ANEXO 8.1 – PROJETO BÁSICO – VIA PERMANENTE E EDIFICAÇÕES

1. Especificações Básicas de Via Permanente 4
1.1. Estudos Topográficos 4
1.1.1. Levantamento Topográfico 6
1.1.2. Descrição da Poligonal 7
1.2. Estudos Geológicos e Geotécnicos 8
1.2.1. Considerações Gerais 8
1.2.2. Elementos de Referência 8
1.2.3. Considerações Sobre a Geologia e a Geotecnia Locai 9
1.2.4. Considerações Sobre as Fundações do VLT 11
1.3. Estudos Hidrológicos, Hidráulicos e de Drenagem 12
1.3.1. Considerações Gerais 12
1.3.2. Estudos Hidráulicos 13
1.3.3. Projeto Básico de Drenagem 14
1.4. Projeto Geométrico Básico 16
1.4.1. Situação Atual 16
1.4.2. Projeto Básico 17
1.5. Dimensionamento da Via Permanente 23
1.5.1. Características dos Solos do Subleito 24
1.5.2. Tráfego 26
1.5.3. Dimensionamentos das Estruturas dos Pavimentos 26
1.5.4. Definição do Tipo de Trilhos 32
1.6. Projeto Básico de Terraplenagem 39
1.7. Projeto Básico de Obras de Arte Especiais 41
1.7.1. Passarela de Pedestre sobre o Canal do Mangue 41
1.7.2. Recomendações Gerais sobre Fundações 42
1.7.3. Recomendações Gerais sobre Estacas Pré-Moldadas de Concreto 45

VLT CARIOCA S.A.

2. Especificações Básicas dos Serviços Complementares 48
2.1. Projeto Básico de Desapropriação 48
2.1.1. Áreas para Subestações Retificadoras 48
2.1.2. Critérios para Desapropriação 59
2.2. Projeto Básico de Urbanização e Paisagismo 59
2.3. Cadastro de Interferências 60
3. Projeto Básico das Edificações 61
3.1. Arquitetura 61
3.1.1. Pontos de Paradas 62
3.1.2. Estação Vila de Mídia 65
3.1.3. Estação Central 69
3.1.4. Estação Barcas 72
3.1.5. Estação Santos Dumont 76
3.2. Fundações e Estrutura 79
3.2.1. Pontos de Paradas 79
3.2.2. Estações 81
3.2.3. Recomendações Gerais sobre Fundações em Radier 86
3.2.4. Recomendações Gerais sobre Aterros 86
4. Especificações Básicas para Execução dos Projetos Executivos do CIOM 87
4.1. Considerações Gerais 87
4.2. Arquitetura 89
4.3. Fundações e Estrutura 91
5. Especificações Básicas para os Projetos Executivos das Instalações 93
5.1. Instalações Hidráulicas 93
5.2. Instalações Elétricas 94
5.2.1. Normas Técnicas Aplicáveis 94
5.2.2. Instalações Elétricas 95
5.2.3. Estações 101
5.2.4. Pontos de Parada 101
5.2.5. Sistema SPDA e Aterramento 102

6. Impactos Ambientais e Medidas Mitigadoras 104

6.1. Caracterização do Empreendimento 104
6.2. O Projeto Porto Maravilha 104
6.3. Projeto VLT do Rio 105
6.4. Identificação de Pontos Críticos 106
6.5. Estudos Ambientais 107
6.6. Avaliação de Impactos Ambientais 107
6.7. Fatores e/ou Ações Geradoras de Impactos Ambientais 108
6.8. Classificação dos Impactos 109
6.9. Proposição de Medidas Mitigadoras / Ações de Controle 111
6.10. Identificação e Descrição dos Impactos / Proposição de Medidas de Controle 112
6.11. Síntese Integrada dos Impactos 161

VLT CARIOCA S/A

1. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE VIA PERMANENTE

O presente tópico tem por finalidade a apresentação da metodologia adotada na elaboração do projeto da via permanente do ***VLT do Rio***.

O projeto consiste em um sistema de transporte rápido e leve sobre trilhos, em nível, a ser implantado na região central da cidade do Rio de Janeiro, interligando os principais terminais de transporte público da região, como a rodoviária Novo Rio, a estação ferroviária Central do Brasil e o terminal das barcas – Rio / Niterói, e a interligação da área com o aeroporto Santos Dumont. O sistema terá quatro estações principais, que permitirão a integração modal: Vila de Mídia, Santos Dumont, Central e Barcas.

A rede principal de infraestrutura terá 28 km de via, sendo 7,2 km de vias dupla e 13,6 km de via singela, com 4 estações e 42 pontos de paradas.

A proposta de reurbanização engloba as áreas de entorno das estações e pontos de parada propostos, procurando utilizar o máximo de materiais permeáveis e vegetação.

O partido arquitetônico escolhido foi similar em todas as estações, adotando-se uma grande cobertura, abrangendo toda a área de plataformas e um pequeno edifício de apoio em cada unidade, criando assim uma identidade visual para o projeto. As soluções adotadas buscam uma implantação harmoniosa e de destaque junto à malha urbana, servindo como pontos de referência em cada local.

1.1. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Na elaboração do projeto geométrico das via permanente do projeto ***VLT do Rio*** adotou-se duas sistemáticas distintas. Na área pertencente à operação urbana consorciada - Porto Maravilha, foi utilizada como referência a base do projeto básico de urbanismo fornecido pelo Instituto Pereira Passos – IPP / Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro - CDURP, elaborada com base restituição aerofotogramétrica de 1990, com Datum Horizontal Córrego Alegre.

Os desenhos do projeto básico de urbanismo do *Porto Maravilha* utilizados como referência dizem respeito a implantação do sistema viário e estão listados a seguir:

- POR-DE-URB-DEU-GE-001 – Planta Geral de Intervenção;
- POR-DE-URB-DEU-GE-002 – Planta Geral de Articulações;
- POR-DE-URB-DEU-GE-003 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 01 – Setor N;
- POR-DE-URB-DEU-GE-004 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 02 – Setor N;
- POR-DE-URB-DEU-GE-005 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 03 – Setor N;
- POR-DE-URB-DEU-GE-006 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 04 – Setor M;
- POR-DE-URB-DEU-GE-007 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 05 – Setor M;
- POR-DE-URB-DEU-GE-008 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 06 – Setor C, D, M e N;
- POR-DE-URB-DEU-GE-009 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 07 – Setor D, E, F e M;
- POR-DE-URB-DEU-GE-010 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 08 – Setor D, E, E e M;
- POR-DE-URB-DEU-GE-011 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 09 – Setor B, C e G;
- POR-DE-URB-DEU-GE-012 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 10 – Setor B, C, D, F, G, e H;
- POR-DE-URB-DEU-GE-013 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 11 – Setor E e F;
- POR-DE-URB-DEU-GE-014 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 12 – Setor E;
- POR-DE-URB-DEU-GE-015 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 13 – Setor B e I;
- POR-DE-URB-DEU-GE-016 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 14 – Setor B, G, H e I;
- POR-DE-URB-DEU-GE-017 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 15 – Setor E, F e H;
- POR-DE-URB-DEU-GE-018 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 16 – Setor E;

VLT CARIOCA S/A.

- POR-DE-URB-DEU-GE-019 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 17 – Setor A, B e I;
- POR-DE-URB-DEU-GE-020 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 18 – Setor A, H, I, J, K e L;
- POR-DE-URB-DEU-GE-021 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 19 – Setor E, H, I e J;
- POR-DE-URB-DEU-GE-022 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 20 – Setor A;
- POR-DE-URB-DEU-GE-023 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 21 – Setor A, K e L;
- POR-DE-URB-DEU-GE-024 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 22 – Setor J, K e L;
- POR-DE-URB-DEU-GE-025 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 23 – Setor A;
- POR-DE-URB-DEU-GE-026 – Implantação do Sistema Viário – Planta Trecho 24 – Setor A e L;
- POR-DE-URB-DEU-GE-027A – Planta de Circuitos de Transportes;
- POR-DE-URB-DEU-GE-027B – Planta de Circuitos de Transportes (interseções semafóricas e tipo e pavimentação asfáltica);
- POR-DE-URB-DEU-GE-028 – Implantação do Sistema Viário – Planta de Padrões de Acabamento.

No projeto da via permanente para as demais áreas foi utilizada a base de restituição aerofotogramétrica de 2001, com Datum Horizontal SAD69.

Os desenhos da base de restituição utilizados foram as Folhas: 287-A-IV-3; 287-B-III-I; 287-B-III-2; 287-A-IV-6; 287-B-III-4; 287-B-III-5.

1.1.1. Levantamento Topográfico

Considerando que o sistema viário na Área Central a ser utilizado pelo projeto de VLT apresenta dimensões variáveis, foi realizado um levantamento planialtimétrico, pelo método do "caminhamento", com irradiação dos pontos de amarração intra e extrapoligonal. Este procedimento possibilitou a atualização das bases da restituição.

O método do caminhamento consiste em percorrer o contorno da poligonal medindo-se os ângulos dos lados ligados a estes. Os vértices e os lados da poligonal são utilizados para o levantamento dos detalhes (acidentes topográficos) que existem em suas imediações e sejam de interesse. Ver-se-á, mais adiante, que os detalhes foram levantados utilizando-se processos auxiliares, tais como irradiação, intersecção ou ordenadas.

As referências utilizadas no levantamento foram as Estações de Referência P7 (pino de aço) e P8 (pino de aço) saindo da Poligonal Básica implantada na avenida Rio Branco esquina com rua Mestre Valentim.

Nos levantamentos de campo foram utilizados equipamentos tipo estação total TKS-202 Eletrônico, com a seguinte especificação técnica: precisão angular 2" e precisão linear de ± 2mm + 2ppm, com capacidade de armazenar 30.000 pontos.

Os dados cadastrados em campo foram transferidos para o programa Sistema de Automação Topográfica (posição) cujo cálculo analítico foi processado eletronicamente.

Após o processamento, o programa gerou uma nuvem dos pontos levantados em campo (x, y, e z) e, através do AutoCAD, foram elaborados os desenhos e planta e seções transversais para a utilização nos diversos projetos específicos, cujas pranchas encontram-se em anexo.

1.1.2. Descrição da Poligonal

A seguir apresenta-se uma descrição da poligonal considerada no desenvolvimento dos trabalhos de levantamento topográfico. Partindo-se da estação de referência P7, com azimute 63°58'06", a uma distância de 97,99 m, encontra-se o pino de aço de coordenadas UTM E = 687.318,263 e N = 7.464.990,053 da Rede Básica, situado próximo à avenida Presidente Wilson. Deste ponto, segue-se com azimute 161°44'14" e uma distância de 47,52 m encontra-se o ponto R27, situado próximo a esquina da avenida Presidente Wilson com avenida Rio Branco. A partir deste ponto, seguindo com azimute 144°42'04" e uma distância de 49,53 m, até o ponto R25, situado no canteiro central da avenida Rio Branco esquina com avenida Presidente Wilson, e deste, seguindo com azimute 22°45'22", a uma distância

VLT CARIOCA S/A

de 139,62 m até o ponto R24, situado na esquina da rua Mahatma Gandhi com avenida Rio Branco, de onde segue-se em direção aos demais pontos.

1.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

1.2.1. Considerações Gerais

O presente tópico apresenta um resumo das características geológico-geotécnicas principais para fins de implantação do sistema de VLT na região portuária e adjacências que vão até a Área Central, marina da Glória e o aeroporto Santos Dumont.

1.2.2. Elementos de Referência

Para a elaboração deste relatório foram utilizados os seguintes documentos como referência:

- foto aérea geral disponível gratuitamente pelo *software Google Earth*;
- caracterização do solo elaborada pela Operação Urbana Consorciada da Região do Porto do Rio – *Porto Maravilha*;
- boletins de sondagens de simples reconhecimento dos solos com medida de SPT de terrenos lindeiros às vias de intervenção cedidos pela GeoRio;
- desenho de implantação funcional do sistema VLT proposto;
- perfil geológico-geotécnico da via binária do projeto *Porto Maravilha*, elaborado pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, desenho nº N01_3423_DE_PMA_B_GTC_003_01, revisão 0;
- perfil geológico-geotécnico da via expressa do Projeto *Porto Maravilha*, elaborado pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, desenho nº N01_3423_DE_PMA_B_GTC_001_01, revisão A.

1.2.3. Considerações sobre a Geologia e a Geotecnia Local

O município do Rio de Janeiro é constituído em geral por rochas pré-cambrianas pertencentes do domínio tectono-magmático da Serra do Mar, bem como por coberturas sedimentares fanerozóicas e cenozóicas (CPRM, 2000ª; Silva, Cunha, 2001 – apud referência 2.2). Mais especificamente na área em questão as rochas pré-cambrianas são representadas pela Suíte Rio de Janeiro de idade neoproterozóica e Complexo Rio Negro.

As unidades lotoestratigráficas sedimentares correspondem principalmente a depósitos alúvio-coluvionares, além de aterros compostos por materiais diversos lançados sobre mangues, praias e solos residuais (apud referência 2.2).

Na Figura 1.2.1, apresentada a seguir, são ilustradas suas distribuições na área do empreendimento.

Na Tabela 1.2.1 apresentada a seguir são listadas as características principais destas unidades geológicas com relação às litologias predominantes e seu comportamento geotécnico.

Figura 1.2.1 – Geologia da área do Porto Maravilha, destacada no mapa

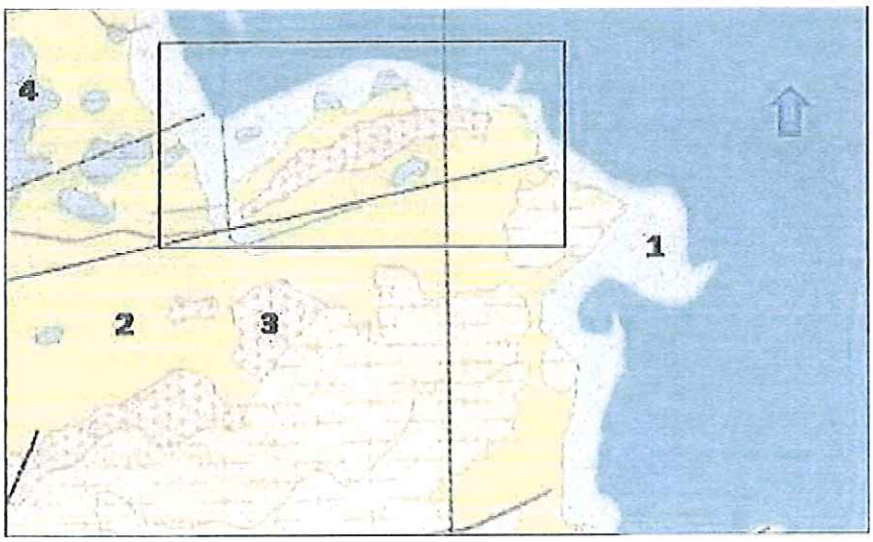


Tabela 1.2.1 – Unidades litoestratigráficas de ocorrência na área de estudo

Unidades Litoestratigráficas	No. da Unid. no Mapa da Figura 1	Litologias	Características Geotécnicas
Aterros	1	Materiais diversos lançados sobre mangues, praias e solos residuais	Terrenos altamente heterogêneos constituídos por entulhos e materiais naturais lançados sobre corpos d'àgua, lagunas, mangues, alagadiços, restingas e solos residuais. Escavabilidade, espessuras e capacidade de suportes variáveis, dependendo do tipo de material e das técnicas de aterro empregadas
Depósitos Alúvio-Coluvionares	2	Areias, argilas, cascalhos, restos de matéria orgânica e blocos de rocha	Sedimentos arenosos e/ou argilos com cascalheiras e solos orgânicos/turfeiras localizados. Inclui colúvios e depósitos de tálus interdigitados a sedimentos aluviais. Capacidade de suporte variável – muito baixa em camadas argilosas e orgânica, e média a alta nas demais. Escavabilidade variável e média de fácil a moderada, com possibilidade de dificuldades devido à baixa coesão e nível d água raso, além de possibilidade de recalques diferenciais
Suíte Rio de Janeiro	3	Biotita granito megaporfirítico folheado a milonítico, dominantemente peraluminoso caracterizados como derivação crustal	Possuem horizontes de solo residual de espessura variável com predomínio de solo saprolítico e de rocha alterada (<3m). Escavabilidade no horizonte de solo é fácil a moderada e nas rochas muito difíceis, detonável, determinando alta capacidade de suporte. Comum apresença de blocos e matacões
Complexo Rio Negro	4	Anfibolito, ortognaisse, metadiorito, metagabro, gnaisse granulítico	Possuem horizontes de solo residual de espessura variável com predomínio de solo saprolítico e de rocha alterada, recobertos por colúvios com espessura variável. Escavabilidade no horizonte de solo fácil a moderada e na rocha difícil, escarificável e/ou detonável. Capacidade de carga de suporte alta a média em função do elevado grau de fraturamento e foliação

As informações constantes dos boletins de sondagens, de simples reconhecimento dos solos, com medida de SPT de terrenos lindeiros às vias de intervenção cedidos pela GeoRio, executadas para fins de fundações de edifícios em terrenos lindeiros às vias que sofrerão intervenções para a implantação do VLT, mostram frequentemente a existência de aterros superficiais, de materiais diversos, com espessuras detectadas nas sondagens disponíveis entre 1 e 2 m, com a presença de matacões em alguns casos.

Nas mesmas sondagens verifica-se que o nível d'água ocorre em profundidades que variam entre 1 e 3 metros, aproximadamente.

Essas sondagens não são georeferenciadas, não sendo, portanto, possível se estabelecer uma relação entre as mesmas. Elas apenas contribuem para melhorar as inferências realizadas com as informações geológicas disponíveis.

Segundo o histórico geológico da região, elaborado pela Operação Urbana Consorciada – Projeto *Porto Maravilha*, houve intensa atividade humana em toda a região costeira e para a formação do atual cais, com aterros executados com materiais provenientes de desmontes parciais ou totais de morros, da dragagem de bancos de areia e materiais de pequenas elevações existentes originalmente.
Os perfis geológico-geotécnicos das vias binárias e expressa evidenciam a presença desses aterros superficiais ao longo de toda as suas extensões.

1.2.4. Considerações sobre as Fundações do VLT

Convencionalmente a superestrutura viária do VLT é lastreada por laje de concreto estrutural, apoiada diretamente sobre bases, sub-bases e subleitos tratados.

Somente como ordem de grandeza, pode-se dizer que as estruturas dos pavimentos em geral têm espessuras entre 0,6 m e 1,0 m, aproximadamente. Essas estruturas serão instaladas na superfície do terreno, ficando mais frequentemente inseridas na litologia dos aterros, acima referenciada.

A variabilidade desses aterros é elevada, tornando-se muito importante a execução de sondagens e ensaios específicos, que investiguem essa camada superficial ao longo de

VLT CARIOCA S.A.

todo o trecho onde se implantará o VLT, quando do desenvolvimento dos projetos executivos.

Na maioria das sondagens disponíveis não há nem a descrição do tipo de solo que compõe a camada superficial de aterro, ficando difícil fazer qualquer inferência ao seu comportamento geológico-geotécnico. Nota-se que nas citadas sondagens, a profundidade do lençol freático varia entre 1,0 e 3,0 metros.

Espera-se encontrar não só regiões de aterros, mas, também, poderão ocorrer trechos em regiões de antigos desmontes de morros, cujos parâmetros geotécnicos provavelmente são melhores para fins de pavimentação.

Em vista da implantação do VLT ser superficial e nos greides das vias existentes, cujas bases estão consolidadas, a preocupação geológico-geotécnica deve-se ater principalmente às camadas superficiais, sob a nova estrutura, de imediatamente abaixo de 60 cm e 1,0 m de profundidade até em torno de 2,5 m de profundidade. Essa é a região de influência das tensões causadas pelo carregamento dos veículos, tanto do próprio VLT como dos veículos que transitarão pelas vias.

O nível do lençol freático também deve ser investigado com vistas à capacidade de suporte desses solos, suas geologias, possibilidade de drenagens, etc.

Para as edificações de estações de maior porte ou pontos de parada e nos trechos subterrâneos, as investigações devem ser profundas atingindo as camadas inferiores.

1.3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS, HIDRÁULICOS E DE DRENAGEM

1.3.1. Considerações Gerais

A adequação da rede de drenagem das vias onde será implantada a Rede VLT será restrita as obras de microdrenagem da via permanente, tendo em vista que na região do *Porto Maravilha* está prevista a implantação de um novo sistema coletor de águas pluviais.

De forma similar, pode-se considerar que as redes coletoras de águas pluviais existentes ao longo do traçado do VLT na área externa a região portuária, também está em condições de receber a microdrenagem da via permanente.

Desta forma, a determinação das vazões de projeto para dimensionamento de novos dispositivos ou avaliação da capacidade dos existentes será feita pelo Método Racional.

