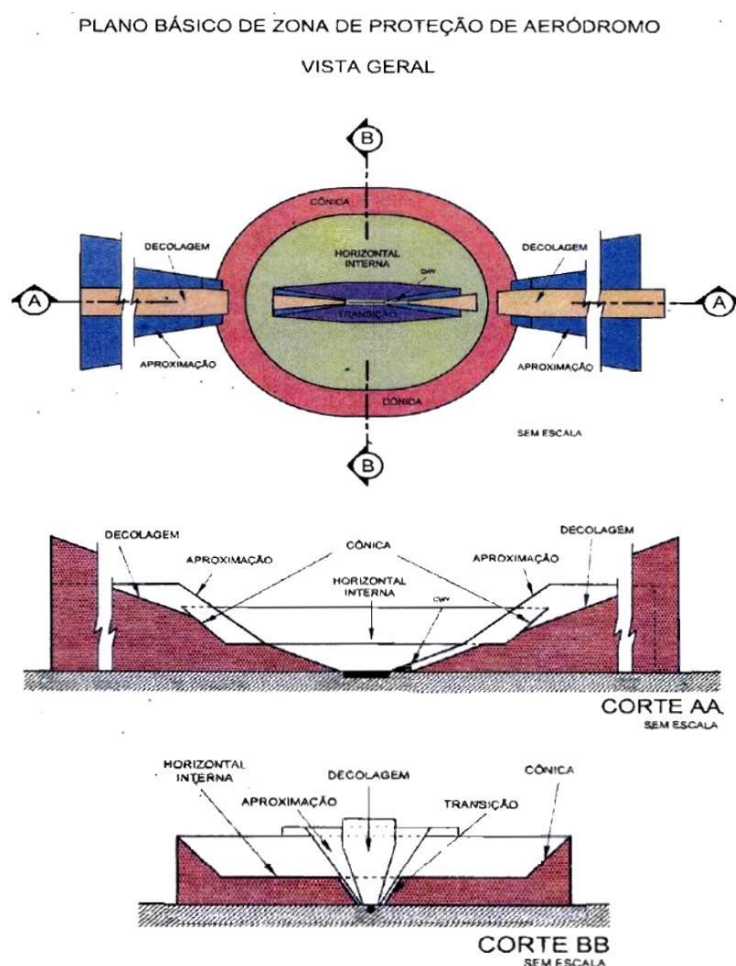


Figura 7.40 - Plano básico de superfície de proteção aeroportuária (Portaria 256/GC5 do Ministério da Defesa, 2011)

Devido a estas restrições foi necessária a realização de uma alteração do projeto da via em elevado no lote 3, quando se dá a passagem pela cabeceira da pista.

Foi necessário o rebaixamento do elevado no trecho que abrange o chamado cone de aproximação da pista, limitando a cota máxima de qualquer construção, incluindo os postes da rede aérea, em 13 metros de altura. Para tanto e visando concomitantemente minimizar as alterações no projeto, a via sofre um rebaixamento antes de chegar a esta área e posterior alteamento, voltando à cota anterior e prosseguindo até a estação final Aeroporto – Guarulhos.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do presente trabalho de conclusão de curso proporcionou a vivência prática dos conceitos estudados durante a graduação, possibilitando seu entendimento e aprofundamento e principalmente a agregação de novos conhecimentos.

Além disso a inserção em uma obra de grande porte gerenciada pela máquina pública, forneceu uma visão ampla sobre dois aspectos pouco abordados no decorrer da graduação em engenharia civil: a complexidade e multidisciplinaridade de um projeto deste porte e os entraves ocasionados pela burocracia e política. Paralelamente a isso, tomou-se ciência da maneira como as demandas populares afetam os rumos das obras de infraestrutura e foi vislumbrado um horizonte no qual a disponibilidade de linhas de transporte de grande capacidade passa a integrar melhor não somente a cidade como a metrópole paulista. Cabe mencionar que devido às mudanças de caráter do projeto, o serviço inicialmente concebido como uma linha expressa, diferenciada para atender aos passageiros do aeroporto teve seu tipo de demanda alterado, compreendendo, já como Linha 13 – Jade, principalmente os moradores de Guarulhos e funcionários do aeroporto, restringindo o uso por passageiros dele a uma parcela muito pequena, devido à dificuldade de acesso à linha e à falta de adequabilidade ao tráfego com bagagens.

