

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	79 de 870

6 ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

O EIA do Trecho Vila Prudente/Dutra estudou e apresentou originalmente as alternativas relativas à escolha do "modal", justificando as suas razões para a implantação na continuidade da Linha 2-Verde. Dessa forma, este RAP não trará a discussão de outras soluções modais e tecnológicas para o Trecho Fernão Dias/Dutra, que não sejam as atualmente definidas para a Linha 2-Verde, considerando sua concepção original; qual seja, metrô convencional (subterrâneo).

6.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Este item apresentará as alternativas locais e tecnológicas para a implantação do Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde, conforme preconizado no artigo 5º, inciso I da Resolução CONAMA 01/86.

6.1.1 Aspectos metodológicos

Os processos de tomada de decisão sobre infraestruturas de transporte são de alta complexidade, pois envolvem fatores de naturezas diversas, relacionados a critérios construtivos, operacionais, socioeconômicos, ambientais, institucionais, entre outros.

A avaliação sobre um único critério não capta os diversos aspectos considerados como relevantes pelos envolvidos em processos decisórios. Logo, torna-se necessária a utilização de metodologia de avaliação por multicritérios para conduzir a uma tomada de decisão estruturada e sistematizada.

Dessa forma, a metodologia adotada para a escolha do melhor traçado para o Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde, consistiu na definição de um conjunto de fatores, seus critérios de avaliação e seus respectivos indicadores. Uma vez estabelecidos os indicadores, seus resultados brutos, para cada alternativa, foram então normalizados e ponderados, de modo que os cinco fatores fossem representados em uma escala comum, de acordo com a atribuição de pesos definida em conjunto com a equipe técnica da gerência de planejamento da Companhia do Metrô. Finalizado este processo, a matriz multicritérios construída permitiu a comparação das alternativas de traçado em análise.

6.1.2 Estrutura de fatores e critério de seleção

A definição dos fatores, critérios e indicadores visa auxiliar a escolha da alternativa de traçado que gere maiores benefícios e menores impactos sobre a população e o meio urbano. Dessa forma, são assim definidos:

- Fatores: são elementos que concorrem para um determinado resultado;
- Critérios: são elementos que fundamentam a avaliação de uma escolha;

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	80 de 870

- **Indicadores:** são elementos que fornecem indicações de medidas diversas para embasar os critérios.

Para subsidiar a seleção da alternativa de traçado, em termos de viabilidade construtiva e operacional, submeteu-se a análise às seguintes condicionantes:

- Maximizar a interação entre transporte e uso do solo através do atendimento às centralidades urbanas e às áreas adensadas ou passíveis de adensamento, conforme diretrizes do PDE, Planos Regionais Estratégicos e planos e projetos previstos para as áreas atingidas pelo projeto;
- Maximizar os benefícios de acessibilidade e mobilidade aos usuários através da atratividade da localização e inserção das estações em locais que possibilitam a integração modal;
- Minimizar os impactos negativos, especialmente na fase de implantação do novo trecho, reduzindo as áreas a serem desapropriadas e os transtornos à população;
- Minimizar os impactos ao ambiente natural e construído, reduzindo a supressão de áreas verdes ou de lazer e protegendo os referenciais históricos e urbanísticos da região;
- Minimizar os custos de implantação do projeto, especialmente no que diz respeito ao método construtivo a ser empregado.

Outra questão considerada na definição dos critérios e indicadores é a mensurabilidade destes, em função das informações e ferramentas disponíveis nesta fase dos estudos. Desta forma, privilegiou-se a inclusão somente de critérios facilmente mensuráveis, compatíveis com o nível de informação disponível nesta fase dos estudos (seja com base nas informações provenientes da caracterização regional, seja com relação ao nível de detalhamento do traçado nas etapas iniciais do estudo).