A determinação das vazões de projeto será feita através da expressão:

Q = C x i x A

Onde:

Q - vazão de projeto (m^3/s);
C - coeficiente de escoamento superficial;
i - intensidade média máxima de chuva ($m^3/sxha$);
A - área de contribuição (ha).

O escoamento de escoamento superficial é de C = 1,00 (área totalmente impermeabilizada) e a intensidade de chuva – i é dada pela expressão:

$$i = \frac{1239\ T^{0,15}}{(t+20)^{0,76}}$$

(Equação de chuva para o Jardim Botânico – RJ)

Para: T = 25 anos;
t = 5 minutos;
i = 173,9mm/h = 0,483$m^3/sxha$.

1.3.2. Estudos Hidráulicos

Os estudos hidráulicos serão restritos a:

- dimensionamento hidráulico de ligações de novos dispositivos à rede existente;
- verificação hidráulica da capacidade de escoamento de galerias existentes que vão receber novas contribuições.

Tanto o dimensionamento como a verificação hidráulica serão desenvolvidas a partir da fórmula de *Manning*.

Será empregada a fórmula de *Manning* combinada com fórmula universal de condução de fluídos, através da expressão:

$$Q = \frac{1}{a} . Rh^{2/3} . i . ^{1/2} . s$$

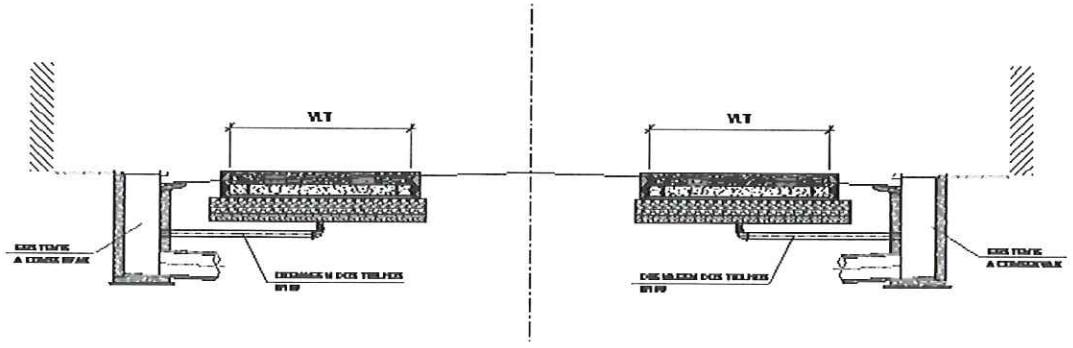
Onde:

Q - vazão a escoar (m³/s);
N - coeficiente de rugosidade de Manning;
Rh - é o raio hidráulico (m);
i - declividade longitudinal do conduto (m/m);
s - secção molhada (m²).

1.3.3. Projeto Básico de Drenagem

Na elaboração do projeto básico de drenagem foram adotadas as diretrizes descritas a seguir.

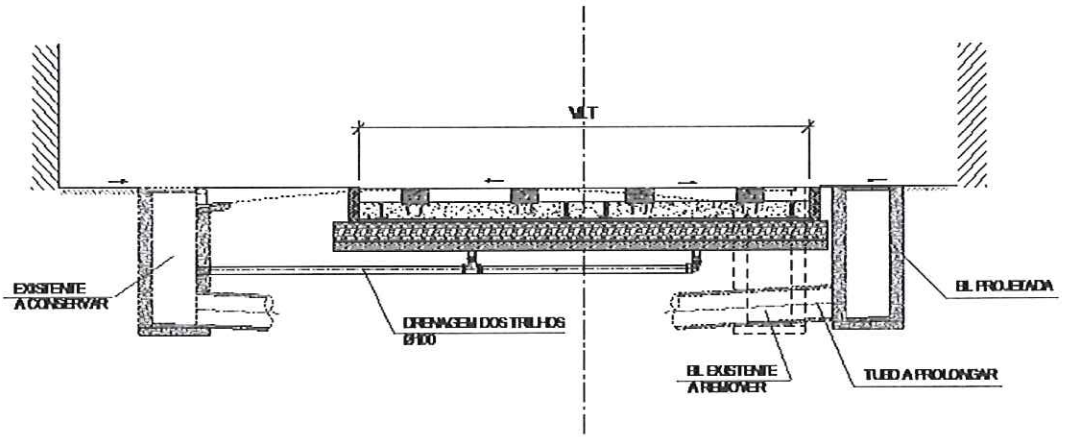
Situação 1 – Preservação da calçada e da guia existente:



Nas situações onde as calhas do VLT irão ocupar a faixa central da via, com preservação da calçada e da guia existente, deverá também ser mantida a atual rede de drenagem.

Pequenas adaptações na parte superior poderão ser necessárias nas bocas de lobo, bocas de leão e poços de visita.

Situação 2 – Nivelamento do piso carroçável com a calçada (calçadão):



Quando a faixa do VLT não atingir as bocas de lobo/leão, as mesmas deverão ser mantidas, adaptando a parte superior com grelha no nível do calçadão.

Quando a faixa do VLT atingir as bocas de lobo/leão elas deverão ser abandonadas e substituídas por novas caixas de captação com grelhas.

As ligações com a rede existente deverão ser estudadas caso a caso, mas de maneira que não alterem o regime hidráulico da rede existente.

Situação 3 – Área do Porto Maravilha

Como a faixa do VLT será implantada no centro de vias projetadas do Plano de reurbanização da área do Porto, o sistema de drenagem destas deverá atender, não sendo necessários estudos ou projetos complementares.

Situação 4 – Túnel de Transposição do Aterro do Flamengo

No túnel de transposição do Aterro do Flamengo serão previstas canaletas com grelha na entrada e saída, e caixas coletoras no interior. As águas pluviais recolhidas nas canaletas serão direcionadas, por gravidade, a rede pública de drenagem dos arredores. As águas pluviais e de infiltração recolhidas pelas caixas coletoras serão escoadas para poço de recalque e daí bombeada para a rede de drenagem dos arredores.

1.4. PROJETO GEOMÉTRICO BÁSICO

1.4.1. Situação Atual

Neste tópico são apresentadas as definições básicas utilizadas para o desenvolvimento do projeto geométrico das vias que tem como premissa principal a implantação de um sistema ferroviário de transporte de passageiros na área urbana conhecida pela sigla VLT (Veiculo Leve sobre Trilhos).

O desenvolvimento do projeto geométrico foi dividido em duas partes, sendo a primeira relativa à área do projeto *Porto Maravilha* e a segunda relacionada com a Área Central de Negócios.

Cabe destacar neste relatório, a forma de como foi concebida e entendida a implantação do corredor do VLT, dentro do sistema viário existente, suas alterações e interferências nos cruzamentos, bem como a inserção das paradas e estações.

A área projeto *Porto Maravilha* esta compreendida pelas avenidas Rodrigues Alves, Francisco Bicalho, limite da área da Supervia e da avenida Rio Branco.

O projeto do traçado das vias permanentes nesta área se desenvolve aproveitando as pistas de rolamento das ruas existentes, bem como sobre ruas a serem implantadas pelo projeto de reurbanização.

Em virtude da inserção da caixa do VLT nas ruas existentes foram necessárias pequenas adequações nas larguras das pistas de rolamento e das calçadas.

No traçado das calhas do VLT foram aproveitados os alinhamentos constantes do projeto *Porto Maravilha* com pequenas adequações em função das características do veiculo adotado, bem como a duplicação das vias ferroviária nos locais onde estava prevista somente via singela.

Da mesma forma, os traçados na Área Central de Negócios que é compreendida pelas avenidas Rio Branco e Beira Mar, pelas praças da Republica, Tiradentes e ruas da Constituição e Sete de Setembro, também receberam adequações nas larguras das pistas

de rolamento e calçadas de modo a adequar as larguras existentes a introdução da via permanente do VLT.

Na área do projeto Porto Maravilha está prevista a implantação de aproximadamente 18,8 km de vias entre singela e dupla, assim como 9,2 km na Área Central de Negócios.

1.4.2. Projeto Básico

As seções transversais adotadas no projeto das vias do VLT variam de acordo com o tipo, ou seja, singela ou dupla.

Em função da largura do veiculo proposto para o projeto, de 2,40m, no caso da via singela foi adotada faixa com largura de 3,00 m e no caso de via dupla a largura será de 6,00 m, acrescidas das ilhas de segurança.

Na área do projeto *Porto Maravilha*, a inserção do VLT foi prevista com a utilização compartilhada das ruas do sistema viário proposto pelo mesmo, procurando lançar a posição deste no lado esquerdo da rua ou avenida, de modo a possibilitar, caso necessário, a utilização de uma faixa de trafego para circulação de ônibus urbano.

Nos trechos do projeto *Porto Maravilha* onde esta prevista a implantação de canteiro central para separação das pistas de rolamento foi aproveitado este espaço para e segregação da faixa do VLT de modo a se manter as faixas de trafego livre para os veículos urbanos

Os critérios de projeto que nortearam o projeto geométrico em planta e perfil basearam-se nas características do sistema viário existente e projetado pelo projeto *Porto Maravilha*, onde os alinhamentos horizontais das ruas e avenidas envolvidas no projeto do VLT apresentam características de ruas de trafego local. As características técnicas adotadas no projeto de geometria da via permanente são apresentadas na tabela seguir.

Tabela 1.4.1 – Critérios de Projetos

Critérios de Projetos	
Velocidade Máxima (km/h)	70
Velocidade Diretriz (km/h)	15
Largura do veiculo (m)	2,40
Comprimento do veiculo (m)	44,00
Altura do veiculo (m)	3,38
Bitola (m)	1,435
Largura da faixa singela (m)	3,00
Largura da faixa duplo sentido (m)	6,00
Raio mínimo curva na via (m)	25,00
Raio mínimo curva no pátio (m)	18,00
Comprimento de espiral (m)	12,00
Superelevação máxima (%)	0
Rampa máxima (%)	7
Raio mínimo vertical (m)	350,00
Gabarito vertical (m)	4,65

1.4.2.1. Traçado em Planta

Na área projeto *Porto Maravilha* para a elaboração do projeto de geometria da via permanente foi utilizada a base cartográfica, na escala 1:1000, dos desenhos contendo o projeto básico, desenvolvido e fornecido pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, onde estão apresentadas as soluções de reurbanização, inclusive para o sistema viário, na área compreendida pelas avenidas Rodrigues Alves, Francisco Bicalho, limite da área da Supervia e da avenida Rio Branco.

O projeto de geometria da via permanente na região do *Porto Maravilha* esta representado em planta pelos eixos de referencia identificados pelas respectivas Linhas Base (LB) com estaqueamento de 20 em 20m, bem como estão apresentados os respectivos elementos dos alinhamentos horizontais, tais como pontos de curva, pontos de tangencia e raios.

No projeto de geometria da via permanente na Área Central de Negócios foi utilizada a base da restituição aerofotogramétrica, na escala 1:1000, de 1999, com Datum Horizontal SAD69 e Datum Vertical – Marégrafo de Imbituba, para a definição dos alinhamentos das vias nas avenidas Rio Branco, Beira Mar, e nas ruas da Constituição, Sete de Setembro, praças da Republica, Tiradentes e XV de Novembro.

Em vista da desatualização referente à restituição na Área Central de Negócios foi efetuado um levantamento topográfico expedito de campo para a atualização dos dados e posterior utilização no projeto da via permanente, conforme detalhado no subitem 1.1.1.

O projeto de geometria da via permanente na Área Central de Negócios esta representado em planta pelos eixos de referencia identificados pelas respectivas Linhas Base (LB) com estaqueamento de 20 em 20m, bem como mostrados os respectivos elementos dos alinhamentos horizontais, tais como pontos de curva, pontos de tangencia e raios.

Nos pontos de mudança de direção da via permanente foi utilizada a geometria dos AMV's conforme detalhado a seguir.

Figura 1.4.1 – AMV 1 / 2.18 – R 25

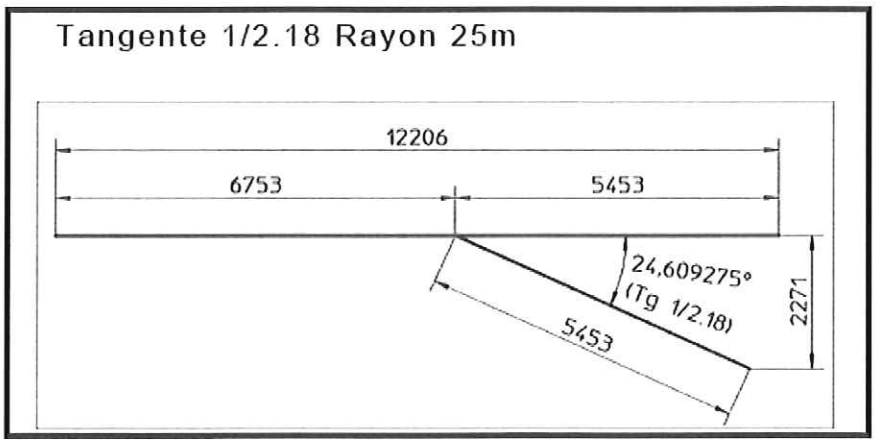


Figura 1.4.2 – AMV 1 / 4 – R 25

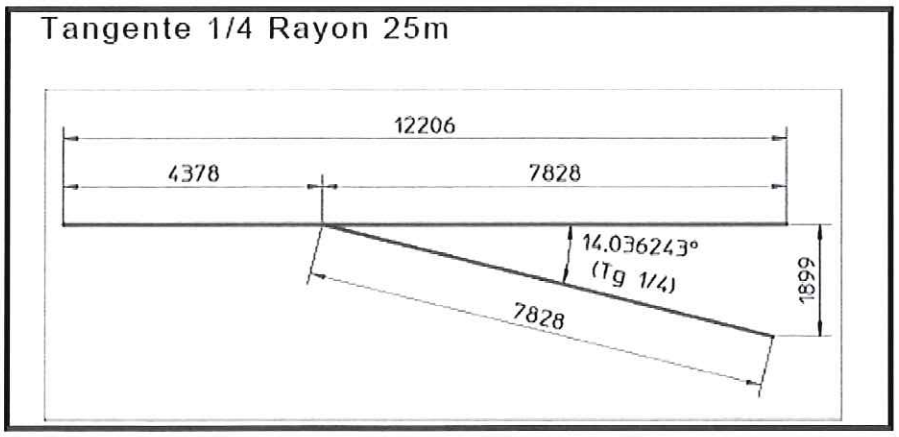


Figura 1.4.3 - AMV 1 / 4 – R 35

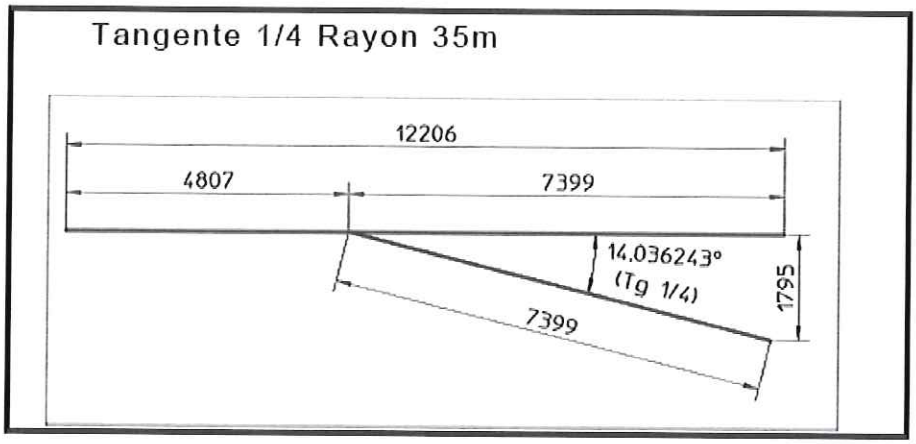


Figura 1.4.4 – AMV 1 / 6

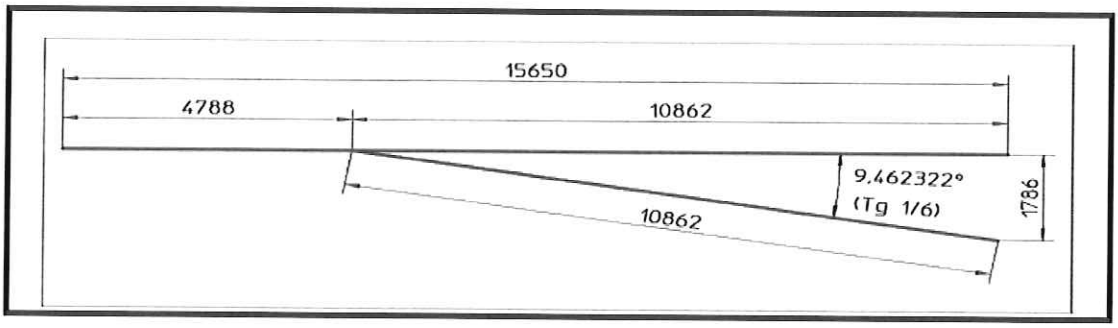
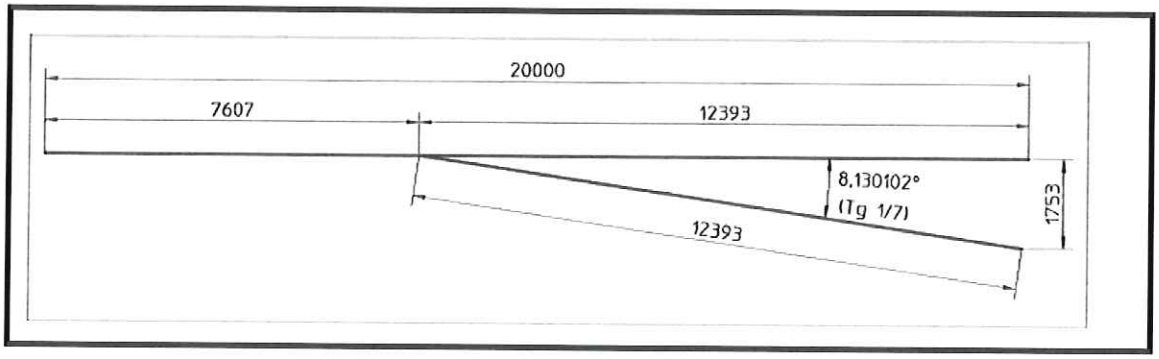


Figura 1.4.5 – AMV 1 / 7



Na execução do projeto de geometria da via permanente foi utilizado o levantamento de campo, porém a apresentação dos alinhamentos foi elaborada sobre a base da restituição onde são apresentadas informações adicionais, as quais não foram objeto de levantamento de campo.

Com a inserção da calha do VLT, as seções do projeto do *Porto Maravilha* deverão ser revisadas dentro da caixa existente, buscando-, sempre que possível, a utilização das áreas dos estacionamentos e das ciclovias com previsão de uso compartilhado com o tráfego geral.

Para os alinhamentos horizontais do VLT, nas ruas que compõem o trajeto, tanto na área do *Porto Maravilha* como na Área Central de Negócios, foi criada uma legenda de caracterização da faixa com o objetivo de diferenciá-la do tráfego de veículos em geral.

Essa legenda deverá representar a diferenciação de acabamento da faixa em comparação com o pavimento asfáltico das ruas. Consideramos a importância de se prever na faixa do VLT um piso intertravado para a segurança dos pedestres e dos veículos, tanto nos segmentos onde está previsto o tráfego compartilhado VLT – veiculo e VLT – pedestres em áreas de calçadão (via de pedestres).

A seguir apresentam-se os trajetos dos alinhamentos horizontais da geometria da via permanente na área do *Porto Maravilha* e Central de Negócios.

Tabela 1.4.2 – Descrição dos Eixos

Área Porto Maravilha	
Alinhamentos	**Percursos**
Eixo 100 (10)	Via Trilhos, Via B1, Via A1, avenidas Barão de Tefé, Rodrigues Alves, Praça Mauá e avenida Rio Branco.
Eixo 200	Rua Cmte. Garcia Pires, Via C1, rua Equador, Via B1, ruas da Gamboa, Pedro Ernesto, Praça Cel. Assunção, avenidas Venezuela, Barão de Tefé, Rodrigues Alves, Praça Mauá e avenida Rio Branco.
Eixos 500 e 700	Ruas Equador, Gen. Luis Mendes, Via D1, rua Pedro Alves, Via E1, ruas Nabuco de Freitas e das Américas, avenida Senador Pompeu, Praças Cristiano Otoni e Duque de Caxias, e avenida Marechal Floriano.
Eixos 1000 e 1100	Rua Santo Cristo, Túnel da Providencia e avenida Senador Pompeu.
Área Central de Negócios	
Alinhamentos	**Percursos**
Eixos 1400 e 1500	Praças Duque de Caxias e da Republica, ruas da Constituição, Sete de Setembro e Praça XV de Novembro.
Eixos 1700 e 1900	Avenidas Rio Branco, Beira-Mar e rua Jardel Jercolis.
Eixo 2000,2100, 2200	Avenidas Alfred Agache e General Justus

Em todos os percursos estão previstas paradas com plataformas no mesmo nível do piso interno do VLT, de modo a facilitar o acesso e reduzir o tempo de embarque e desembarque dos usuários. Alem dos pontos de paradas ao longo das vias, foram previstas 4 estações de transferência, Rodoviária, Central, Barcas e Santos Dumont. A área para implantação das oficinas de manutenção esta localizada próxima ao antigo Gasômetro, numa área lateral a rua São Cristovão, fora do polígono do projeto Porto Maravilha.