Foi imediatamente percebido como o transporte sobre trilhos é sub explorado no país e como há imensa escassez de profissionais suficientemente capacitados para a realização deste tipo de obra, bem como de material de qualidade sobre o assunto produzida no país. Isto se deve também ao fato deste tipo de empreendimento interligar diversas especialidades da engenharia de forma muito específica. A obra ferroviária demanda grande carga de conhecimento sobre projetos de obras de arte, fundações para grandes estruturas, sistemas de eletrificação, comunicação, arquitetura, e projeto ferroviário. Neste cenário viu-se que atrasos na entrega de projetos em uma obra multidisciplinar agravam os atrasos, potencialmente prejudicando a obra como negócio.

A quantidade e magnitude de condicionantes técnicos envolvidos na implementação deste tipo de obra surpreendeu, sobretudo no que diz respeito à minimização do impacto na operação das demais linhas da CPTM. Sob este cenário



houve a introdução aos procedimentos de gestão de contratos da CPTM e ao Cineminha, desenvolvido pelo Engenheiro Flávio de Andrade Muller, que possibilitou melhor entendimento e análise das etapas de implantação que refletem na operação e são condicionadas pela sinalização.

## 9 BIBLIOGRAFIA

1. CPTM. Disponível em: <http://www.cptm.sp.gov.br>. Acesso em: 2015.
2. INFRAERO. Disponível em: <http://www.infraero.com.br>. Acesso em: 2015.
3. SECRETARIA dos Transportes Metropolitanos. Disponível em: <http://www.stm.sp.gov.br/index.php/obras/obras-em-andamento/linha-13-aeroporto-de-guarulhos>. Acesso em: 2015.
4. ASSOCIAÇÃO Nacional de Transportadores Ferroviários. Disponível em: <http://www.antf.org.br/pdfs/glossario.pdf>. Acesso em: 2015.
5. CPTM. Disponível em: <http://www.cptm.sp.gov.br/a-companhia/obras-modern/Pages/Linha-13---Jade.aspx>. Acesso em: 2015.
6. AEROPORTO Internacional de Guarulhos, 2015. Disponível em: <http://www.gru.com.br/>. Acesso em: 2015.
7. COMPANHIA Brasileira de Dormentes. Disponível em: [http://dorbras.com.br/Catalogo\\_Dorbras.pdf](http://dorbras.com.br/Catalogo_Dorbras.pdf). Acesso em: 2015.
8. AC Engenharia, 2015. Disponível em: <http://www.acengenharia.com.br/servicos-metros.html>. Acesso em: 2015.
9. DIÁRIO de Guarulhos. Disponível em: <http://www.diariodeguarulhos.com.br/index.php/21/02/2014/estado-adotara-ppp-para-mudar-presidios/>. Acesso em: 2015.
10. COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS (CPTM). **LINHA 13 JADE DA CPTM - ÍNDICE DE DOCUMENTOS (E especificações técnicas nele contidas)**. Companhia Paulista de Trens Metropolitanos. São Paulo, p. 45. 2013. (ID-C-13-99-99-0399/4-A99-001).
11. PORTO, T. G. **PTR 2501 - FERROVIAS (Apostila da Disciplina)**. São Paulo: [s.n.], 2004.

12. FUNDESP- Fundações, Indústria e Comércio S/A. **CATÁLOGO**. São Paulo, Fundesp, 1987.
13. BRITO, José Luis Wey de. **FUNDAÇÕES DO EDIFÍCIO**. São Paulo, EPUSP, 1987.
14. ESTACAS FRANKI LTDA. **CATÁLOGO**. Rio de Janeiro, Estacas Franki Ltda., s.d.
15. FABIANI, Breno. Fundações. s.d.
16. BARROS, M. **PTR2435- TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**. São Paulo: [s.n.], 2003.