6.2 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

O estudo de alternativas de traçado para a Linha 2-Verde teve como objetivos principais:

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

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	81 de 870

- Oferecer maiores opções de integração em rede à população da zona leste, mediante interconexão com linhas do Metrô de São Paulo e CPTM.

Enquanto o primeiro objetivo de melhorar a distribuição dos carregamentos das Linhas 1-Azul e 3-Vermelha pode ser atendido por qualquer ligação em arco que conecte a atual Linha 2-Verde com a Linha 3-Vermelha (em Tatuapé, Carrão, Penha, ou até outra estação, mais distante), os outros objetivos são, a princípio, melhor atendidos quanto mais abrangentes são as áreas urbanas cobertas ou quanto mais "nós" de articulação viária o traçado propiciar.

No contexto das alternativas estudadas para essa linha, em sua concepção "original", os estudos da rede essencial indicaram uma diretriz de extensão da rede metroviária até a estação Tatuapé. Porém, na evolução das avaliações técnicas no projeto funcional, foram estabelecidas mais duas diretrizes de traçado: ligação com a estação Penha e ligação com a estação Carrão, abandonada logo no início dos estudos.

Estas novas formulações decorreram de uma reflexão sobre o papel que a Linha 2-Verde deveria apresentar no contexto da Zona Leste de São Paulo, especialmente na chamada Zona Leste 1 (mais próxima da área central). De fato, a Linha 2-Verde configura um traçado interessante para a rede metroviária na Zona Leste, na medida em que permite uma ligação transversal no território, cruzando os principais eixos viários.

A pequena diferença de traçado entre algumas dessas alternativas nas diretrizes Tatuapé e Penha fez com que, após os estudos iniciais, fossem consideradas apenas 3 alternativas de traçado (conforme contempladas no EIA da Linha 2-Verde/ Trecho Vila Prudente - Dutra) para os estudos de modelagem comparativa para seleção entre elas, tendo como ponto de origem à estação Vila Prudente, em construção, e como ponto de chegada três destinos principais: (i) Tatuapé; (ii) Penha; e (iii) Tiquatira.

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

Isto posto, vale ser destacado que estudos mais recentes da rede metroviária constataram a necessidade de se fazer uma "extensão" desta linha em mais 3 km, à partir da estação Fernão Dias, até a estação Dutra, já no município de Guarulhos, constituindo-se no Trecho Fernão Dias/Dutra, objeto específico deste RAP.

Assim, cabe então ressaltar, relativamente à escolha do "modal", que esta foi originalmente estudada e justificada para a implantação do Trecho Vila Prudente - Dutra. Dessa forma

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	82 de 870

entende-se que não cabe neste RAP a discussão de outras soluções modais e tecnológicas para o Trecho Fernão Dias/Dutra, que não sejam as atualmente definidas para a Linha 2-Verde, considerando sua concepção original; qual seja, metrô convencional (subterrâneo).

Por outro lado, ressalta-se que as tecnologias devem ser atualizadas constantemente, no que couber, com os avanços tecnológicos que se colocam disponíveis no mercado.

7 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde, objeto do presente estudo, localiza-se na zona Leste do Município de São Paulo e na porção sul do município de Guarulhos.

7.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO FUNCIONAL

O Projeto Funcional do Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde foi elaborado e validado pela Companhia do Metrô, por meio da antiga Gerência de Projeto Funcional (GPI) atual Gerência de Planejamento e Meio Ambiente (GPA), com o objetivo de compatibilizá-lo com as definições da rede de transportes e adicionando elementos, em especial interferências físicas (**Anexo 3**).

Foi consolidada e adotada uma versão de projeto para o empreendimento elaborada pela Gerência de Planejamento e Meio Ambiente (GPA) com atualizações da Gerência de Projetos (GPR), objeto deste estudo conforme apresentado e descrito nos próximos itens.