1.4.2.2. Traçado em Perfil

O projeto do traçado em perfil da via permanente na área do *Porto Maravilha* e na Área de Negócios esta representada na mesma posição do eixo de locação do alinhamento horizontal e denominado Linha de Perfil (LP), com estaqueamento de 20 em 20 m, bem como mostrados os respectivos elementos dos alinhamentos verticais, tais como pontos de curva, pontos de tangencia, rampas, comprimentos de curva de concordância vertical, cotas do topo do boleto e terreno natural.

Como os desenhos do projeto *Porto Maravilha* não apresentam a base cartográfica, lançaram-se os alinhamentos horizontais das vias permanentes sobre a base da restituição aerofotogramétrica de 1999 para a obtenção do perfil longitudinal dos pavimentos das ruas onde o projeto se desenvolve.
A partir dessas informações foram lançados os greides de projeto os quais correspondem ao topo do boleto.

Como as informações da base aerofotogramétrica apresentam poucos pontos de controle, as cotas ao nível das ruas apresentam algumas discrepâncias que deverão ser resolvidas na fase de detalhamento dos projetos executivos.

Devido aos aspectos já mencionados, nos trechos do VLT onde a via é dupla foi lançado somente um perfil longitudinal considerando-se que as duas vias deverão estar com o mesmo nível do topo do boleto.

Como na maioria das ruas o VLT deverá compartilhar o tráfego com os veículos, o greide proposto deve acompanhar as declividades existentes mantendo topo do boleto no mesmo nível da pavimentação.

1.4.2.3. Documentos Resultantes

O projeto geométrico básico do VLT na área do *Porto Maravilha* e na Área Central de Negócios esta apresentado nos seguintes documentos constantes da tabela a seguir.

Tabela 1.4.3 – Desenhos Projeto Geométrico

Projeto Básico - Área Porto Maravilha	
Código do Documento	**Titulo**
DE-1998/01-INge-001 a 007	Eixo 100 (10)
DE-1998/01-INge-008 a 013	Eixo 200
DE-1998/01-INge-014 a 022	Eixo 500
DE-1998/01-INge-023 a 024	Eixo 1000 e 1115
Projeto Básico - Área Central de Negócios	
Código do Documento	**Titulo**
DE-1998/01-INge-027 a 030	Eixo 1400 e 1500
DE-1998/01-INge-031 a 035	Eixo 1700 e 1900
DE-1998/01-INge-038 a 040	Eixo 2000, 2100 e 2200
Seções	
Código do Documento	**Titulo**
DE-1998/01-INge-036-037	Seções Tipo

1.5. DIMENSIONAMENTO DA VIA PERMANENTE

Os dimensionamentos das estruturas dos diferentes tipos de pavimentos seguem as seguintes normas e procedimentos:

- revestimento com blocos pré-moldados de concreto: Resistência de 50 MPa, atendendo as normas NBR 9780 e NBR 9781;
- pavimento rígido: Metodologia usual de Dimensionamento de Pavimento Rígido de Concreto da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) - versão de 1993.

A via permanente do VLT terá algumas variações e características conforme segue:

- via simples cujo pavimento terá largura de 3,0 m;
- via dupla cujo pavimento terá 6,0m de largura;
- revestimento com blocos intertravados de concreto, marcando assim a faixa do VLT;
- trecho em regiões gramadas onde a camada de revestimento de 20cm é de terra vegetal e grama;
- trechos com isolante com manta elastométrica.

Os detalhes das diversas seções podem ser melhor compreendidos no desenho de seções típicas.

1.5.1. Características dos Solos do Subleito

A via permanente do VLT percorre predominantemente em áreas de aterros superficiais antigos, conforme apresentado no relatório geológico-geotécnico, onde não há como detalhar os trechos de solos com diferentes comportamentos geomecânicos.

Adotou-se para efeito de pré-dimensionamento dos pavimentos a serem implantados na área do *Porto Maravilha* e adjacências como valor de projeto para a capacidade de suporte do subleito, o valor de CBR_P = 5,0%.

Por ser a região por onde trafegará o VLT uma área urbana com ruas com tráfegos intensos de longa data, considera-se que os terrenos superficiais estão consolidados. Mesmo considerando este fato, o valor acima adotado, relativamente a favor da segurança, é recomendado para efeitos de pré-dimensionamento.

Os materiais empregados no reforço do subleito especificado para a garantia de capacidade de suporte devem possuir as seguintes características:

- pertencer aos grupos de classificação MCT, determinado conforme DER M196, especificados no projeto básico;
- o subleito deverá possuir CBR ≥ 5% e expansão ≤ 2%;
- nos cortes onde o material do subleito não apresentar CBR mínimo de 5%, deverá ser realizada a substituição do material, numa espessura mínima de 0,40 m, com materiais que atendam os parâmetros CBR ≥ 5% e expansão ≤ 2%.

Nas eventuais áreas de transição de aterros para cortes ou para superfícies rígidas, deverá ser executada a escavação e remoção de 0,60 m abaixo da cota de implantação da estrutura do pavimento. A extensão mínima de remoção deverá ser de 2,0 metros. O material escavado deve ser substituído por materiais com as mesmas características do subleito especificado no projeto.

Para os dimensionamentos dos diferentes tipos de estruturas de pavimentos foram considerados os seguintes pressupostos básicos:

- deverá haver sempre uma drenagem superficial adequada e o lençol d'água subterrâneo deverá estar rebaixado a pelo menos 1,50 m em relação ao greide do subleito;
- sempre que um segmento apresentar capacidade de suporte do subleito CBR_{SL} inferior ao valor do CBR_P de projeto ou expansão superior à 2,0%, deverá haver substituição de solos abaixo do greide da terraplenagem concluída, por solos provenientes de caixas de empréstimos que tenham CBR superior ao preconizado no projeto e expansão inferior à 2,0%, na espessura indicada na Tabela 1.5.1.

Tabela 1.5.1 - Espessuras Mínimas Recomendadas para Substituição de Solos Inadequados

Capacidade de Suporte CBR (%)	Expansão (%)	Espessura Mínima de Substituição de Solos
2% ≤ CBR < 3%	2% < Exp. ≤ 5% Exp. > 5%	60,0 cm 80,0 cm
3% ≤ CBR < 5%	2% < Exp. ≤ 5% Exp. > 5%	40,0 cm 60,0 cm

As camadas constituintes da estrutura do pavimento deverão ser executadas de acordo com especificações técnicas da Secretaria de Obras da Cidade do Rio de Janeiro, e na sua inexistência, de acordo com as especificações técnicas da PMSP/SP, da DERSA , do DNIT ou outra aplicável.

1.5.2. Tráfego

Pelo fato de não ter disponível avaliação do volume de tráfego previsto para o período de projeto, foi considerado o padrão "tráfego muito pesado", o que corresponde à função predominante de via arterial principal ou expressa, de acordo com a classificação de vias constante na Instrução para Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto, da PMSP/SP - IP-06.

Em vias de tráfego "muito pesado", o volume diário médio inicial, na faixa mais carregada de veículos leves é superior a 10.000 unidades e de caminhões e ônibus encontra-se no intervalo entre 1001 e 2000 unidades, o que corresponde a um número "N característico" de $5x10^7$ solicitações do eixo simples padrão de 8,2 toneladas (82 kN) para o período de projeto de 12 anos. Portanto será adotado o número "N" de 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão de 8,2 toneladas para o período de projeto de 12 anos para efeito de dimensionamento das estruturas dos pavimentos. Este "N característico" adotado equivale a $3x10^7$ para o período de projeto de 20 anos ou $2x10^7$ para o período de 30 anos.

Cabe ressaltar que nos trechos de via pública por onde trafegará o VLT foi considerado livre acesso de veículos além das composições do VLT.

1.5.3. Dimensionamentos das Estruturas dos Pavimentos

1.5.3.1. Revestimento com Blocos Pré-Moldados de Concreto

O revestimento com do pavimento com blocos pré-moldados de concreto não carece de dimensionamento em vista de estar assente sobre camadas de concreto, apenas demonstra-se neste relatório a necessidade de sua resistência ser compatível com o tráfego muito pesado para evitar o desgaste superficial. Serão utilizadas as diretrizes constantes das normas NBR 9780 e NBR 9781.

As espessuras dos blocos do revestimento podem variar de 6,0 a 10,0 cm em função do tráfego atuante, conforme quadro abaixo reproduzido. Para tráfego muito pesado (número característico N = $5x10^7$, solicitações do eixo padrão de 82kN), as normas recomendam adotar espessura mínima de 10cm para os blocos intertravados.

No entanto, em vista do pavimento estrutural ser de concreto, os blocos de concreto intertravados foram considerados apenas como revestimento, devendo ter resistência superior para o combate ao desgaste superficial, por isso foi adotada a resistência característica a compressão simples de 50 MPa.

Os blocos intertravados de concreto deverão atender às exigências das Normas Brasileiras NBR 9780 e NBR 9781 – Peças de Concreto para a Pavimentação, e apresentam as seguintes características:

- forma e dimensões das peças de concreto: as peças de concreto mais utilizadas em pavimentação são definidas como: peça pré-moldada, de formato geométrico regular, com comprimento máximo de 40 cm, largura mínima de 10,0 cm e altura mínima de 6 cm. O recomendado é seção em planta de 10 cm x 20 cm;
- camada de assentamento: areia de assentamento com espessura compactada de 5 cm, podendo variar de 3 a 5 cm;
- rejuntamento: os blocos pré-moldados deverão ser rejuntados com mistura de areia e cimento na proporção 3:1.

Tabela 1.5.2 – Espessura e Resistência dos Blocos de Revestimento

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^6$	6,0 a 6,5 cm	35 Mpa
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

1.5.3.2. Pavimento Rígido

Para o dimensionamento da estrutura de pavimento rígido de concreto será empregada a metodologia usual de dimensionamento de pavimento rígido de concreto da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), versão de 1993, em

VLT CARIOCA S/A

que empiricamente considera os efeitos de fadiga e durabilidade dos materiais do pavimento.

O revestimento de blocos intertravados de concreto colabora, nesse pré-dimensionamento, na estrutura do pavimento rígido apenas através da melhor distribuição das cargas de rodas, cujas tensões se espraiam, melhorando as condições de carregamento da placa de concreto do pavimento.

Foram adotadas as seguintes hipóteses:

- confiabilidade (R) - em função da classe funcional do sistema viário em questão, foi adotado nível de confiabilidade igual a 90%;
- desvio padrão (So) - o desvio padrão representativo das condições locais foi adotado igual a 0,35;
- perda de serventia de projeto (ΔPSI) - foram considerados índice de serventia inicial (Pi) igual a 4,5 e índice de serventia ao final do período de projeto (Pt) igual a 1,0;
- coeficiente de transferência de carga (J) - foi considerado o coeficiente de transferência de carga (J) igual a 3,0;
- coeficiente de drenagem (Cd) - considerando que o local terá uma boa qualidade de drenagem, em virtude da adoção de drenos de pavimento e de dispositivos de drenagem superficial, e que a porcentagem relativa ao tempo em que a estrutura de pavimentação estará exposta a níveis de umidade próximos à saturação é muito baixa, adotou-se coeficiente de drenagem igual a 1,00.

Com os valores dos parâmetros adotados anteriormente, calculou-se a espessura necessária de pavimento rígido (D em polegadas) que atende ao tráfego solicitante, conforme a seguinte equação:

$$\log(W_{18}) = Zr.So + 7{,}35\log(D+1) - 0{,}06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{3{,}0}\right)}{1+\frac{1{,}624x10^{7}}{(D+1)^{8{,}46}}} + (4{,}22 - 0{,}32Pt)\log\left\{\frac{Sc.Cd(D^{0{,}75}-1{,}132)}{215{,}63.J\left[D^{0{,}75}-\frac{18{,}42}{\left(\frac{Ec}{K}\right)^{0{,}25}}\right]}\right\}$$

onde:

W_{18}	-	N de solicitações do eixo simples padrão de 8,2 tf -	$5x10^7$;	
Zr	-	nível de confiabilidade	90%;	
S_o	-	desvio padrão da previsão do tráfego	0,35;	
D	-	espessura da placa de concreto (polegadas)	11" -	27,9cm;
ΔPSI	-	perda de serventia = (P_i - P_t)	3,5;	
Pi	-	índice de serventia ao início do período de projeto	4,5;	
Pt	-	índice de serventia ao final do período de projeto	1,0;	
Sc	-	módulo de ruptura do concreto de cimento Portland (psi)	653psi	4,5MPa;
Cd	-	coeficiente de drenagem	1,0;	
J	-	coeficiente de transferência de carga	3,0;	
E_c	-	módulo de elasticidade do concreto de cimento Portland (psi)	3843560	26500;
K	-	módulo de reação do sistema	791pci	215MPa.

Apresenta-se a seguir a memória de cálculo da espessura de placa, que resultou numa espessura de:

D = 28 cm

A seguir apresentam-se os parâmetros adotados para a carga, pressão, área de aplicação da carga e disposição das tensões atuantes na camada de CCR:

- carga (eixo tandem duplo) = 17,0 t = 170 KN;
- pressão = 6,40 kgf/cm²;
- área de aplicação da carga (área de contato de cada pneu) = 332,03cm²;
- a carga foi posicionada em diversos pontos da placa de concreto de CCP para a obtenção da tensão de tração máxima atuante na fibra inferior da camada de CCP e de CCR.

As propriedades físicas e mecânicas dos materiais empregados foram:

- placa de concreto de cimento portland (CCP):

  - módulo de elasticidade - 265.000 kgf/cm² - 265.000 MPa;
  - densidade - 2.400 kg/m³;

- camada de base de concreto:

  - módulo de elasticidade - 200.000 kgf/cm² - 20.000 MPa;
  - densidade - 2.400 kg/m³;

- camada de sub-base de BGS:

  - módulo de elasticidade - 2.000 kgf/cm² - 200 MPa;
  - densidade - 2.100 kg/m³;

- camada de reforço do subleito de solos selecionados (CBR > 10%):

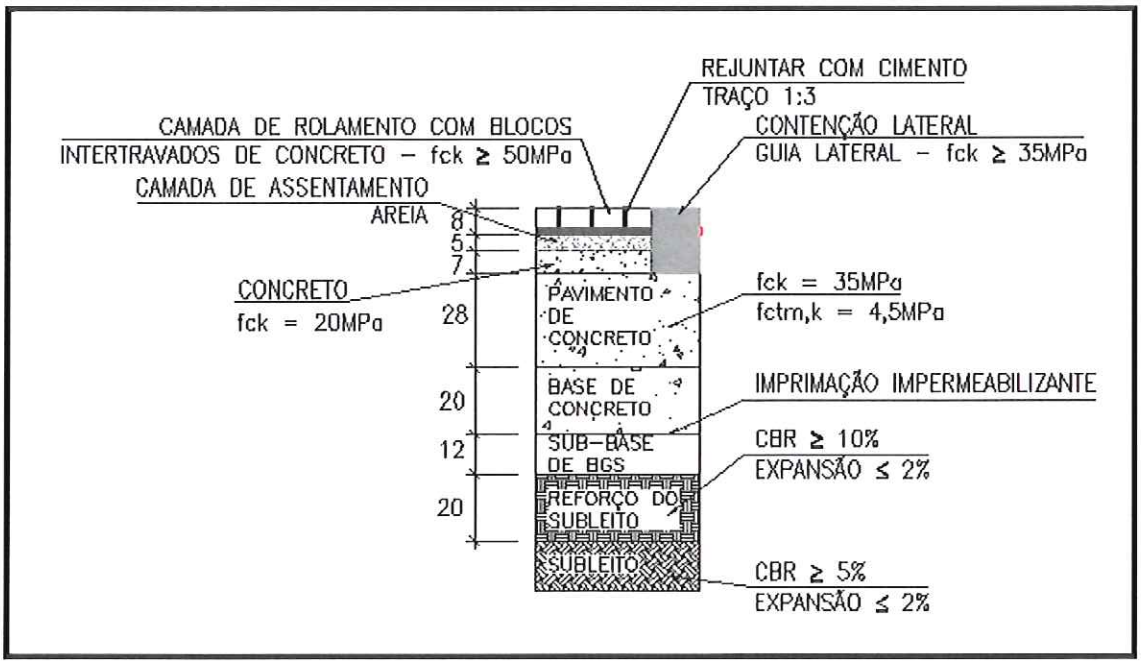
  - módulo de elasticidade - 1.000 kgf/cm² - 100 MPa;
  - densidade = 1.700 kg/m³;

- subleito: apresenta uma capacidade de suporte de projeto CBR de 5%, o que corresponde a um coeficiente de recalque k = 38 MPa/m. Considerando uma camada de reforço do sub-leito de solos selecionados com 20 cm de espessura, uma camada de sub-base de BGS com 12 cm de espessura e uma camada de base de concreto 20 cm de espessura, obtêm-se um valor de k correspondente a 215 MPa/m.

Verifica-se através dos resultados obtidos com o programa computacional EverFE 2.24 que a tensões de tração atuantes na flexão são inferiores às tensões admissíveis. Portanto a estrutura de pavimento rígido dimensionada pelo método da AASHTO/93 é suficiente para atender ao tráfego previsto (N = 5 x 10^7 solicitações do eixo simples padrão de 8,2 toneladas) para o período de projeto de 20 anos.

O pavimento da via permanente a ser implantado, deverá apresentar uma estrutura conforme seção tipo apresentada na figura a seguir.

Figura 1.5.1 – Seção típica a ser adotada



Sempre que um segmento apresentar capacidade de suporte do subleito CBR_{SL} inferior ao valor do CBR_P de Projeto e/ou expansão superior a 2,0% deverá haver substituição de solos em toda a largura da plataforma por solos provenientes de caixas de empréstimos que tenham CBR superior ao preconizado no projeto na espessura determinada na Figura 1.5.3.

Os solos do subleito (camada final de terraplenagem) deverão ser escarificados, umedecidos e compactados na profundidade de 20,0 cm abaixo do greide preparado para receber o pavimento, na energia de, no mínimo, 100% do Proctor Normal.

A execução dos serviços de pavimentação deverá seguir rigorosamente as instruções de execução e de materiais apresentadas nas especificações técnicas da Secretaria de Obras da Cidade do Rio de Janeiro, da PMSP/SP, do DNIT ou do DERSA, listadas na Tabela 1.5.3, sem as quais estes dimensionamentos não terão validade.

Tabela 1.5.3 – Especificações técnicas específicas

Designação	Especificação Técnica
Brita Graduada Simples	PMSP/SP ESP-06/92
Concreto de Cimento Portland	DERSA ET-P00/018
Pavimento Intertravado (Blocos Intertravados e Areia de Assentamento)	ABNT MRB-9780 e NBR-9781
Reforço do Subleito com Solos Selecionados (CBR $\geq$ 10%)	PMSP/SP ESP-02/92
Melhoria do Subleito e Preparo do Leito	PMSP/SP ESP-01/92

1.5.4. Definição do Tipo de Trilhos

A determinação do perfil dos trilhos da via permanente para veículos leves sobre trilhos – VLT depende dos esforços a que essa via será submetida pelo material rodante.

No entanto, outras condicionantes foram examinadas no presente caso em que a superestrutura ferroviária da via permanente será coberta até o nível do topo do boleto: sistema em que os trilhos podem ter assentamento contínuo, sem esforços de flexão (alternativa A) ou sobre placas de fixação, com flexão no trilho (alternativa B).

A altura do perfil do trilho influi na espessura do concreto que envolve o trilho e também na altura do enchimento resiliente que o envolve, e a largura do patim do trilho influi na largura das palmilhas e da canaleta com o enchimento. O enchimento deve ser suficientemente rígido para garantir a bitola da via e evitar a torção dos trilhos. O uso de fixações a cada 0,60 m para os trilhos assegura melhor a bitola da via, no entanto submete os trilhos a esforços de tração.

O tipo de trilho adotado *vignole* ou *grooved* (labial / garganta) influi nas dimensões e forma das jaquetas de revestimento (enchimento). A difícil execução do "encaixe" para o friso das rodas, nos trechos de travessia veicular e nos trechos compartilhados, no caso de adoção de trilhos tipo *vignole*, leva a escolha da opção mais conveniente, ou seja, a adoção do trilho tipo *grooved* (garganta).