## ANEXO I - Glossário de termos ferroviários

Neste anexo serão introduzidos alguns termos usuais do jargão ferroviário, com os quais o leitor comum não está familiarizado. Definições extraídas do Glossário de Termos Ferroviários (DNIT, 2003).

- **Agulha:** Conjunto de peças móveis e paralelas entre si, partes integrantes do aparelho de mudança de via ou chave, e cujo deslocamento leva o trem ou veículo a passar de uma via para outra.
- **Ancoragem do trilho (retenção do trilho):** Aplicação de dispositivo destinado a impedir o caminhamento do trilho.
- **Aparelho de Mudança de Via (AMV):** é um conjunto de peças colocadas nas concordâncias de duas linhas para permitir a passagem dos veículos ferroviários de uma para outra. Também denominado de "chave", compõe-se das seguintes partes principais: agulhas, contra agulha ou "encosto da agulha", aparelho de manobra, trilhos de enlace ou de ligação, "coração" ou "jacaré", calços, coxins e contratrilhos.
- **Bitola:** é a distância entre as faces internas dos boletos dos trilhos, tomada na linha normal a essas faces, 16 mm abaixo do plano constituído pela superfície superior do boleto.
- **Bitola larga:** aquela superior a 1,435m. No Brasil, é a bitola de 1,600m.
- **Boleto:** Parte superior do trilho, sobre a qual deslizam as rodas dos veículos.
- **Brita:** é a denominação dada às pedras quebradas nas dimensões determinadas pelas normas técnicas.
- **Caminhamento do trilho:** Deslocamento longitudinal e intermitente do trilho, motivado geralmente pela variação de temperatura, vibração das cargas móveis, aceleração e desaceleração por frenagem dos veículos.
- **Carga:** tudo aquilo que se transporta de qualquer modo e por qualquer meio. A palavra carga pode ser empregada, no sentido amplo, para designar as bagagens, encomendas, mercadorias e animais, entre outros.
- **Centro da via férrea:** Ponto da normal à direção do traçado, situado no interior da via e equidistante das linhas de bitola.

- **Comboio:** trem, série de carros e vagões rebocados por locomotiva.
- **Composição:** o conjunto de carros e/ou vagões de um trem, formado segundo critérios de capacidade, tonelagem, tipos de mercadorias, etc.
- **Comprimento do desvio:** Distância entre as pontas das agulhas ou entre a ponta da agulha e a extremidade das fiadas de trilhos.
- **Concessão:** Ato do Poder Político delegando a terceiros a construção, uso e gozo de uma via férrea, e em cujo contrato se estabelecem as vantagens e obrigações do concessionário, inclusive o gozo do direito de desapropriação, por utilidade pública, dos imóveis necessários à concessão, isenção ou redução de direitos alfandegários e de impostos, condições de encampação, reversão e caducidade de contrato etc.
- **Contratrilha:** pedaço de trilho curvo nas extremidades, colocado paralelamente ao trilho da linha, para impedir a roda de descarrilar (nas passagens de nível, pontes, cruzamentos) ou ainda evitar que o friso da roda se choque com a ponta do jacaré ou da agulha (nas chaves). Trilhos de comprimento adequado, colocados junto aos trilhos externos e de um lado e outro do coração do AMV, tendo por finalidade "puxar" o rodeiro para fora, evitando que os frisos das rodas se choquem contra a ponta do coração. Trilho ou outro perfil metálico, assentado na parte interna da linha, destinado a guiar a roda e, ainda a protegê-la de impactos nas passagens de nível.
- **Cota:** Posição altimétrica. Pode ser relativa ou absoluta.
- **Curva de transição:** Aquela que permite a passagem suave de trem entre dois alinhamentos ou entre dois greides.
- **Declividade:** relação percentual entre a diferença das cotas altimétricas de dois pontos e a sua distância horizontal.
- **Desenvolvimento da curva:** Extensão da curva entre seus pontos inicial e final (aproximadamente igual ao quociente da divisão do ângulo central pelo grau da curva multiplicado por 20 m).
- **Desvio:** Uma linha adjacente à linha principal, ou a outro desvio, destinada aos cruzamentos, ultrapassagens e formação de trens. Os desvios e suas capacidades constarão do horário ou instruções especiais. Via férrea

acessória, que se origina de outra via e fica totalmente contida na faixa de domínio desta.