O traçado projetado do Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde se inicia cerca de 930 metros após a Estação Tiquatira (projeto anterior), devido ao fato de que neste ponto o traçado faria uma deflexão à esquerda. Neste "novo" traçado, neste mesmo ponto, o traçado segue em linha reta, e logo a frente faz uma deflexão à direita, alterando a diretriz de traçado para o bairro Ponte Grande e Rodovia Presidente Dutra.

Após a estação Fernão Dias, o traçado faz uma deflexão à direita, passando por sob o córrego Cabuçu de Cima, e segue com a tangente passando por quadras edificadas, até encontrar a Avenida Guarulhos, onde está posicionada a Estação Ponte Grande.

Entre as Estações Fernão Dias e Ponte Grande, prevê-se a implantação do VSE São Pedro, de modo a cumprir as exigências do Corpo de Bombeiros quanto à distância mínima entre os VSEs e as estações.

Quanto ao perfil, o traçado se dá sem declividade ao sair da estação Fernão Dias. No entanto, se inicia uma rampa ascendente de 4,0%, para o desenvolvimento dos túneis de acesso ao pátio Paulo Freire.

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8LP-003	REVISÃO A
EMIÇÃO 29/04/2025	FOLHA 83 de 870

Devido à mudança da diretriz de traçado, (que segue em direção ao Shopping Internacional de Guarulhos) e à impossibilidade de mudança do terreno escolhido para o pátio, a solução apresentada para o acesso ao mesmo ocorre com a saída do pátio se dando em via elevada, passando por sobre o Córrego Cabuçu de Cima e a av. Educador Paulo Freire; e, em seguida, o emboque das vias de acesso será feito em uma área desocupada, sendo a partir daí subterrâneas.

É prevista a desapropriação de uma faixa de residências situadas entre as Ruas João Biani e um conjunto de prédios residenciais (cuja frente se situa na Rua Cabo João Teruel Fregoni). A partir do emboque, as vias de acesso serão concebidas por um túnel duplo; cerca de 250 metros após o emboque, há uma bifurcação, com cada via de acesso sendo um túnel singelo, de 6,5 m de diâmetro, e se encontrando novamente na via principal.

Destaca-se que a topografia acentuada em algumas regiões do bairro Ponte Grande fez com que a proposta do acesso ao pátio em via elevada fosse levada em consideração. Prevê-se também um PV/SE (VSE São Pedro) no terreno em frente a um conjunto de prédios residenciais, localizado na Rua Cabo João Teruel Fregoni, para atender as vias de acesso ao Pátio.

É prevista também a desapropriação de uma faixa correspondente às margens da via elevada do acesso ao pátio, paralela a av. Educador Paulo Freire, para que sejam instalados os AMVs para as vias de acesso ao pátio.

Passando pela estação Ponte Grande, na Avenida Guarulhos, o traçado segue a avenida por aproximadamente 170 metros, faz uma deflexão à esquerda, atravessando por quadras edificadas; situado entre as Ruas Anton Phillips, Aviador Aurélio Vieira Sampaio e Viela Pirama, onde, prevê-se a implantação do VSE Anton Philips.

A área em questão foi escolhida por estar o mais equidistante possível entre as estações Ponte Grande e Dutra, além de ser uma área com certo grau de degradação. Após o VSE, o traçado passa por sob a Universidade de Guarulhos e a Rodovia Presidente Dutra, e faz uma deflexão à direita, passando próximo ao Shopping Internacional de Guarulhos, chegando à área compreendida pela Rua José Sarraceni, Avenida Guarulhos e a Rodovia Presidente Dutra, onde está localizada a estação Dutra.

Após a estação Dutra, há aproximadamente 490 metros de via, extensão necessária para a instalação do pátio para manobras entre trens e estacionamento. No fim do traçado, prevê-se a implantação do VSE Castelo Branco, numa área localizada logo após o cruzamento das Avenidas Guarulhos e Presidente Humberto de Castelo Branco, no sentido bairro-centro. Esta é uma área degradada, com pouca ou nenhuma ocupação, com potencial para intervenções urbanísticas.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	84 de 870

O **Quadro 7.1-1** apresenta as características do empreendimento a partir de indicadores e unidades determinadas no projeto em estudo. Essas informações são estimativas desta fase do projeto, que podem ter pequenas variações com o desenvolvimento.