Para melhor ilustrar esta condição, pode se observar as duas figuras abaixo.

Figura 1.5.2 – Alternativa em perfil "vignole"

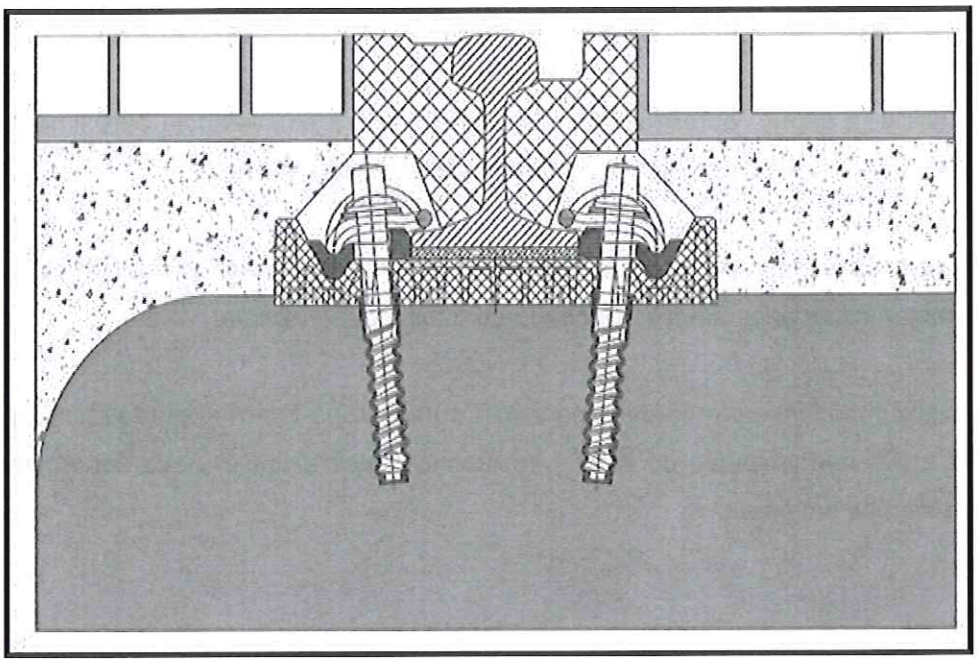
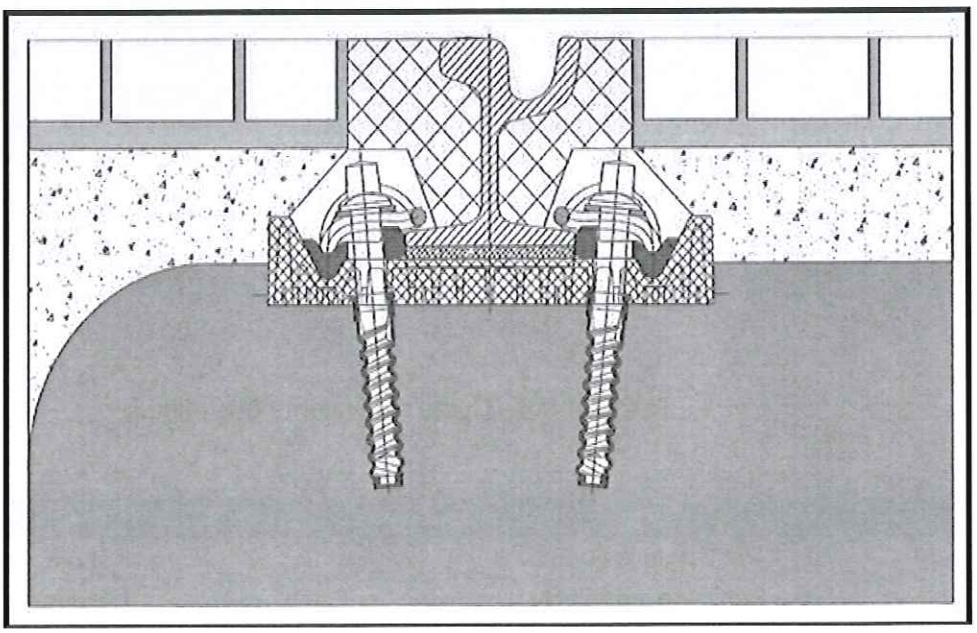


Figura 1.5.3 – Alternativa em perfil "Grooved (garganta)"



Outra condicionante é o custo do perfil. As siderúrgicas brasileiras não produzem, no momento, trilhos, o que implica na necessidade de importação dos mesmos.

A tabela, a seguir, apresenta as características e a equivalência aproximada de custo por metro linear entre os mesmos, verificados no mercado europeu.

O custo dos AMV com trilhos tipo labial (*grooved*) é superior ao AMV, com as mesmas características geométricas, fabricado com trilhos tipo *vignole*.

Em algumas vias permanentes para VLT's na Europa foram adotados também os trilhos 55 G1 (nova denominação do 35GP) em trechos retos e 55G2 (nova denominação do 41GP) em trechos em curva.

Tabela 1.5.4 - Características dos trilhos

TABELA COMPARATIVA DE CARACTERISTICA							
Trilho	Tipo	Aplicação	H	B	G	Ixx	S
			(altura)	(Base)	(massa)	Mom Iner	área
			mm	mm	Kg/m	m4	m²
Ri54G2	Grooved	Trem / Metrô / VLT	152,5	141,5	54,25	2,05E-03	6,91E-03
49 E 1	Vignole	Metrô / VLT	149,0	125,0	49,43	1,82E-05	6,30E-03
55 G 1	Grooved	Metrô / VLT	152,5	141,5	54,78	2,08E-05	6,98E-03
55 G 2	Grooved	Metrô / VLT	152,5	141,5	56,28	2,09E-05	7,17E-03

Tabela 1.5.5 - Custo equivalente dos trilhos

Custos médios equivalente entre trilhos m	
Perfil vignole 49 E 1	1 / m
Perfil Groved Ri 55N	1,11 / m
Perfil Groved 55 G 1	1,26 / m
Perfil Garganta 55 G 2	1,34 / m

1.5.4.1. Escolha dos Trilhos

Baseados nas considerações anteriores e na verificação de resistência foram analisados dois perfis de trilho:

Perfil *Grooved* (garganta) Ri 54G2 para via corrida:

As vantagens e condicionantes para a utilização do trilho tipo *grooved* (garganta) são:

- todas as vias terão plataforma coberta até o nível do topo do boleto;
- há diversos trechos com travessias veiculares no traçado da via corrida;
- nos trechos da via corrida são previstos poucos travessões e AMV's.

Perfil 49E1 (vignole) ou perfil Ri 54G2 (*grooved*) no pátio de estacionamento e manutenção:

O perfil *vignole* 49E1, nova denominação dada ao antigo S49, é melhor se tratatando de via permanente assentada sobre dormentes e lastro. Mesmo nas valetas de inspeção e manutenção e nas vias internas dos blocos poderá ser adotada a solução de via concretada até o nível do topo do boleto, com os trilhos 49E1, uma vez que os veículos sobre pneus trafegam sobre elas a baixas velocidades.

Outra vantagem da utilização do trilho 49E1 é a maior quantidade de travessões e AMV's no pátio e que a transição para o trilho perfil garganta só ocorrerá na entrada da via corrida para o pátio.

No entanto, adotando para o pátio a alternativa com o pavimento em nível com o topo do boleto, a utilização do trilho perfil garganta Ri 54G2 é mais conveniente, evitando-se também a necessidade de transição.

1.5.4.2. Características dos Perfis Analisados

Apresenta-se a seguir as características dos trilhos em perfis *vignole* 49E1 e *grooved* (garganta) Ri 54G2.

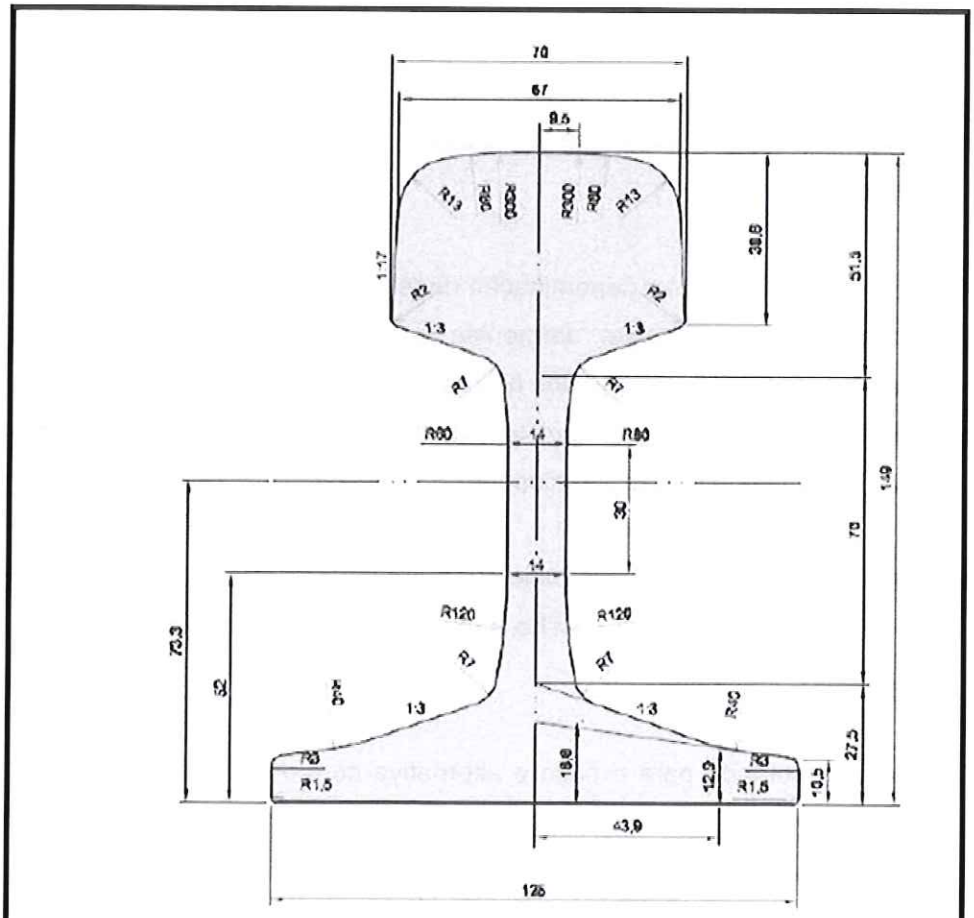
VLT CARIOCA S/A

Para ambos os trilhos, 49 E 1 e Ri 54 G 2, nas vias corridas e no pátio é recomendável que tenham resistência mínima à tração de 900 N/mm².

A resistência à tração dos componentes dos AMV's e dos trechos em curvas de raios menores do que 150 m na via corrida não deverá ser inferior a 1.300 N/mm².

Por facilidade operacional, optou-se pela adoção de um único perfil de trilho - Ri 54G2 para todas a rede do VLT, incluindo as vias do pátio.

Figura 1.5.4 – Características do trilho 49E1 - *Vignole*

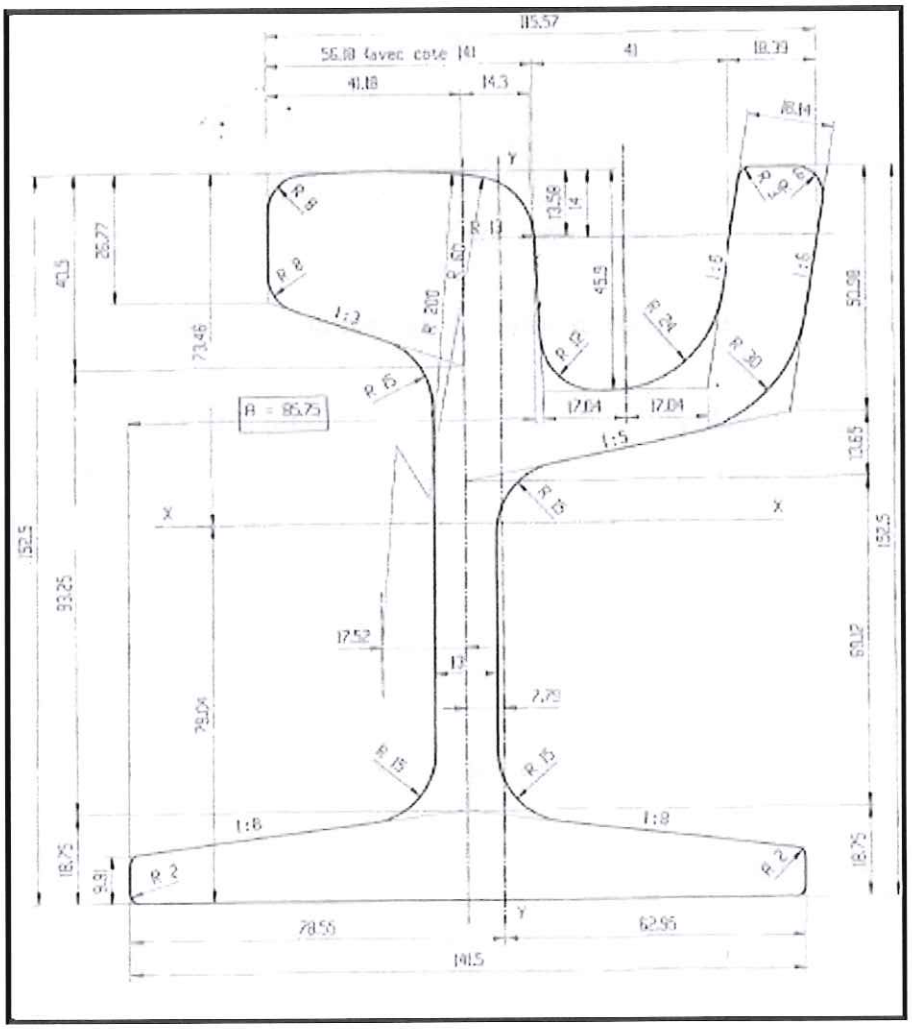


CARACTERÍSTICAS RESISTENTES

G = 49,43 kg / m S = 62,97 cm²

I_x = 1819 cm⁴ $W_{x\,inf}$ = 248,20 cm³ $W_{x\,sup}$= 240,20 cm⁴

Figura 1.5.5 – Características do trilho Ri 54G2 – Labial (*Grooved*)



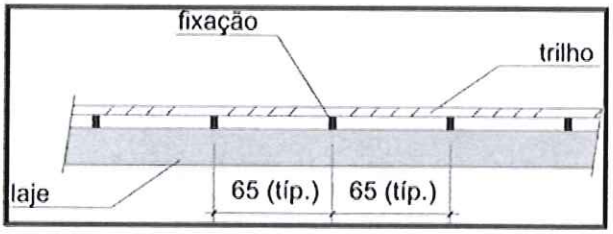
G = 54,25 kg/m S = 69,11 cm² Ix = 2047 cm⁴

I_Y = 740 cm⁴ W_Y = 98,67 cm³

1.5.4.3. Estudo de Deformação do Trilho Adotado

Para a análise das deformações do trilho Ri 54G2 foram adotados os seguintes parâmetros:

Esquema gráfico:



Esforços nos trilhos (provenientes do modelo de cálculo):

$Mk,máx^{+} = 0,63$ tf.m → $M_d^{+} = 1,4 \times 0,63 = 0,88$ tf.m

M_k, máx -= -0,31 tf.m → $M_d^{+} = 1,4 \times (-0,31) = -0,43$ tf.

Dados geométricos dos trilhos:

$W_{x,inf} = 168,00\ cm^3$

$W_{x\,sup} = 444,10\ cm^3$

$F_y = 2,50\ tf/cm^2$ (Limite de Escoamento do Aço)

Momentos resistentes:

M, RES + = 0,6 x FY x W = 0,6 x 2,50 x 168,00 = 252 tf.cm = 2,52 tf.m > MD+

M,RES" = 0,6 x FY x W = 0,6 x 2,50 x 444,10 = 666 tf.cm = 6,66 tf.m > MD"

Com base nas análises acima se concluí que o trilho Ri 54 G 2 atende às solicitações de cálculo.

1.5.4.4. Soldagem dos Trilhos

Os trilhos de VLT's são soldados, normalmente, de forma contínua, e para tal é condicionante a fixação solida e a resistência contra deslocamentos laterais dos trilhos. A tabela a seguir mostra as situações em que diferentes processos de solda são aplicados.

Todavia o tratamento térmico antes e depois da soldagem propriamente dito é muito importante para evitar alterações estruturais nestes locais que podem ter um impacto negativo na dureza do aço.

Tabela 1.5.6 - Características dos diferentes processos de solda

Processo de Soldagem				
Tipo	Solda por Caldeamento	Solda Aluminotérmica	Solda com Gás	Soldagem em Arco
Área de Execução	Oficina ou máquina de solda móvel	Via	Via	Via
Tempo	-	15 min	5 min	10 min
Até aço (Resistência a Tração Mínima)	1080 MPa	1080 MPa	885 MPa	885 MPa
Materiais necessários	Nenhum	Porção de Thermite	Vareta para Solda	Eletródos
Execução	Automático	Parcialmente Automático	A mão	A mão
Possibilidade de Erros de Execução	Baixo	Baixo	Alto	Alto
Tratamento Térmico da Solda	Aquecimento após a soldagem para trilhos > 885 MPa	Pré-Aquecimento de todos os trilhos aquecimento após soldagem para trilhos > 885 MPa	Pré-aqueciment o para trilhos > 685 MPa	Pré-aquecimento para trilhos > 685 Mpa, pré-aquecimento e aquecimento após a soldagem para trilhos > 885 MPa

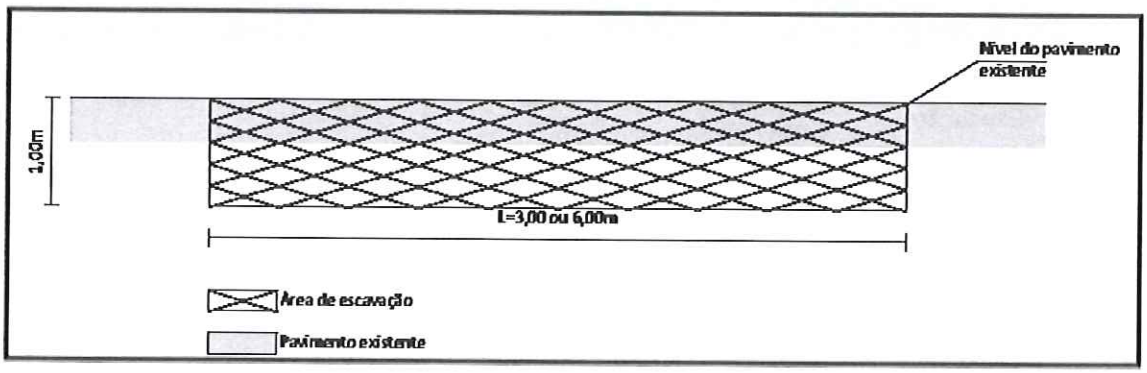
1.6. PROJETO BÁSICO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem do VLT do Rio apresenta uma característica particular, visto que deverá ser um processo de escavação inserido em uma área já urbanizada onde a pavimentação do sistema viário já esta consolidada. As escavações deverão encontrar uma camada correspondente à estrutura do pavimento existente que apresenta características particulares e abaixo deste encontra-se o subleito.

Conforme descrito anteriormente no dimensionamento da estrutura da via permanente, a característica do solo local é muito heterogênea apresentando capacidade de suporte de CBR da ordem de 5%.

De acordo com resultado do dimensionamento haverá uma escavação da caixa para a estrutura da via permanente da ordem de 1,00m de espessura, conforme mostrado na figura a seguir.

Figura 1.6.1 – Caixa de escavação para a via permenente



Parte da escavação será composta de material de diversas categorias pertencentes ao pavimento da rua e abaixo deste poderá inclusive ocorrer o surgimento de materiais de baixa capacidade de suporte e elevada umidade, bem como materiais pétreos os quais deverão ser descartados.

Caso sejam encontrados materiais que necessitem de substituição, bem como materiais excedentes das escavações para a abertura das valas, estes deverão ser encaminhados às áreas destinadas ao depósito de material excedente.

Os volumes de terraplenagem resultantes dessas escavações foram calculados multiplicando-se as extensões pelas seções das vias singelas e duplas.