- **Dormente:** peça de madeira, concreto, concreto protendido ou ferro, onde os trilhos são apoiados e fixados e que transmitem ao lastro parte dos esforços e vibrações produzidos pelos trens.
- **Dormente de concreto:** feitos em concreto armado, podem ser de concreto protendido, bi bloco (concreto e aço) e poli bloco.
- **Dormente de madeira:** feitos de madeira atendem a especificações em que são fixadas as qualidades da madeira, dimensões, tolerância, etc.
- **Drenagem:** Escoamento das águas superficiais e subterrâneas, ou abaixamento do nível do lençol freático, visando manter seca e sólida a infraestrutura da linha.
- **Eixo da via:** Lugar geométrico dos centros da via.
- **Entrevias:** Distância entre as linhas de bitola dos trilhos mais próximos de duas vias férreas adjacentes.
- **Espaçamento de dormente:** Distância de eixo a eixo ou de centro a centro de dois dormentes contíguos de uma mesma via.
- **Estrutura da via permanente:** Conjunto de obras destinadas a formar a via permanente da linha férrea.
- **Faixa de domínio (faixa da estrada):** Faixa de terreno de pequena largura em relação ao comprimento, em que se localizam as vias férreas e demais instalações da ferrovia, inclusive os acréscimos necessários à sua expansão.
- **Fixação:** Dispositivo para fixar os trilhos, mantendo a bitola da via e impedindo e/ou reduzindo o caminhamento dos mesmos.
- **Fixação da via:** Manutenção da posição, em planta, da superfície de rolamento da via, mediante ancoragem do dormente no lastro.
- **Fixação duplamente elástica:** Aquela em que o trilho é fixado por dispositivo duplamente elástico, que permite ao trilho pequeno deslocamento em sentido vertical e pequena rotação em sentido transversal, assim reduzindo a intensidade das vibrações na fixação.
- **Fixação elástica:** Aquela em que o dispositivo de fixação é simplesmente elástico, sendo rígido o apoio do patim.



- **Gabarito:** Medida padrão à qual se devem conformar certos elementos em construção.
- **Greide:** É a posição, em perfil, do eixo da estrada. Também se denomina gradiente ou grade.
- **Infraestrutura:** Parte inferior da estrutura. Nas pontes e viadutos, são os encontros e os pilares, considerando-se o vigamento como superestrutura. Na via permanente, a infraestrutura é tudo que fica da plataforma para baixo, formando o trilho, dormente e lastro a superestrutura. Conjunto de obras destinadas a formar a plataforma da ferrovia e suportar a superestrutura da via permanente.
- **Jacaré (coração):** Peça do AMV que permite às rodas dos veículos, movendo-se em uma via, passar para os trilhos de outra. É a parte principal do AMV e que praticamente o caracteriza. Pode ser constituído de uma só peça de aço fundido ou de trilhos comuns cortados, usinados e aparafusados e cravados a uma chapa de aço que se assenta no lastro.
- **Junta:** Conexão de dois trilhos ou duas barras de trilhos consecutivas, obtida pelo ajustamento e fixação das talas de junção.
- **Lastro:** Parte da superestrutura ferroviária, que distribui uniformemente na plataforma os esforços da via férrea transmitidos através dos dormentes, impedindo o deslocamento dos mesmos, oferecendo suficiente elasticidade à via, reduzindo impactos e garantindo-lhe eficiente drenagem e aeração.
- **Lastro de pedra:** aquele constituído de pedras britadas ou quebradas, ou de seixos rolados.
- **Linha (linha férrea):** Conjunto de trilhos assentados sobre dormentes, em duas filas, separadas por determinada distância, mais acessórios de fixação, aparelhos de mudança de via (chave etc.) e desvios, onde circulam os veículos e locomotivas, podendo ainda, num sentido mais amplo, incluir os edifícios, pontes, viadutos, etc. Via férrea ou conjunto de vias férreas adjacentes, em que se opera o tráfego ferroviário.
- **Material rodante:** Compõem-se de material de tração, carros de passageiros, vagões para mercadorias, animais, bagagens, etc.

- **Obra de arte:** Constam de: bueiros, pontilhões, pontes, viadutos, passagens superiores e inferiores, túneis, galerias, muros de arrimo, revestimento, etc.
- **Obra de arte especial:** Obra de arte que deva ser objeto de projeto específico, especialmente: túneis; pontes; viadutos; passagens superiores e inferiores especiais; muros de arrimo.
- **Para-choque:** Dispositivo que se instala no extremo de uma via para deter veículo ferroviário, evitando seu descarrilamento. Dispositivo para absorver os choques, colocados nas testas de material rodante antigo.
- **Passagem (Cruzamento):** Ponto em que ruas ou estradas de rodagem cruzam com as linhas de uma ferrovia. As passagens podem ser: de nível, superior, inferior.
- **Passagem De Nível [PN]:** É o cruzamento de uma ou mais linhas com uma rodovia principal ou secundária, no mesmo nível.
- **Passagem Inferior [PI]:** Aquela em que a via pública ou estrada passa, mediante obra de arte apropriada, por baixo da linha férrea; designação também dada à própria obra de arte.
- **Passarela:** Aquela destinada à pedestres, podendo servir a animais e pequenos veículos.
- **Patim (Sapata ou Patim do Trilho):** Base do trilho constituída pela mesa mais larga do duplo T através da qual é apoiado e fixado. Parte do trilho que assenta sobre o dormente.
- **Pátio:** Grande área de terreno, mais ou menos nivelada. Áreas externas em torno das estações, oficinas, depósitos etc., onde se colocam desvios. Área de esplanada em que um conjunto de vias é preparado para formação de trens, manobras e estacionamento de veículos ferroviários e outros fins.
- **Pátio de manobra:** Local onde se acham dispostas as diversas linhas utilizadas para composição de trens, cruzamentos, desvios, etc.
- **Planta Do Projeto:** Projeção horizontal da faixa de domínio e do eixo da via férrea.
- **Plataforma:** Abrigo construído na estação, ao longo da linha principal, para embarque e desembarque de passageiros e serviço de bagagem e encomendas.

- **Plataforma Da Estação:** Piso junto à via férrea destinado a facilitar a movimentação de pessoas nas operações de embarque ou desembarque ou de coisas, nas operações de carga ou descarga.
- **Rampa:** Trecho da via férrea que não é em nível.
- **Soldagem De Trilho (soldadura de trilho):** Operação feita na via ou em estaleiro, que consista em unir um trilho a outro, topo a topo, com emprego de processo adequado de solda.
- **Sub-lastro:** Parte inferior do lastro, em contato direto com plataforma da linha e constituída de material mais econômico que o da parte superior, porém capaz de oferecer suficientes condições de drenagem e ter capacidade de suporte para as pressões que lhe forem transmitidas.
- **Superelevação:** Inclinação transversal dada à via, para contrabalançar os efeitos da força centrífuga.
- **Superelevação Máxima:** Maior superelevação compatível com a segurança da circulação e o conforto do passageiro, consideradas as várias velocidades dos trens.
- **Superestrutura:** Abrange o conjunto: via permanente, estações, edifícios, oficinas, linhas de manobra, depósitos de carros e locomotivas, reservatórios de líquidos e combustíveis, etc.
- **Trem:** Qualquer veículo automotriz ferroviário, uma locomotiva ou várias locomotivas acopladas, com ou sem vagões e ou carros de passageiros, em condições normais de circulação e com indicação de "trem completo".
- **Velocidade operacional:** É a velocidade desenvolvida pelos trens em condições operacionais normais, de acordo com os códigos de velocidade predeterminados pelos sistemas de controle operacional e sinalização;
- **Via:** Conjunto de dois trilhos, dormentes e lastro com seus conjuntos de apoios e fixações que suportam e guiam o trânsito ferroviário;