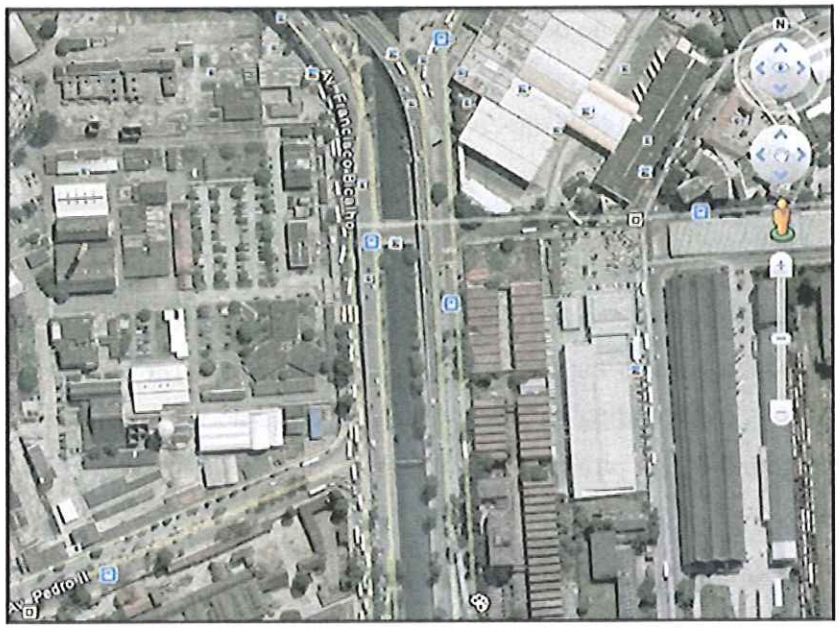
Os volumes resultantes das escavações foram considerados como material excedente e enviado a bota fora numa distância de transporte da ordem de 36 km. Caso haja necessidade de reforço de subleito, o material decorrente do desmonte do pavimento será analisado e verificada a possibilidade de sua utilização para este fim.

1.7. PROJETO BÁSICO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

1.7.1. Passarela de Pedestre sobre o Canal do Mangue

O presente tópico apresenta a solução de fundações para a passarela de pedestres sobre o canal do Mangue para interligação da estação Rodoviária do VLT com a estação de transbordo do BRT Transbrasil, a ser construída sobre o canal do Mangue. A Foto 1.7.1 mostra a região aonde o mesmo será implantado.

Foto 1.7.1 – Região a ser implantada passarela sobre o canal do Mangue



Para as investigações geotécnicas da região adotou-se as informações disponíveis relativas a sondagens realizadas em obras próxima a área de implantação do pontilhão. Pelo histórico das edificações e por informações obtidas junto à Fundação Geo-Rio, foi estimado o comprimento das fundações, conforme detalhado a frente.

Foram adotadas estacas pré-moldadas para as fundações em questão devido ao nível d'água elevado e à magnitude das cargas.

Tendo-se em vista o nível das cargas dos edifícios em questão, as condições geológico-geotécnicas e o histórico de fundações de edifícios da região, recomenda-se adotar para as fundações do projeto básico estacas pré-moldadas de concreto com as recomendações descritas no item 1.7.3. Abaixo seguem as características dessas estacas:

- quantidade de estacas e carga estrutural admissível, aplicada na cabeça das estacas, para cargas permanentes mais acidentais, sem o efeito do vento: estacas Ø 25 cm (ou a equivalente quadrada de 21,5x21,5 cm) para 30 tf (□c = 6,5MPa);
- admite-se acréscimo de 30% nas cargas admissíveis acima quando o efeito do vento for também considerado (somente para verificação);
- concreto com fck de acordo com as normas da ABNT;
- profundidades estimadas em 25m a partir da cota de implantação da edificação (os resultados de cravação dessas estacas deverão ser confirmados em campo).

É importante lembrar que esses comprimentos são estimativas baseadas em cálculos semi-empíricos. O comprimento final da estaca será definido após as análises de nega e repique elástico.

Para a elaboração do projeto executivo serão necessários alguns ensaios geológico-geotécnicos, tais como as sondagens à percussão (SPT) e os ensaios de penetração do cone (CPT'u) com medida de pressão neutra. Deverão ser executados, no mínimo, 8 furos de sondagem SPT, na proximidade dos pilares da passarela, ao longo da mesma.

1.7.2. Recomendações Gerais sobre Fundações

Quando da execução das fundações, deverá ser observado os seguintes pontos:

- limpar em volta do furo para que não caiam detritos no fundo durante a execução;
- cravar no terreno a camisa metálica até cerca de 2 m de comprimento, e diâmetro 10 cm maior do que o da estaca, garantindo o contato íntimo com o solo e, simultaneamente, proteger o topo das escavações;
- iniciar a escavação da estaca simultaneamente ao lançamento do fluído estabilizante, cuidando-se para que o seu nível esteja sempre, no mínimo, 1,50 m acima do lençol freático;
- atenção para o prumo e o nível de lama bentonítica durante a escavação;

- uma vez terminada a escavação e antes da concretagem, deve ser verificada a porcentagem de areia em suspensão na lama (ver especificação na Tabela 1.7.4.) e, em função deste valor, deve-se proceder à sua troca ou desarenação, para garantir a qualidade durante toda a escavação. Tratando-se do polímero (ver especificação do fluido na Tabela 1.7.6), a decantação é imediata, não necessitando de desarenação, apenas limpeza do fundo;
- atingida a cota de ponta de projeto, proceder à primeira limpeza do fundo com a própria ferramenta de escavação, removendo-se a pasta viscosa e densa;
- colocar a armação, prevendo-se passagem para o tubo tremonha e a utilização de roletes para garantir o cobrimento de projeto;
- a concretagem (ver especificação na Tabela 1.7.3) da estaca deve ser submersa e contínua, devendo ser feita até, no mínimo, 50cm acima da cota de arrasamento;
- após a cura, desbastar o concreto superficial da cabeça da estaca antes da concretagem do bloco;
- não se devem executar estacas com espaçamento inferior a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12 horas. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro;
- é obrigatório, segundo a NBR 6122/210, a execução de prova de carga estática conforme critérios apresentados na Tabela 1.7.1.

Os critérios acima são válidos para as seguintes condições:

- áreas onde haja experiência prévia com o tipo de estaca empregado.
- onde não houver particularidades geológico-geotécnicas;
- quando não houver variação do processo executivo padrão;
- quando não houver dúvidas quanto ao desempenho das estacas.

Tabela 1.7.1 - Quantidade de Provas de Cargas Estáticas (NBR 6122/2010)

□c [MPa][1]	N[2]
5,0	75

Nota 1: O valor mostrado refere-se à tensão admissível máxima abaixo da qual não serão obrigatórias provas de carga, desde que o número de estaca da obra seja inferior ao número mostrado na outra coluna.

Nota 2: O valor mostrado refere-se ao número total de estacas da obra a partir do qual serão obrigatórias provas de carga.

VLT CARIOCASIA

Quando as condições não ocorrerem, devem ser feitas provas de carga em, no mínimo, 1% das estacas, observando-se um mínimo de uma prova de carga (conforme NBR 12131), qualquer que seja o número de estacas.

As provas de carga executadas exclusivamente para avaliação de desempenho devem ser levadas até que se atinja, pelo menos, 1,6 vezes a carga admissível ou até que se observe um deslocamento que caracterize ruptura.

Os parâmetros a serem utilizados no dimensionamento das estacas devem seguir a especificação contida na Tabela 1.7.2, conforme diretrizes da NBR 6122/2010.

O fluido preparado com o polímero deve apresentar as propriedades indicadas na Tabela 1.7.4.

Tabela 1.7.2 - Parâmetros para Dimensionamento (NBR 6122/2010)

f_{ck} [MPa][1] Máximo de Projeto	γ_f	γ_c	γ_s	Comprimento Útil Mínimo (Incluindo Trecho de Ligação com o bloco) e % de Armadura Mínima		Tensão Média Atuante abaixo da qual não é necessário armar (exceto ligação com o bloco) [MPa]
				Armadura	Comprimento	
20	1,40	1,80	1,15	0,50%	4m	6

Nota 1: O f_{ck} máximo de projeto da Tabela 3.1.7.4.2 é aquele que deve ser empregado no dimensionamento estrutural da peça.

Tabela 1.7.3 - Especificação do Concreto das Estacas (Manual de Especificações de Produtos e Procedimentos ABEF/2004 e NBR 6122/2010)

Material	Especificação
AÇO	CA-50 e CA-25, conforme diâmetros constantes do projeto
AGREGADOS	Pedra nº 1, evitando-se forma lamelar, sendo proibido o uso de pó de pedra
CONCRETO USINADO	fck ≥ 20 MPa; slump = 22 ± 3 cm consumo mínimo de cimento = 400kg/m^3 Fator água/cimento ≤ 0,60 % de argamassa em massa: ≥ 55%
LAMA BENTONÍTICA	Ver Tabela 1.7.4

Tabela 1.7.4 - Especificação da Lama Bentonítica (NBR 6122/2010)

Parâmetro	Valores	Equipamentos para Ensaio
Massa Específica	1,025 g/cm^3 a 1,100 g/cm^3	Densímetro
Viscosidade	30s a 90s	Funil MARSH
PH	7 a 11	Papel de tomasol
Teor de Areia	≤ 3%	"Baroid Sabd Content ou Similar"

Tabela 1.7.5 - Especificação da Bentonita (NBR 6122/1996)

Requisito	Valor
Resíduos na Peneira # 200	≤ 1%
Teor de Umidade	≤ 1%
Limite de Liquidez	≥ 440
Viscosidade Marsh 1500 / 1000 da suspensão a 6^0 em água destilada	≥ 40
Decantação da suspensão a 6 % em 24 h	≤ 2%
Água separada por pressofiltração de 450 cm^3 da suspensão a 6% nos primeiros 30min, à pressão de 0,7MPa	≤ 18 cm^3
Ph da água filtrada	7 a 9
Espessura do cake no filtro prensa	≤ 2,5 mm

Tabela 1.7.6 - Especificação do Fluido

Propriedade	Valores	Equipamentos para Ensaio
Densidade	1,005g/cm^3 a 1,05g/cm^3	Densímetro
Viscosidade	35s a 120s	Funil MARSH
PH	8 a 12	Indicador de PH
Teor de Areia	≤ 3%	"Baroid Sabd Content ou Similar"

1.7.3. Recomendações Gerais sobre Estacas Pré-Moldadas de Concreto

Quando da execução das estacas pré-moldadas de concreto, deverá ser observado os seguintes pontos:

VLT CARIOCA S/A.

- executar sondagens a percussão para confirmar a solução adotada e os respectivos comprimentos estimados;
- melhores definições dos comprimentos das estacas serão realizadas na execução, cravando pelo menos 3 estacas-prova, cujos comprimentos solicitados ao fabricante deverão ser pelo menos 1 m acima do previsto;
- as emendas, caso necessárias, deverão ser obrigatoriamente do tipo anel de aço soldado e deverão resistir a todas as solicitações que nela ocorrerem, seja durante o manuseio ou a cravação (a serem consideradas nos orçamentos). Deve-se, ainda, garantir a axialidade dos elementos emendados;
- cravar o comprimento previsto;
- a cravação deverá ser das estacas centrais para as estacas periféricas, tanto sob o aspecto global da obra quanto particularmente para cada bloco com várias estacas;
- a nega e o repique devem ser medidos em todas as estacas, atendendo-se às condições de segurança. É obrigatória a elaboração do diagrama de cravação em 100% das estacas. Em caso de profundidades discrepantes aos previstos neste parecer, comunicar para análise;
- é permitido o aproveitamento das sobras de estacas resultantes da diferença entre a estaca efetivamente levantada e a estaca arrasada, desde que atenda simultaneamente a:

    - corte do elemento aproveitado seja feito de modo a manter a ortogonalidade da seção em relação ao seu eixo longitudinal;
    - possuir um comprimento mínimo de 2 metros;
    - seja utilizado apenas um segmento de sobra por estaca;
    - a sobra seja sempre o primeiro elemento a ser cravado;

- Recomenda-se o acompanhamento da execução por profissional habilitado.

É obrigatório, segundo a NBR 6122/210, a execução de prova de carga estática conforme critérios apresentados na Tabela 1.7.7.

Tabela 1.7.7 - Quantidade de Provas de Cargas Estáticas (NBR 6122/2010)

σ_c [MPa][1]	N[2]
7,0	100

Nota 1: O valor mostrado refere-se à tensão admissível máxima abaixo da qual não serão obrigatórias provas de carga, desde que o número de estacas da obra seja inferior ao número mostrado na outra coluna.

Nota 2: O valor mostrado refere-se ao número total de estacas da obra a partir do qual serão obrigatórias provas de carga.

Os critérios acima são válidos para as seguintes condições:

- áreas onde haja experiência prévia com o tipo de estaca empregado;
- onde não houver particularidades geológico-geotécnicas;
- quando não houver variação do processo executivo padrão;
- quando não houver dúvidas quanto ao desempenho das estacas.

Quando as condições não ocorrerem, devem ser feitas provas de carga em, no mínimo, 1% das estacas, observando-se um mínimo de uma prova de carga (conforme NBR 12131), qualquer que seja o número de estacas.

As provas de carga executadas exclusivamente para avaliação de desempenho devem ser levadas até que se atinja, pelo menos, 1,6 vezes a carga admissível ou até que se observe um deslocamento que caracterize ruptura.

VLT CARIOCA S/A.

2. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DOS SERVIÇOS COMPLEMENTARES

2.1. PROJETO BÁSICO DE DESAPROPRIAÇÃO

2.1.1. Áreas para Subestações Retificadoras

O sistema de alimentação elétrica para tração dos veículos do VLT, em 750 Vcc, utilizará um anel de média tensão para alimentar as subestações conversoras (SSR).

Três subestações retificadoras serão alimentadas diretamente pela rede de distribuição de 13,2 kV da Concessionária Light. Cada duas entradas da Light terá potência suficiente para manter o sistema, caso ocorra a perda da terceira entrada, não gerando a Rede VLT nenhuma restrição a sua operação.

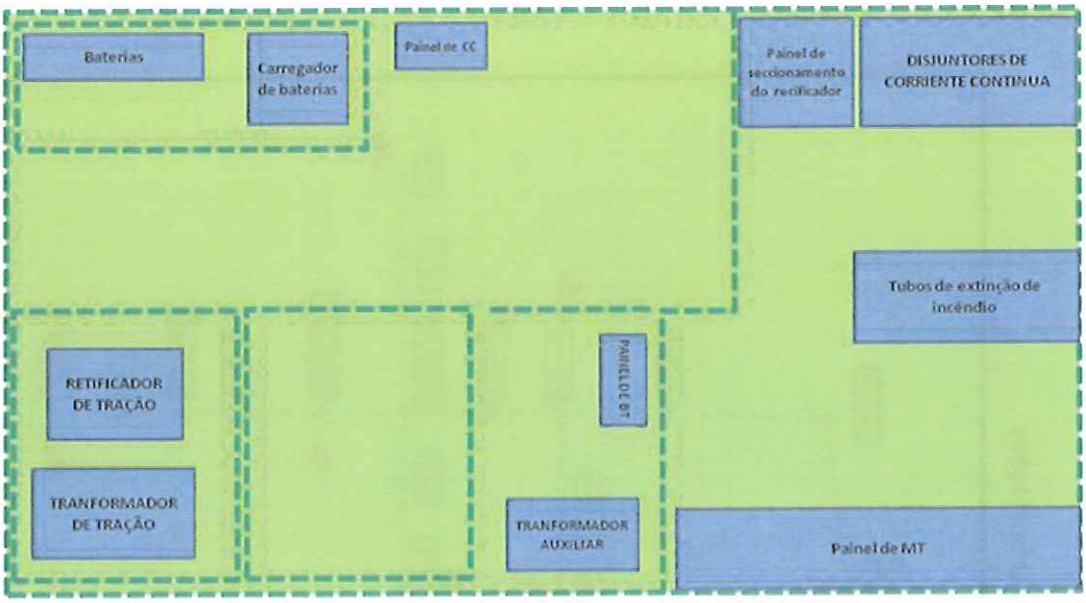
O projeto prevê a implantação, na primeira fase do VLT, de treze subestações conversoras (SSR), distribuídas ao longo do traçado.

O layout, constante na figura a seguir, apresenta um dos possíveis arranjos dos equipamentos que deverão ser instalados nas subestações retificadoras, para o qual será necessária uma área aproximada de 78 m² (6,5 m X 12 m). Esse layout deverá ser adaptado às condições específicas de cada situação, podendo inclusive prever-se novas configurações para suas implantações, até em dois níveis.

As subestações retificadoras devem estar situadas, sempre que possível, de forma eqüidistante entre elas e o mais próximas do traçado das vias como indicado no esquema a seguir (Figura 2.1.2).

Como referencial para as atividades de localização dos terrenos pode-se definir uma "ÁREA PRIORITÁRIA" que se situa dentro de um círculo de até 150 metros de raio do ponto médio da plataforma de embarque/desembarque de passageiros das paradas / estações.

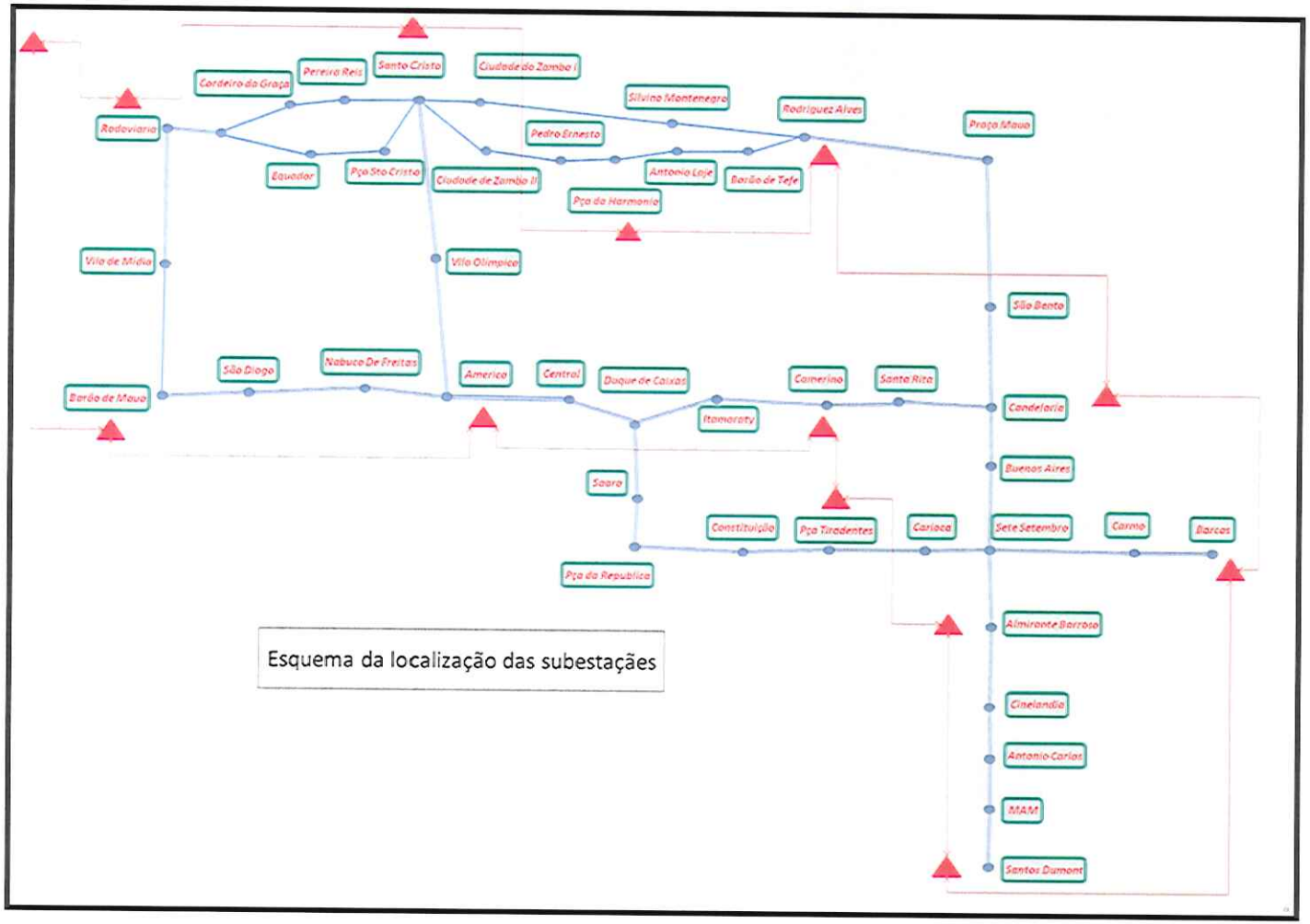
Figura 2.1.1 – *Lay-out* de uma subestação retificadora



Das SSR propostas, as abaixo relacionadas deverão ter suas localizações propostas respeitadas:

- **SSR Barcas**: a sua localização deve ser negociada dentro do complexo da nova estação da concessionária das Barcas. Com o objetivo de aumentar a sinergia dos dois serviços de transporte, pois nesse ponto ocorrerá uma grande transferência entre usuários dos dois sistemas, a estações do VLT e das BARCAS deveriam ser integradas;
- **SSR Santos Dumont**: do mesmo modo que a SSR Barcas a implantação desta subestação deveria ser negociada com a INFRAERO, da mesma forma que estação Santos Dumont do VLT deveria ser integrada ao complexo do Aeroporto;
- **SSR Vila de Mídia**: esta SSR deverá ser implantada na Estação Rodoviária do VLT, da mesma forma essa estação do VLT deveria ser integrada com uma estação do BRT Transbrasil;
- **SSR CIOM**: esta SSR será implantada no Centro Integrado de Operação e Manutenção do VLT, com a função de alimentar as instalações desse centro (pátio de estacionamento e oficinas de manutenção do MR e demais equipamentos, escritórios, CCO, etc.).

Figura 2.1.2 – Esquema de localização das subestações



Esquema da localização das subestações

Para as demais subestações retificadoras (indicadas nos unifilares, esquemas e documentação fotográfica), apresentam-se sugestões para suas localizações que deverão ter sua viabilidade analisada em etapas subseqüentes do projeto.

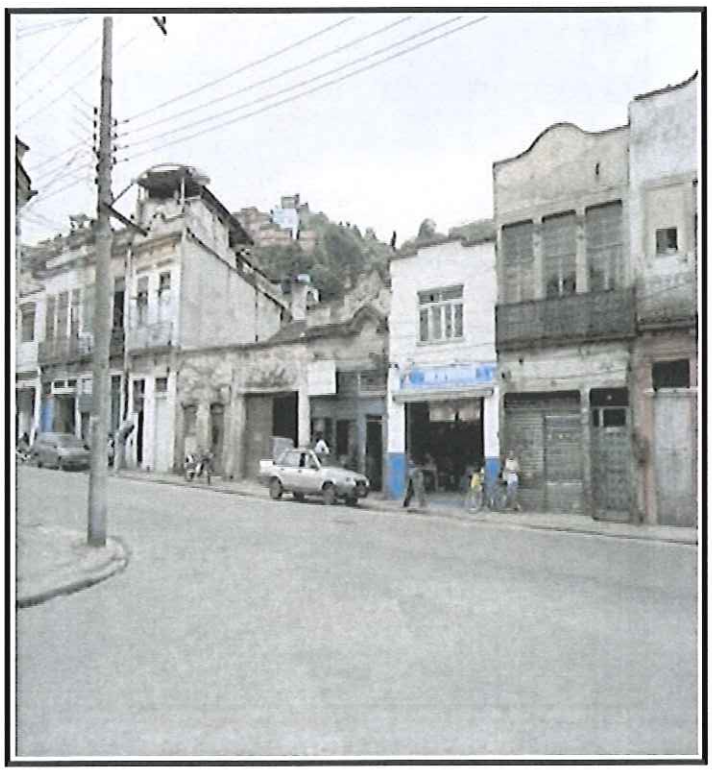
SSR América:

A subestação retificadora América deverá ser implantada nas proximidades da estação América do VLT.

A princípio, pode parecer mais lógico situar essa SSR nas instalações de maior porte que existirão na estação Central do VLT, mas devido ao fato de que a partir da parada América do VLT ocorrerão as maiores distâncias entre as paradas do VLT, a localização proposta é a mais recomendada.

São os casos do contorno da pedreira de São Diogo sentido Barão de Mauá (Llinhas 5 e 6) e da travessia do túnel da Providência sentido Vila Olímpica (Linhas 2 e 6).

Foto 2.1.1 – Área sugestão para a SSR América



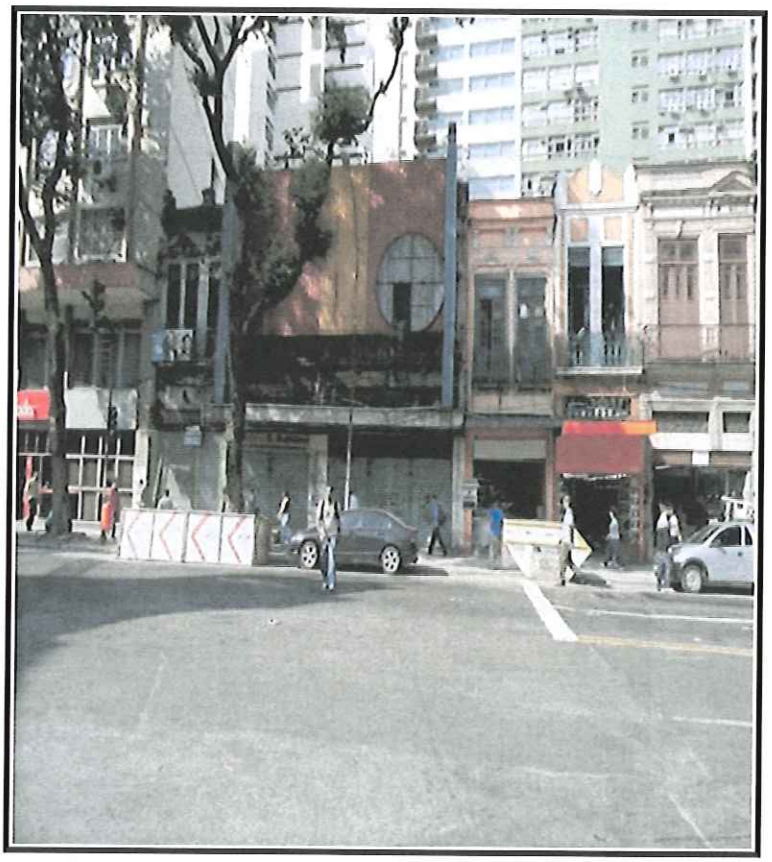
SSR Camerino:

Subestação a situar-se na Av. Marechal Floriano próximo ao cruzamento com a Rua Camerino e que alimentará os trens que circulam na Linha Vermelha (Central-Cinelândia).

Na "área prioritária" da parada Camerino não foram identificados terrenos disponíveis de modo que a solução que se apresenta com maior viabilidade é a de desapropriar ou comprar alguma das pequenas construções de 2 andares existentes nesse entorno, e utilizar o nível térreo para a instalação da subestação retificadora.

Outra possibilidade é a de desapropriar ou comprar uma loja térrea de alguma das construções existentes e nela instalar.

Foto 2.1.2 – Área sugestão para a SSR Camerino

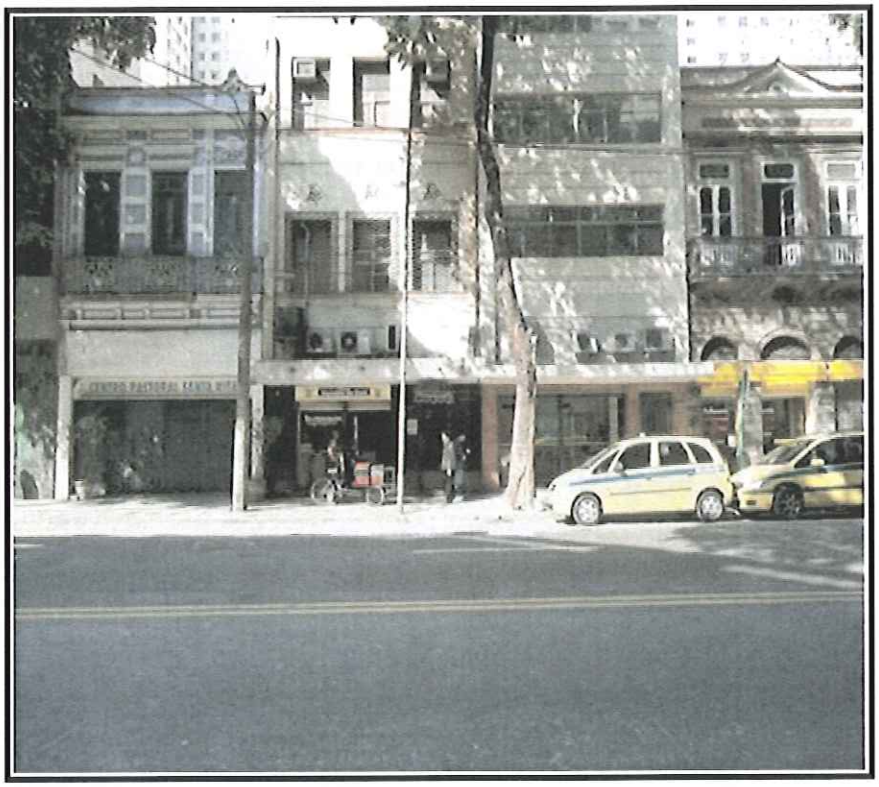


SSR Candelária :

Deverá situar-se nas proximidades da parada Candelária na interseção da avenida Marechal Floriano com a av. Rio Branco e alimentará as composições que irão circular nas linhas Laranja (Vila de Mídia - Cinelândia) e Vermelha (Centra - Cinelândia).

Igualmente no entorno não foram identificados terrenos disponíveis de modo que as soluções que se apresentam com maior viabilidade são a de desapropriar / comprar alguma pequena construção de 2 andares, utilizando o nível térreo para a instalação da subestação retificadora, ou desapropriar / comprar uma loja no térreo de alguma construção existente e nela instalar a mesma.

Foto 2.1.3 – Área sugestão para a SSR Candelária



SSR Tiradentes :

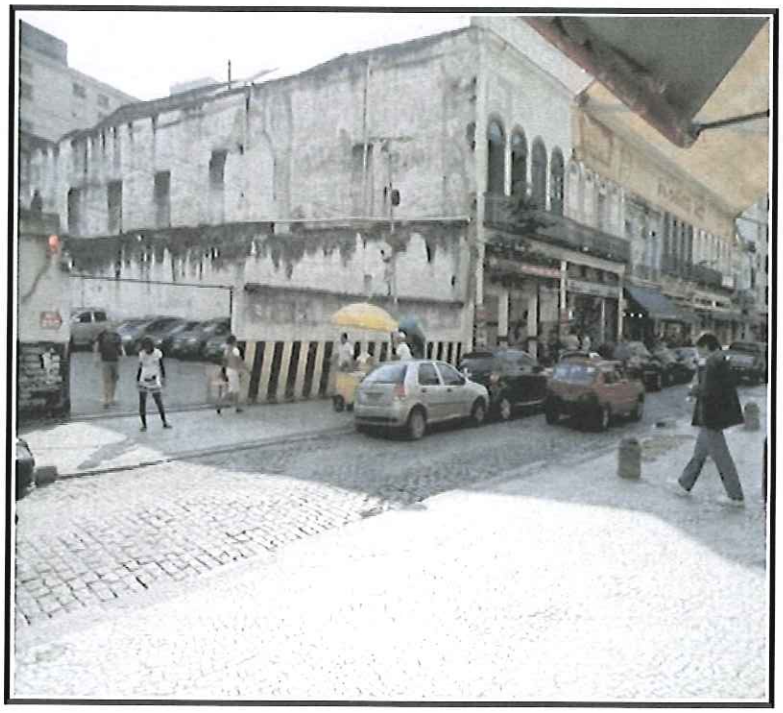
Esta subestação retificadora deverá situar-se na Praça Tiradentes ou em alguma das ruas que a contornam (Sete Setembro, Carioca, etc.) dentro da "área prioritária" estabelecida para base da pesquisa de áreas para as subestações. Esta subestação retificadora alimentará as composições que irão circular na linha Azul (Central – Barcas / Santos Dumont)

A foto mostra um dos estacionamentos existentes na região, como é comum na cidade, esses locais estão normalmente "esperando suas valorizações" para serem posteriormente vendidos para empreendimentos imobiliários.

No momento negociar com os atuais proprietários / ocupantes desse terreno para que eles vendam essa área para a implantação além de desvalorizar o imóvel parece uma decisão inócua.

A sugestão, com maior possibilidade de sucesso, é a compra ou desapropriação de um imóvel pequeno residencial ou comercial que se localize nas imediações .

Foto 2.1.4 – Área sugestão para a SSR Tiradentes



SSR Rodrigues Alves:

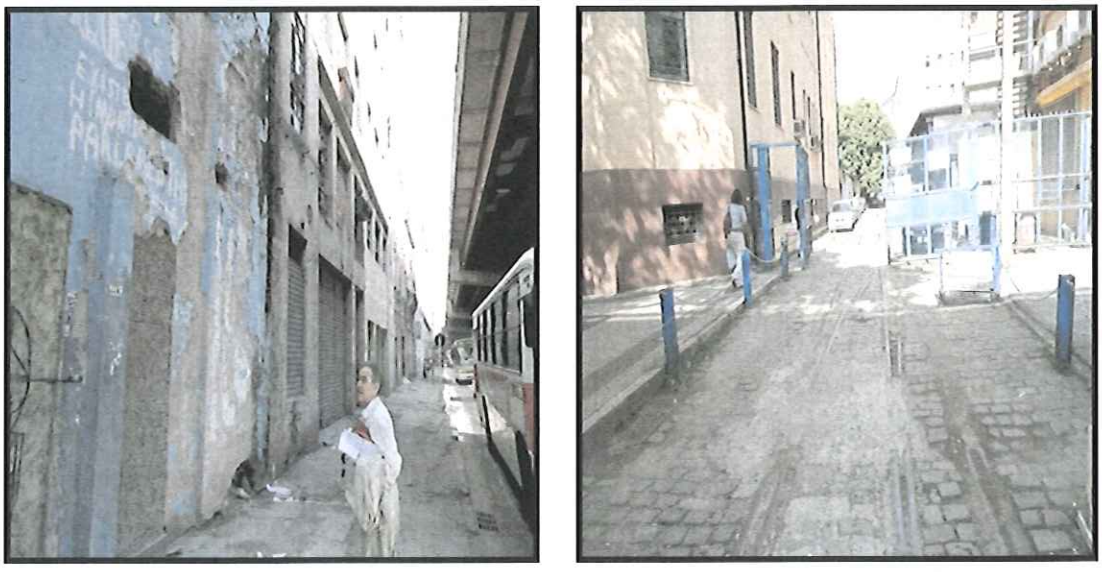
Esta subestação retificadora deverá situar-se na avenida Rodrigues Alves aproximadamente na metade da distancia entre a Praça Mauá e a rua Barão de Tefé, aproximadamente 700 metros uma da outra.

Esta subestação retificadora alimentará as composições que irão circular na Linha Laranja (Vila de Mídia - Cinelândia), Linha Verde (Central – Praça Mauá, via túnel da Providência) e a Linha Preta (Vila de Mídia - Praça Mauá, via Barão de Mauá)

Nesta região existe a possibilidade de pedir a desapropriação de algum dos imóveis existentes, ainda em poder das autoridades municipais, ou caso já tenham sido vendidos, negociá-lo com os novos proprietários.

Outra opção, no caso de insucesso das alternativas anteriores, será aproveitar o fato de que nesta área estão instalados algumas instituições estatais como o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e setores da Receita Federal, que possuem amplos estacionamentos negociando com um desses organismos a área para a instalação da subestação retificadora e respectiva servidão de passagem.

Foto 2.1. 5 – Área sugestão para a SSR Rodrigues Alves



SSR Praça da Harmonia:

Esta subestação retificadora subestação retificadora deverá situar-se dentro da "área prioritária" no entorno da parada Praça da Harmonia e atenderá as Linhas 1, 2 e 6.

Atualmente na região existem imóveis em mau estado de conservação, muitos deles desabitados que apresentam condições aceitáveis para a instalação de uma subestação retificadora.

Foto 2.1.6 – Área sugestão para a SSR Praça da Harmonia

SSR Santo Cristo:

Esta subestação retificadora deverá situar-se nas proximidades da parada Santo Cristo do VLT.

Além dos terrenos e dos imóveis que se situam na "área prioritária" para a instalação da subestação retificadora (por onde se deve começar a pesquisa de locais), o fato de que nessa região se encontram as edificações do complexo da Cidade do Samba, uma parte da área do mesmo poderá ser mais uma opção a ser abordada na pesquisa e nas negociações de busca do local para instalação.

SSR Barão de Mauá:

A subestação retificadora Barão de Mauá deverá situar-se nas proximidades da parada Barão de Mauá do VLT.

Na região existem atualmente imóveis e terrenos que atendem os requisitos de área e de localização sobre os quais podem ser iniciados os trabalhos de pesquisa para viabilizar essa instalação.

Essa subestação retificadora poderá cobrir áreas de futuras expansões do traçado na direção da sudoeste da av. Francisco Bicalho.

Foto 2.1.7 – Área sugestão para a SSR Barão de Mauá

SSR Almirante Barroso:

A subestação retificadora Almirante Barroso deverá situar-se no cruzamento das avenidas Almirante Barroso e Rio Branco.

A opção recomendada é a de aquisição nas ruas vizinhas, dentro da "área prioritária", de algum comércio ou parte do mesmo para a instalação da subestação retificadora.

Devido à escassez de áreas e a extrema valorização dos imóveis no entorno os preços devem ser elevados.

Foto 2.1.8 – Área sugestão para a SSR Almirante Barroso

2.1.2. Critérios para Desapropriação

Num raio de 150 m, a partir do ponto central de cada terreno potencial a abrigar as futuras instalações das subestações retificadoras, serão mapeadas e identificadas as edificações existentes.

A partir daí, visitas *in loco* realizarão entrevistas com os proprietários particulares atuais desses imóveis, procurando levantar o interesse pela venda dos mesmos, qualificando-os como potencial à venda.

Para aqueles proprietários onde figuram agentes públicos, a ação de negociação deverá ocorrer em esfera governamental, através de reuniões oficiais.

2.2. PROJETO BÁSICO DE URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO

A reurbanização das paradas, estações de transferência e pátio foi pensada com a premissa de facilitar a manutenção da linha, utilizar materiais que permitam a permeabilidade como o bloquete intertravado e gramados, integrando a edifício e o entorno com simplicidade e elegância.

Houve sempre uma preocupação com o portador de deficiência física, sendo utilizada uma vegetação mais verde e moderna com menor manutenção e maior resistência ao clima tropical, sem a utilização de flores e frutos.

O partido urbanístico dos terminais tem como princípio oferecer total conforto e agilidade ao usuário. As plataformas dos terminais não serão totalmente fechadas e para delimitar o perímetro da estação, foram implantados jardins e canteiros que guiam o usuário para sua entrada principal inibindo assim a entrada irregular dentro das plataformas.

No acesso à estação e paradas foram previstos pisos rebaixados e antiderrapantes que não impedem o acesso do deficiente físico. Cada uma das plataformas contém dois lados de acesso aos transportes servindo as linhas de chegada e partida, estas por sua vez, terão uma linha de piso tátil em toda a sua extinção que auxilia e guia o deficiente visual.

VLT CARIOCA S/A.

O acesso a plataforma e sua extensão serão em piso cimentício antiderrapante. O piso em nível será em bloquete de concreto intertravado que facilita a manutenção no trilho.

Sobre as plataformas será criada uma grande cobertura metálica com um desenho orgânico se destacando no meio urbano e remete a vegetação sinuosa do local.

A vegetação visa a simplicidade e facilidade e manutenção, com linhas modernas e limpas. Foram utilizadas vegetações sem flores e frutos e de pleno-sol devido ao clima úmido e quente.

2.3. CADASTRO DE INTERFERÊNCIAS

O cadastro de interferências das vias públicas, onde será implantada a rede de VLT, no centro da cidade do Rio de Janeiro, foi elaborado com base em informações de plantas cadastrais fornecidas pelas seguintes concessionárias e órgãos públicos:

- drenagem de águas pluviais: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos;
- rede de água: CEDAE – Companhia Estadual de Água e Esgotos – Estado do Rio de Janeiro;
- rede de esgoto: CEDAE – Companhia Estadual de Água e Esgotos – Estado do Rio de Janeiro.

As redes destas utilidades foram lançadas sobre levantamento topográfico plani-altimétrico, escala 1:400, da avenida Rio Branco, avenida Passos e rua Sete de Setembro.

3. PROJETO BÁSICO DAS EDIFICAÇÕES

3.1. ARQUITETURA

O partido arquitetônico do ponto de parada e das estações tem como princípio oferecer total conforto e agilidade ao usuário. Para o conforto térmico, os usuários contam com materiais de isolamento térmico em toda a cobertura e fachadas. Esses materiais são em sua maioria renováveis como o vidro e o metal.

Para a cobertura das estações foi escolhida uma telha metálica tipo sanduíche com isolamento termo-acústico, evitando o superaquecimento dentro da mesma. Outro ponto positivo será a leveza da estrutura, instalada sobre pilares esbeltos de maneira a minimizar o impacto visual dentro do edifício. Sob essa cobertura também será instalada um forro com as mesmas propriedades isolantes de maneira a reduzir ainda mais a indução térmica para dentro da construção.

As fachadas serão compostas principalmente por caixilhos metálicos auto portantes com vidros duplos isolantes térmicos ou placas de ACM colorido, criando uma variação de cheios e vazios única para cada fachada tornando-as mais atraentes e impedindo a passagem do calor externo para a parte interna da estação nos meses mais quentes ou o contrário nos meses mais frios do ano.

A estrutura principal das estações, como já mencionado, é bem esbelta sustentando apenas a cobertura metálica. O bloco de apoio, com os sanitários e sala de administração será construído com bloco estrutural de concreto, facilitando sua montagem e execução.

Sobre as plataformas será criada uma grande cobertura metálica com um desenho orgânico se destacando no meio urbano.

Os materiais de acabamentos visam a sustentabilidade e a consciência ambiental.

A parte estrutural e fechamento da cobertura serão desenvolvidos em metal. A parte estrutural do prédio será bloco estrutural de concreto e metal.

VLT CARIOCA S.A.

Por possuir um clima úmido e quente todos os materiais de vedação da estação possuirão propriedades de isolamento térmico.

3.1.1. Pontos de Paradas

As paradas serão localizadas no eixo central das vias percorridas, como a avenida General Luiz Mendes de Morais, ou numa área à esquerda da via, como na rua Pedro Ernesto.

A princípio, não haverá a instalação de bloqueios nas paradas, sendo que o controle de acesso acontecerá apenas dentro dos veículos. Caso o fluxo de usuários for elevado, poderão ser instalados equipamentos de validação nas plataformas das paradas.

O partido arquitetônico das paradas tem como princípio oferecer conforto, agilidade ao usuário e diferentes possibilidades de implantação.

Para a cobertura foi escolhida uma telha metálica, tipo sanduíche, com isolamento termo-acústico, criando um sombreamento nas plataformas e protegendo os passageiros das intempéries. Outro ponto positivo será a leveza da estrutura, instalada sobre pilares esbeltos de maneira a minimizar o impacto visual nas plataformas.

As plataformas possuem acesso por rampas nas duas extremidades com inclinação de 5%, respeitando as normas brasileiras de acessibilidade (NBR 9050).

A estrutura principal, como já mencionado, é bem esbelta sustentando apenas a cobertura metálica. Além disso, ela será feita sob módulos, de 5 metros de extensão, com a variação do meio módulo nas extremidades, proporcionando diferentes comprimentos nas implantações de acordo com as necessidades de cada ponto.

Outra variação possível é a cobertura em uma ou duas águas, dependendo do tipo da linha presente nas paradas.

Também há a possibilidade de instalação de painéis informativos, de comunicação visual ou de publicidade em cada parada.

Os materiais de acabamentos visam à sustentabilidade e a consciência ambiental. A parte estrutural e fechamento da cobertura serão desenvolvidos em metal.

O piso será de granito, sobre placa cimentícia, para as plataformas, estando em conformidade com os materiais utilizados nas estações. Nas vias onde passa o VLT será utilizado o piso de blocos intertravados, trazendo uma identidade para as linhas e facilitando sua manutenção, uma vez que as peças podem ser retiradas e recolocadas sem a perda de material.

A seguir está destacada uma relação dos principais materiais a serem adotados nas paradas.

Paradas Tipo 1:

Tabela 3.1.1 - Acabamentos Vertical

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
VE 02/00	pintura acrílica sobre metal na cor - pantone 348 c	26,00 m²	-	estrutura pilares cobertura

Tabela 3.1.2 – Pisos e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PS 01	placa granito/cimentícia anti-derrapante	117,00 m²	50 cm x 50 cm	plataformas
PS 02	piso tátil de alerta em porcelanato	26,50 m²	25 cm X 25 cm	plataforma, rampas
PS 06	piso em concreto de alta resistência anti-derrapante	42,00 m²	-	rampas

Tabela 3.1.3 – Acabamentos de Tetos e Forros

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
TE 03	telha de aço zincado tipo "sanduiche" pré-pintada com tinta a base de poliéster com enchimento de lã de vidro (e=63,5mm)/lã de rocha (e=50mm) para proteção térmica	132,34 m²	-	cobertura parada
TE 04	calha metálica	45 m	-	cobertura parada

Tabela 3.1.4 – Guarda Corpo

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
GC 02	corrimão em aço inox	20,00 m	0,92 m	rampas

Paradas Tipo 2:

Tabela 3.1.5 – Acabamentos Verticais

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
VE 01	pintura acrílica sobre metal na cor - pantone 348 C	26,00 m²	-	estrutura pilares cobertura

Tabela 3.1.6 – Pisos e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PS 01	placa cimentícia anti-derrapante	64,00 m²	50 cm x 50 cm	plataformas
PS 05	piso tátil de alerta em porcelanato	14,25 m²	25 cm X 25 cm	plataforma, rampas
PS 06	piso em concreto de alta resistência anti-derrapante	42,00 m²	-	rampas

Tabela 3.1.7 – Acabamentos de Tetos e Forros

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
TE 03	telha de aço zincado tipo "sanduiche" pré-pintada com tinta a base de poliéster com enchimento de lã de vidro (e=63,5mm)/lã de rocha (e=50mm) para proteção térmica	85,08 m²	-	cobertura parada
TE 04	calha metálica	45 m	-	cobertura parada

Tabela 3.1.8 – Guarda Corpo

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
GC 01	guarda corpo em aço inox	45,00 m	1,10 m	rampas
GC 02	corrimão em aço inox	20,00 m	0,92 m	rampas

3.1.2. Estação Vila de Mídia

O estação Vila de Mídia será implantado em um terreno adjacente à rodoviária Novo Rio, nas proximidades da rua Comandante Garcia Pires e Luis Mendes de Moraes, numa antiga área industrial. Composto por três plataformas e quatro linhas. Possui ainda um edifício anexo servindo de suporte, com sala de administração, sanitários e a possível instalação de bloqueios. Além disso, permite a integração com o futuro sistema BRT Brasil.

O acesso à estação pode ser feita de duas maneiras, através de uma passarela a ser criada partindo do BRT ou pelo nível térreo recebendo principalmente os passageiros vindos da rodoviária.

Cada uma das plataformas contém dois lados de acesso aos transportes servindo as linhas de chegada e partida.

Foram escolhidos três tipos de piso na área externa, a placa cimentícia para as áreas da plataforma, o bloco intertravado nos locais de percurso do trem, facilitando a manutenção da via e minimizando as perdas de materiais e a grama nos limites do lote, evitando a impermeabilização total do solo, e da barreira simbólica que pode ser criada. Nas áreas internas será utilizado o porcelanato, por causa do seu acabamento superior e resistência.

Todo entorno da estação será arborizado e serão implantados canteiros ou gramados verdes de maneira a inibir a entrada irregular dentro das plataformas.

A seguir está destacada uma relação dos principais materiais a serem adotados na estação Vila de Mídia.

Tabela 3.1.9 – Alvenaria e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
AL 01/00	alvenaria estrutural de bloco de concreto	341,78m²	19 x 19 x 39cm	sanitários, administração, cco, subestação
AL 01/01	alvenaria estrutural de bloco de concreto	111,29 m²	14 x 19 x 39cm	depósito

Tabela 3.1.10 – Acabamentos Verticais

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
VE 01	pintura acrílica sobre metal na cor - pantone 348 c	190,00m²	-	estrutura pilares cobertura
VE 02	acabamento - imitação de concreto	347,25m²	-	fachada
VE 03	verniz incolor anti-pixação para proteção de concreto aparente, alvenarias ou tijolos aparentes, a base de poliéster ramificado	347,25m²	-	fachadas
VE 04	argamassa + placas de cerâmica esmaltada (branco), rejunte na cor branca	120,40m²	10 cm x 10 cm	sanitários
VE 05	placa alumínio composto cor pantone 348 c (verde)	167,00m²	-	fachada
VE 06	vidro laminado guardian cor green com caixilhos	390,00m²	-	fachada
VE 07	pintura acrílica sobre argamassa na cor branca	278,25m²	-	interno, subestação
VE 08	vidro temperado com caixilhos	7,20m²	-	sanitários, adm, cco

Tabela 3.1.11 – Pisos e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PS 01	placa cimentícia anti-derrapante	636,05m²	-	rampas, plataformas
PS 02	piso de porcelanato tipo eliane sepia natural ou equivalente	355,90m²	40 cm X 40 cm	edifício estação
PS 03	rodapé de porcelanato tipo eliane sepia natural ou equivalente	11,50 ²	H = 10 cm	edifício estação
PS 04	piso de concreto intertravado formato retangular na cor cinza natural (silver) da glasser ou equivalente, para tráfego leve	1.900,00m²	10 X 20 X 8	piso externo
PS 05	piso tátil de alerta em porcelanato	69,00m²	25 cm x 25 cm	plataformas

Tabela 3.1.12 – Acabamentos de Forros

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
TE 01	forro acústico em fibra mineral tipo "dune da armstrong" ou equivalente	245,50m²	-	edifício estação
TE 02	telha de aço zincado pré-pintada com tinta à base de poliéster cor cinza claro, com enchimento de lã de vidro (e=60mm) entre a telha e o forro para proteção térmica.	193,00m²	-	cobertura edifício estação
TE 03	telha de aço zincado tipo "sanduiche" pré-pintada com tinta a base de poliéster com enchimento de lã de vidro (e=63,5mm)/lã de rocha (e=50mm) para proteção térmica	1.615,00m²	-	cobertura terminal

Tabela 3.1.13 – Portas

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PO 01/01	porta de vidro laminado guardian cor green	2 un	2 folhas de 1,25 cada	edifício estação
PO 01/02	porta de vidro laminado guardian cor green	1 un	2 folhas de 1,50m cada	edifício estação
PO 02/01	porta de abrir com veneziana de alumínio 1 folha de abrir à direita	4 un	90 cm	sanitários, depósito, subestação
PO 03/01	porta de ferro pintada na cor cinza escuro, folha de abrir a direita	2 un	90 cm	cco, adm

Tabela 3.1.14 – Equipamentos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
EQ 01	bloqueio (previsão)	8 un	-	edifício estação

Tabela 3.1.15 – Peças e Acessórios Sanitários

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
SA 01	bacia sanitária com caixa acoplada tipo "deca izy, cor branco. gelo, cód. cp111/17, ou equivalente	7 un	-	sanitários
SA 02	mictório coletivo em aço inox	5,20 m	-	sanitários
SA 03/01	tampo de granito com 4 cubas integrada de embutir oval (l37 17 - deca)	2 un	-	sanitários
SA 04	divisória para sanitários: laminado fenolmelamínico de alta pressão, acabamento texturizado com estrutura de alumínio anodizado	10 cj	-	sanitários

Tabela 3.1.16 – Guarda Corpo

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
GC 01	guarda-corpo em aço inox	26,50 m	1,10 m	plataformas
GC 02	corrimão em aço inox	49,40 m	0,92 m	escadas, rampas

3.1.3. Estação Central

O terminal será implantado na rua Senador Pompeu, ao lado do terminal Central de trens metropolitanos (estação Pedro II) e ao metrô, substituindo o comércio popular que existe no local. Composto por duas plataformas e três linhas. Possui ainda um edifício anexo servindo de suporte, com sala de administração e sanitários.

O edifício anexo será totalmente fechado e climatizado e foi projetado para facilitar o trânsito de passageiros entre o terminal de trens, o metrô, e o terminal rodoviário Américo Fontenelle e o VLT.

A estação possui três entradas de acesso, todas em nível. Cada uma das plataformas contém dois lados de acesso aos transportes servindo as linhas de chegada e partida para as demais estações.

Os pisos externos serão de concreto intertravado para as áreas sob as vias dos trens, facilitando a manutenção, uma vez que as peças podem ser retiradas e recolocadas sem a perda de material. Para as plataformas será usada a placa cimentícia e o gramado nas extremidades da cobertura. Os pisos internos serão de porcelanato, devido às suas qualidades de acabamento e resistência.

Todo entorno da estação será arborizado e serão implantados canteiros ou gramados verdes de maneira a inibir a entrada irregular dentro das plataformas, além de tornar o solo mais permeável às águas pluviais.

A seguir está destacada uma relação dos principais materiais a serem adotados na estação Central.

Tabela 3.1.17 – Alvenaria e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
AL 01/00	alvenaria estrutural de bloco de concreto	428,10 m²	19 x 19 x 39cm	sanitários, administração, subestação, depósito

Tabela 3.1.18 – Pisos e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PS 01	placa cimentícia anti-derrapante	493,00 m²	-	rampas, plataformas
PS 02	piso de porcelanato tipo eliane sepia natural ou equivalente	327,95 m²	40 cm X 40 cm	edifício estação
PS 03	rodapé de porcelanato tipo eliane sepia natural ou equivalente	12,00 m²	H = 10 cm	edifício estação
PS 04	piso de concreto intertravado formato retangular na cor cinza natural (silver) da glasser ou equivalente, para tráfego leve	772,00 m²	10X 20 X 8	piso externo
PS 05	piso tátil de alerta em porcelanato	47,00 m²	25 cm x 25 cm	plataformas

Tabela 3.1.19 – Acabamentos Verticais

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
VE 01	pintura acrílica sobre metal na cor - pantone 348 c	190,00 m²	-	estrutura pilares cobertura
VE 02	acabamento - imitação de concreto	226,20 m²	-	fachada
VE 03	verniz incolor anti-pixação para proteção de concreto aparente, alvenarias ou tijolos aparentes, a base de poliéster ramificado	226,20 m²	-	fachadas
VE 04	argamassa + placas de cerâmica esmaltada (branco), rejunte na cor branca	83,00 m²	10 cm x 10 cm	sanitários
VE 05	placa alumínio composto cor pantone 355 c (verde)	143,00 m²	-	fachada
VE 06	vidro laminado guardian cor green com caixilhos	333,00 m²	-	fachada
VE 07	pintura acrílica sobre argamassa na cor branca	121,00 m²	-	interno, subestação
VE 08	vidro temperado com caixilhos	8,60 m²	-	sanitários, adm, cco

Tabela 3.1.20 – Acabamentos de Tetos e Forros

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
TE 01	forro acústico em fibra mineral tipo "dune da armstrong" ou equivalente	263,65 m²	-	edifício estação
TE 02	telha de aço zincado pré-pintada com tinta à base de poliéster cor cinza claro, com enchimento de lã de vidro (e=60mm) entre a telha e o forro para proteção térmica.	241,00 m²	-	cobertura edifício estação
TE 03	telha de aço zincado tipo "sanduiche" pré-pintada com tinta a base de poliéster com enchimento de lã de vidro (e=63,5mm)/lã de rocha (e=50mm) para proteção térmica	1261,80 m²	-	cobertura terminal

Tabela 3.1.21 – Portas

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PO 01/01	porta de vidro laminado guardian cor green	3 un	2 folhas de 1,25m cada	edifício estação
PO 01/04	porta de vidro laminado guardian cor green	1 un	2 folhas de 1,57m cada	edifício estação
PO 02/01	porta de abrir com veneziana de alumínio 1 folha de abrir à direita	2 un	90 cm	sanitários, subestação
PO 02/02	porta de abrir com veneziana de alumínio 1 folha de abrir à esquerda	2 un	90 cm	sanitários, depósito
PO 03/02	porta de ferro pintada na cor cinza escuro, folha de abrir a esquerda	1 un	90 cm	adm

Tabela 3.1.22 – Equipamentos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
EQ 01	bloqueio (previsão)	9 un	-	edifício estação

Tabela 3.1.23 – Peças e Acessórios Sanitários

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
SA 01	bacia sanitária com caixa acoplada tipo "deca izy, cor branco. gelo, cód. cp111/17, ou equivalente	6 un	-	sanitários
SA 03/02	tampo de granito com 2 cubas integrada de embutir oval (l37 17 - deca)	2 un	-	sanitários
SA 04	divisória para sanitários: laminado fenolmelamínico de alta pressão, acabamento texturizado com estrutura de alumínio anodizado	6 cj	-	sanitários

Tabela 3.1.24 – Guarda Corpo

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
GC 01	guarda-corpo em aço inox	13,00 m	1,10 m	plataformas
GC 02	corrimão em aço inox	20,00 m	0,92 m	rampas

3.1.4. Estação Barcas

O terminal será implantado na Praça XV de Novembro, ao lado do terminal de barcas para Niterói. Composto por três plataformas e quatro linhas. Possui ainda um edifício anexo servindo de suporte, com sala de administração e sanitários.

A estação possui duas entradas de acesso, ambas em nível. Cada uma das plataformas contém dois lados de acesso aos transportes servindo as linhas de chegada e partida para a estação Central.

Para os pisos externos serão mantidos os mesmos materiais encontrados na praça, minimizando o impacto visual na implantação da estação. Nos internos será usado o porcelanato por suas qualidades quanto a resistência e acabamento.

Todo entorno da estação será arborizado e serão implantados canteiros ou gramados verdes de maneira a inibir a entrada irregular dentro das plataformas, além de impedir a total impermeabilidade do solo.

A seguir está destacada uma relação dos principais materiais a serem adotados na estação Barcas.

Tabela 3.1.25 – Alvenaria e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
AL 01/00	alvenaria estrutural de bloco de concreto	307,80 m²	19 x 19 x 39cm	sanitários, administração, subestação, depósito

Tabela 3.1.26 – Acabamentos Verticais

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
VE 01	pintura acrílica sobre metal na cor - pantone 348 c	190,00 m²	-	estrutura pilares cobertura
VE 02	acabamento - imitação de concreto	233,55 m²	-	fachada
VE 03	verniz incolor anti-pixação para proteção de concreto aparente, alvenarias ou tijolos aparentes, a base de poliéster ramificado	233,55 m²	-	fachadas
VE 04	argamassa + placas de cerâmica esmaltada (branco), rejunte na cor branca	89,90 m²	10 cm x 10 cm	sanitários
VE 05	placa alumínio composto cor pantone 348 c (verde)	129,00 m²	-	fachada
VE 06	vidro laminado guardian cor green com caixilhos	301,00 m²	-	fachada
VE 07	pintura acrílica sobre argamassa na cor branca	207,10 m²	-	interno, subestação
VE 08	vidro temperado com caixilhos	8,60 m²	-	sanitários, adm, cco

VLT CARIOCA S/A.

Tabela 3.1.27 – Pisos e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PS 01	placa cimentícia anti-derrapante	735,00 m²	50 cm X 50 cm	rampas, plataformas
PS 02	piso de porcelanato tipo eliane sepia natural ou equivalente	277,01 m²	40 cm X 40 cm	wc e hall bilheteria
PS 03	rodapé de porcelanato tipo eliane sepia natural ou equivalente	9,96 m²	H = 10 cm	wc e hall bilheteria,
PS 04	piso de concreto intertravado formato retangular na cor cinza natural (silver) da glasser ou equivalente, para tráfego leve	1.463,00m²	10 X 20 X 8	piso externo
PS 05	piso tátil de alerta em porcelanato	70,50m²	25 cm x 25 cm	plataformas

Tabela 3.1.28 – Acabamentos de Tetos e Forros

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
TE 01	forro acústico em fibra mineral tipo "dune da armstrong" ou equivalente	224,96 m²	-	edifício estação
TE 02	telha de aço zincado pré-pintada com tinta à base de poliéster cor cinza claro, com enchimento de lã de vidro (e=60mm) entre a telha e o forro para proteção térmica.	185,30 m²	-	cobertura edifício estação
TE 04	telha de aço zincado tipo "sanduiche" pré-pintada com tinta a base de poliéster com enchimento de lã de vidro (e=63,5mm)/lã de rocha (e=50mm) para proteção térmica	1.788,00 m²	-	cobertura terminal

Tabela 3.1.29 - Portas

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PO 01/01	porta de vidro laminado guardian cor green	2 un	2 folhas de 1,25m cada	edifício estação
PO 01/03	porta de vidro laminado guardian cor green	2 un	2 folhas de 1,05 cada	edifício estação
PO 02/01	porta de abrir com veneziana de alumínio 1 folha de abrir à direita	3 un	90 cm	sanitários, depósito, subestação
PO 02/02	porta de abrir com veneziana de alumínio 1 folha de abrir à esquerda	1 un	90 cm	sanitários
PO 03/01	porta de ferro pintada na cor cinza escuro , folha de abrir a direita	1 un	90 cm	adm

Tabela 3.1.30 – Equipamentos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
EQ 01	bloqueio (previsão)	9 un	-	edifício estação

Tabela 3.1.31 – Peças e Acessórios Sanitários

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
SA 01	bacia sanitária com caixa acoplada tipo "deca izy, cor branco. gelo, cód. cp111/17, ou equivalente	6 un	-	sanitários
SA 03/02	tampo de granito com 2 cubas integrada de embutir oval (l37 17 - deca)	2 un	-	sanitários
SA 04	divisória para sanitários: laminado fenolmelamínico de alta pressão, acabamento texturizado com estrutura de alumínio anodizado	6 cj	-	sanitários

Tabela 3.1.32 – Guarda Corpo

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
GC 01	guarda-corpo em aço inox	20,00 m	1,10 m	escadas, rampas
GC 02	corrimão em aço inox	27,60 m	0,92 m	escadas, rampas

3.1.5. Estação Santos Dumont

O terminal será implantado no estacionamento do aeroporto Santos Dumont, servindo de principal ligação entre o aeroporto e a parte mais central da cidade do Rio de Janeiro. Composto por duas plataformas e três linhas. Possui ainda um edifício anexo servindo de suporte, com sala de administração e sanitários.

A estação possui duas entradas de acesso, ambas em nível. Cada uma das plataformas contém dois lados de acesso aos transportes servindo as linhas de chegada e partida para as demais estações.

Os pisos externos serão de bloco intertravado para as áreas sob as vias dos trens, facilitando a manutenção, placa cimentícia para as plataformas e gramado nas extremidades da cobertura. Nas áreas internas foi escolhido o porcelanato, resistentes e com um acabamento superior.

Todo entorno da estação será arborizado e serão implantados canteiros ou gramados verdes de maneira a inibir a entrada irregular dentro das plataformas, além de tornar o solo mais permeável às águas pluviais.

A seguir está destacada uma relação dos principais materiais a serem adotados na estação Santos Dumont.

Tabela 3.1.33 – Alvenaria e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
AL 01/00	alvenaria estrutural de bloco de concreto	172,90 m²	19 x 19 x 39cm	sanitários, administração, subestação, depósito

Tabela 3.1.34 – Acabamentos Verticais

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
VE 01	pintura acrílica sobre metal na cor - pantone 348 c	190,00 m²	-	estrutura pilares cobertura
VE 02	acabamento - imitação de concreto	237,30 m²	-	fachada
VE 03	verniz incolor anti-pixação para proteção de concreto aparente, alvenarias ou tijolos aparentes, a base de poliéster ramificado	237,30 m²	-	fachadas
VE 04	argamassa + placas de cerâmica esmaltada (branco), rejunte na cor branca	75,00 m²	10 cm x 10 cm	sanitários
VE 05	placa alumínio composto cor pantone 348 c (verde)	77,00 m²	-	fachada
VE 06	vidro laminado guardian cor green com caixilhos	189,00 m²	-	fachada
VE 07	pintura acrílica sobre argamassa na cor branca	220,00 m²	-	interno, subestação
VE 08	vidro temperado com caixilhos	8,70 m²	-	sanitários, adm, cco,
VE 09	grade metálica	110,00 m	H = 2,10m	limite terreno

Tabela 3.1.35 – Pisos e Complementos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PS 01	placa cimentícia anti-derrapante	564,00 m²	50 cm X 50 cm	rampas, plataformas
PS 02	piso de porcelanato tipo eliane sepia natural ou equivalente	271, 80 m²	40 cm X 40 cm	edifício estação
PS 03	rodapé de porcelanato tipo eliane sepia natural na ou equivalente	9,50 m²	H = 10 cm	edifício estação
PS 04	piso de concreto intertravado formato retangular na cor cinza natural (silver) da glasser ou equivalente, para tráfego leve	1282,00 m²	10X 20 X 8	piso externo
PS 05	piso tátil de alerta em porcelanato	47,00 m²	25 cm x 25 cm	plataformas

Tabela 3.1.36 – Acabamentos de Tetos e Forros

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
TE 01	forro acústico em fibra mineral tipo "dune da armstrong"ou equivalente	207,50 m²	-	edifício estação
TE 02	telha de aço zincado pré-pintada com tinta à base de poliéster cor cinza claro, com enchimento de lã de vidro (e=60mm) entre a telha e o forro para proteção térmica.	194,00 m²	-	cobertura esdifício estação
TE 03	telha de aço zincado tipo "sanduiche" pré-pintada com tinta a base de poliéster com enchimento de lã de vidro (e=63,5mm)/lã de rocha (e=50mm) para proteção térmica	1265,25 m²	-	cobertura terminal

Tabela 3.1.37 – Portas

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
PO 01/01	porta de vidro laminado guardian cor green	4 un	2 folhas de 1,25m cada	edifício estação
PO 02/01	porta de abrir com veneziana de alumínio 1 folha de abrir à direita	3 un	90 cm	sanitários, depósito, subestação
PO 02/02	porta de abrir com veneziana de alumínio 1 folha de abrir à esquerda	1 un	90 cm	sanitários
PO 03/01	porta de ferro pintada na cor cinza escuro , folha de abrir a direita	1 un	90 cm	adm

Tabela 3.1.38 – Equipamentos

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
EQ 01	bloqueio (previsão)	4 un	-	edifício estação

Tabela 3.1.39 – Peças e Acessórios Sanitários

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
SA 01	bacia sanitária com caixa acoplada tipo "deca izy, cor branco. gelo, cód. cp111/17, ou equivalente	6 un	-	sanitários
SA 03/02	tampo de granito com 2 cubas integrada de embutir oval (l37 17 - deca)	2 un	-	sanitários
SA 04	divisória para sanitários: laminado fenolmelamínico de alta pressão, acabamento texturizado com estrutura de alumínio anodizado	6 cj	-	sanitários

Tabela 3.1.40 – Guarda Corpo

Cód.	Descrição	Quantidade	Dados Geométricos	Localização
GC 01	guarda-corpo em aço inox	13,00m	1,10 m	plataformas
GC 02	corrimão em aço inox	18,40 m	0,92 m	rampas

3.2. FUNDAÇÕES E ESTRUTURA

3.2.1. Pontos de Paradas

Este tópico refere-se à proposição da solução de fundações para as edificações dos pontos de parada, que fazem parte da obra de implantação do VLT. As edificações dos pontos de parada são típicas e divididas em dois tipos, sendo ilustradas nas figuras mostradas a seguir. Figura 3.3.1 e Figura 3.2.2 mostram as elevações laterais das mesmas.

Figura 3.2.1 - Elevação lateral da Unidade - Ponto de Parada Típico 1

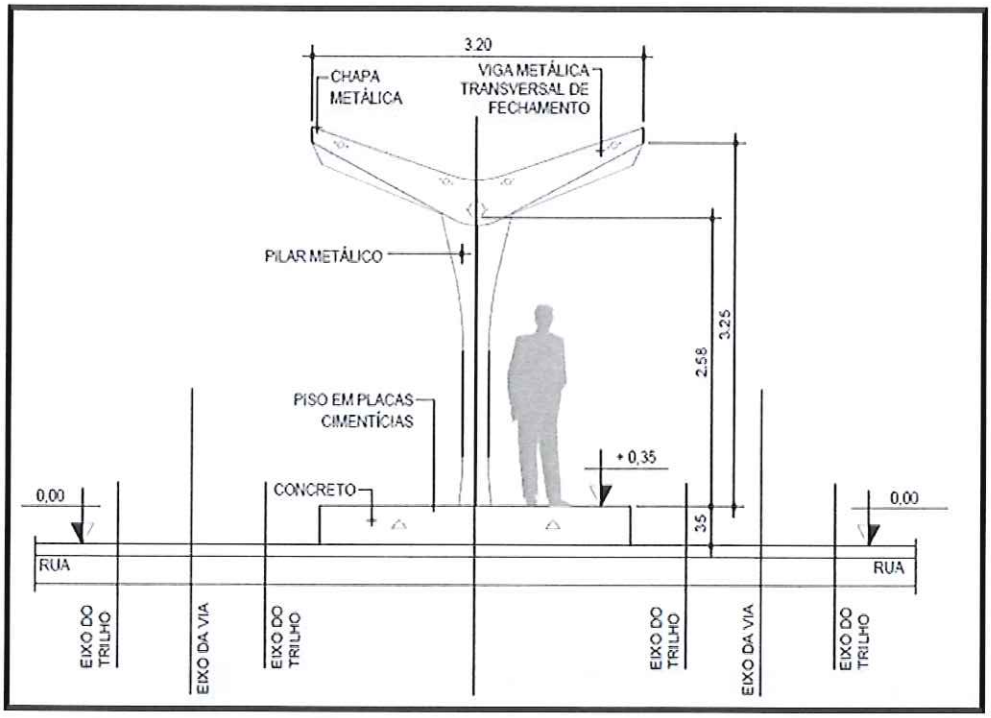
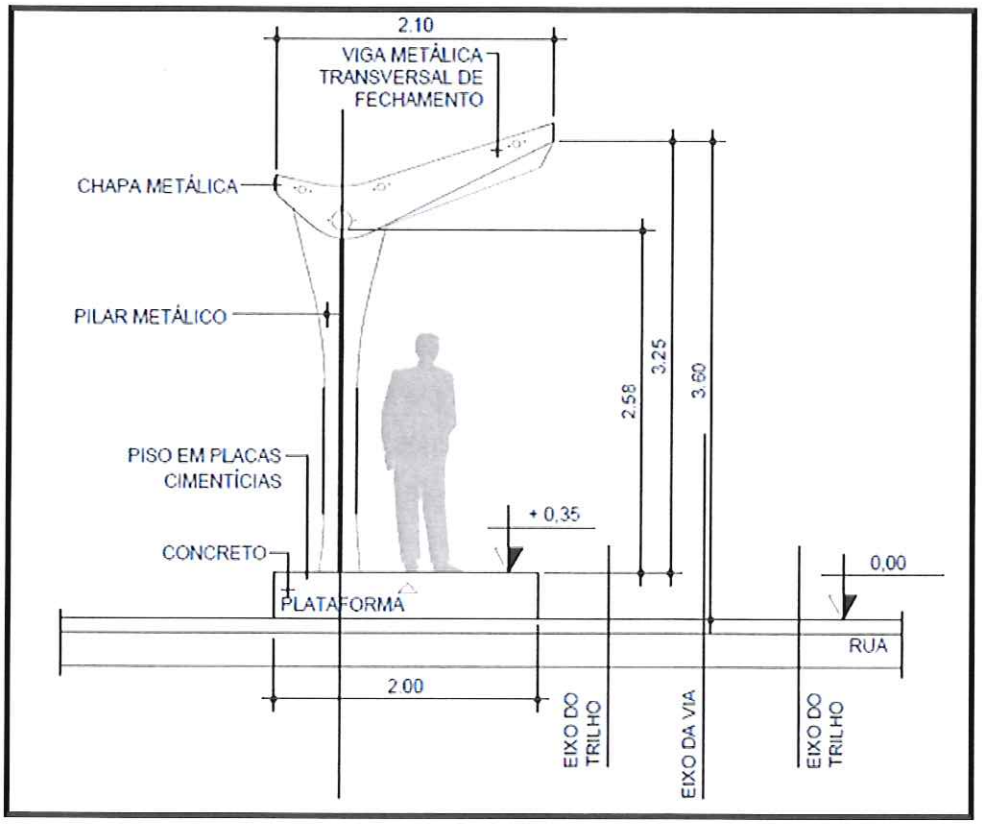


Figura 3.2.2 - Elevação lateral da Unidade - Ponto de Parada Típico 2



Para as investigações geotécnicas da região adotou-se as informações disponíveis relativas a sondagens realizadas em obras próxima a área de implantação do pontilhão. Pelo histórico das edificações e por informações obtidas junto à Fundação Geo-Rio, foi estimado o comprimento das fundações, conforme detalhado a frente.

Tendo-se em vista o nível das cargas dos edifícios em questão, as condições geológico-geotécnicas e o histórico de fundações de edifícios da região, recomendam-se para a instalação das paradas adotarem fundações tipo radier apoiado diretamente sobre o terreno com as especificações gerais descritas no item 3.2.3 e com as seguintes características:

- tensão máxima local sobre o solo sem efeito de vento = 30 KPa (0,3 kgf/cm^2);
- executar troca de solo com espessura mínima de 1,00 m, sendo 30 cm de rachão, 10 cm de brita graduada simples (BGS) e 60cm solo cimento compactado em 3 camadas de 20 cm (traço 1:20);
- lançar antes dos aterros, camada de areia grossa lavada de isolamento, com espessura a ser definida no local para evitar contaminação das camadas de solo sobrepostas;
- evitar escavações que aflorem o lençol freático, mas em acontecendo afloramentos, lançar camadas granulares de modo a evitar problemas de compactação e ocorrência de "borrachudos" na superfície final de terraplenagem.

Para a elaboração do projeto executivo serão necessários alguns ensaios geológico-geotécnicos, tais como as sondagens a trado. Deverão ser executados uma sondagem no local de implantação de cada parada, tanto para as unidades ponto de parada tipo 1, quanto para as unidades tipo 2, com profundidade estimada de aproximadamente 5,00 m cada (a partir da cota de implantação das edificações).

3.2.2. Estações

Este tópico refere-se à proposição da solução de fundações para as estações Vila de Mídia (Rodoviária), Central, Barcas e Santos Dumont. A Figura 3.2.3 mostra a região aonde as mesmas serão implantadas.

VLT CARIOCA S/A.

Figura 3.2.3 - Localização das estações

Para as investigações geotécnicas nas áreas a serem implantadas as estações adotou-se as informações disponíveis relativas a sondagens realizadas em obras próximas as mesmas. Pelo histórico das edificações locais e por informações obtidas junto à Fundação Geo-Rio, foi estimado o comprimento das fundações, conforme detalhado a seguir, bem como também estão listadas as referências utilizadas para tal.

Foram adotadas estacas pré-moldadas para as fundações em questão devido ao nível d'água elevado e à magnitude das cargas. Tendo-se em vista o nível das cargas dos edifícios em questão, as condições geológico-geotécnicas e o histórico de fundações de edifícios da região, recomendam-se adotar para as fundações estacas pré-moldadas de concreto.

Quando da execução das estacas pré-moldadas, deverá ser observado as recomendações constantes no item 1.7.3.

Para a estação Rodoviária recomenda-se adotar para as fundações estacas pré-moldadas de concreto com as especificações gerais descritas no item e com as seguintes características:

- carga estrutural admissível, aplicada na cabeça das estacas, para cargas permanentes mais acidentais, sem o efeito do vento: estacas Ø20cm (ou a equivalente quadrada de 17x17cm) para 20tf (□c = 6,9MPa);
- admite-se acréscimo de 30% nas cargas admissíveis acima quando o efeito do vento for também considerado (somente para verificação);
- concreto com fck de acordo com as normas da ABNT;
- profundidades estimadas em 25m a partir da cota de implantação da edificação (os resultados de cravação dessas estacas deverão ser confirmados em campo).

É importante lembrar que esses comprimentos são estimativas baseadas em cálculos semi-empíricos. O comprimento final da estaca será definido após as análises de nega e repique elástico.

Para a estação Central recomenda-se adotar para as fundações estacas pré-moldadas de concreto com as especificações gerais descritas no item e com as seguintes características:

- carga estrutural admissível, aplicada na cabeça das estacas, para cargas permanentes mais acidentais, sem o efeito do vento: estacas Ø 20 cm (ou a equivalente quadrada de 17x17cm) para 20 tf (□c = 6,9 MPa);
- admite-se acréscimo de 30% nas cargas admissíveis acima quando o efeito do vento for também considerado (somente para verificação);
- concreto com fck de acordo com as normas da ABNT;
- profundidades estimadas em 25 m a partir da cota de implantação da edificação (os resultados de cravação dessas estacas deverão ser confirmados em campo).

A seguir estão listadas as referências utilizadas para tal estimativa:

- perfis de sondagem S1, S2, S3 e S4 localizados à avenida Marechal Floriano, 197, elaborados por Engenharia de Fundações S.A., em 20.09.1961, situados à aproximadamente 650 m do local em estudo;
- perfis de sondagem F1 e F2 localizados à avenida Marechal Floriano, 141 e 143, elaborados por Soloteste Engenharia Ltda., em 10.06.1960, situados à aproximadamente 850 m do local em estudo;
- perfis de sondagem S1 e S2 localizados à avenida Marechal Floriano, 163 e 165, elaborados por Songeo Ltda,. em 26.04.1954, situados à aproximadamente 760,m do local em estudo.

É importante lembrar que esses comprimentos são estimativas baseadas em cálculos semi-empíricos. O comprimento final da estaca será definido após as análises de nega e repique elástico.

Para a estação Barcas recomenda-se adotar para as fundações estacas pré-moldadas de concreto com as especificações gerais descritas no item e com as seguintes características:

- carga estrutural admissível, aplicada na cabeça das estacas, para cargas permanentes mais acidentais, sem o efeito do vento: estacas Ø 20 cm (ou a equivalente quadrada de 17x17 cm) para 20 tf (□c = 6,9 MPa);
- admite-se acréscimo de 30% nas cargas admissíveis acima quando o efeito do vento for também considerado (somente para verificação);
- concreto com fck de acordo com as normas da ABNT;
- profundidades estimadas em 25 m a partir da cota de implantação da edificação (os resultados de cravação dessas estacas deverão ser confirmados em campo).

A seguir estão listadas as referências utilizadas para tal estimativa:

- perfis de sondagem SP1, SP2 e SP3 localizados à rua Sete de Setembro, 69 / 71, elaborados por Tecnobrás Engenharia Ltda., em 22.07.1975, situados à aproximadamente 570m do local em estudo;

É importante lembrar que esses comprimentos são estimativas baseadas em cálculos semi-empíricos. O comprimento final da estaca será definido após as análises de nega e repique elástico.

Para a estação Santos Dumont recomenda-se adotar para as fundações estacas pré-moldadas de concreto com as especificações gerais descritas no item e com as seguintes características:

- carga estrutural admissível, aplicada na cabeça das estacas, para cargas permanentes mais acidentais, sem o efeito do vento: estacas Ø20 cm (ou a equivalente quadrada de 17x17 cm) para 20 tf (□c = 6,9 MPa)
- admite-se acréscimo de 30% nas cargas admissíveis acima quando o efeito do vento for também considerado (somente para verificação);

- concreto com fck de acordo com as normas da ABNT;
- profundidades estimadas em 25m a partir da cota de implantação da edificação (os resultados de cravação dessas estacas deverão ser confirmados em campo).

A seguir estão listadas as referências utilizadas para tal estimativa:

- perfis das sondagens 1, 2, 3, 4, 5 e 6 localizados no aeroporto Santos Dumont, responsável técnico Egmar Leal, m 10.08.1961, situados à aproximadamente 300 m do local em estudo;
- perfis de sondagem F1 à F15 localizados próximos ao aeroporto Santos Dumont, elaborados por Soloteste Engenharia Ltda., em março de 1969, situados à aproximadamente 300 m do local em estudo.

É importante lembrar que esses comprimentos são estimativas baseadas em cálculos semi-empíricos. O comprimento final da estaca será definido após as análises de nega e repique elástico.

Para a elaboração do projeto executivo serão necessários alguns ensaios geológico-geotécnicos, tais como as sondagens à percussão (SPT).

Deverão ser executados no mínimo dez pontos de sondagem (SPT) com profundidade estimada de aproximadamente 35 m cada (a partir da cota de implantação dos edifícios) nos locais de implantação de cada uma das estações (Vila de Mídia, Central, Barcas e Santos Dumont), conforme item 4.1.1.2 da NBR 8036/1983, descritos a seguir.

As sondagens devem ser, no mínimo, de uma para cada 200m² de área da projeção em planta do edifício, até 1200 m² de área. Entre 1.200 m² e 2.400 m² deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m² que excederem de 1.200 m². Acima de 2.400 m² o número de sondagens deve ser fixado de acordo com o plano particular da construção.

Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deve ser:

- dois para área de projeção em planta do edifício até 200 m²;
- três para área entre 200 m² e 400 m².

VLT CARIOCA S/A.

3.2.3. Recomendações Gerais sobre Fundações em Radier

Quando da execução das fundações em radier, deverá ser observado os seguintes pontos:

- executar troca de solo com espessura mínima de 1,00 m, sendo 30 cm de rachão, 10 cm de brita graduada simples (BGS) e 60 cm solo cimento compactado em 3 camadas de 20cm (traço 1:20);
- executar teste de carga com caminhão carregado e verificar a existência de "borrachudos". Caso ocorram, corrigir localmente com a troca de solo por material granular;
- recomenda-se o lançamento de concreto magro, espessura de 5cm, logo após a liberação do subleito preparado e testado;
- instalação das armações
- concretagem;
- cuidados com a cura de acordo com o projeto.

3.2.4. Recomendações Gerais sobre Aterros

Quando da execução dos aterros, deverá ser observado os seguintes pontos:

- antes do aterro, os materiais superficiais de baixa qualidade deverão ser removidos, tais como: solos com detritos vegetais, solos orgânicos e entulhos;
- é fundamental que o aterro seja compactado em camadas de no máximo 20cm de espessura, com controle da umidade e do grau de compactação;
- deverá ser mantida a homogeneidade das camadas a serem compactadas, tanto no que se refere à umidade quanto ao material;
- o aterro será sempre compactado até atingir um grau de compactação mínimo de 95%, com referência ao ensaio de compactação normal de solo - Método Brasileiro conforme NBR-7182 (MR-33);
- a umidade do solo deverá ser mantida próxima da ótima, preferencialmente do lado seco da curva de Proctor, não podendo ter variação superior à -2,0% e +1,0% em relação à umidade ótima (da curva de Proctor);
- o controle tecnológico do aterro será procedido de acordo com a NRB- 5681 (NB-501).