Quadro 7.1-1 – Características do empreendimento

Indicador	Projeto	Unidade
Extensão	3	Km (vias)
Extensão comercial	2,5	Km
Estações	2	Nº estações
Área Total das Estações	5,3	Ha
Movimento de passageiros	1.647.530	Pax/dia
Capacidade operacional	72.000	Pax/hora/sentido
Extensão em via elevada	0,3	Km
Extensão em túnel	3,7	Km
Poços de ventilação	3	Nº poços de ventilação
Área total dos poços	3,1	Ha
Velocidade operacional	33	Km/h
Capacidade de transporte por composição	1.624	Pax/composição

O "Mapa de Localização do Empreendimento" (**Mapa 7.1-1**), apresentado a seguir, permite visualizar a localização referencial da Linha 2-Verde/ Trecho Fernão Dias/Dutra.

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8LP-003	REVISÃO	A
EMIÇÃO	29/04/2025	FOLHA	85 de 870

Mapa 7.1-1 – Localização do empreendimento



- Legenda
- Limite Municipal
 - Linha 2 - Verde
 - Em Licenciamento
 - Licenciado
 - Estação/VSE e Pátio
 - Em Licenciamento
 - Licenciado

Fonte:
- Metro, 2024.

Base:
- CEM, 2020;
- Imagem Google Earth, 2024.



Escala 1:15.000
Projeção UTM - SIRGAS 2000 - Fuso 23S

Mapa
CARACTERIZAÇÃO DO
EMPREENHIMENTO

Número	Articulação
7.1-1	1/1

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	86 de 870

7.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O projeto previsto é caracterizado pela construção do túnel entre a estação Fernão Dias (exclusive) e VSE Castelo Branco, das estações Ponte Grande e Dutra, dos poços de VSEs São Pedro, Anton Philips e Castelo Branco e, do acesso ao pátio Paulo Freire.

7.2.1 Características técnicas do projeto

As estações do Trecho Fernão Dias/Dutra, assim como seus acessos, foram projetadas para estarem posicionadas em locais que facilitem sua identificação e uso pela população, levando-se em conta tanto os usuários lindeiros, que chegam a pé até as estações, como aqueles que se utilizam de outros modos de transporte para chegar ao metrô, ou para complementar sua viagem de volta.

Dentro desta concepção, as estações e a disposição dos acessos deverão favorecer a integração com outras linhas do sistema metroferroviário, com as linhas de transporte coletivo por ônibus (de passagem, de ponto final e fretados), com os táxis e com o transporte individual (carros particulares, motos, bicicletas).

A acessibilidade às estações deverá ser favorecida com a implantação de equipamentos de transferência intermodal adequados, baias de parada para ônibus e táxis e de parada rápida ("*kiss and ride*") para veículos particulares, faixas de travessia de pedestres devidamente sinalizadas e iluminadas e guias rebaixadas para pessoas que usam cadeiras de rodas. As vias de acesso deverão ser adequadas ao fluxo de veículos atraídos pela estação, e ao fluxo de passagem pelo seu entorno.

Deve ser prevista também a comunicação entre os vários acessos à estação através de área não paga, de modo a permitir que o usuário escolha por onde entrar e/ou sair da estação. Os acessos devem se situar em ambos os lados das avenidas ou vias de trânsito intenso, de modo a reduzir os riscos dos usuários na chegada ou saída da estação. E devem ser previstos pelo menos dois acessos por estação, aumentando a segurança dos usuários em casos de emergência.

As estações devem ser amplas e arejadas, aproveitando a iluminação e ventilação naturais. Devem ser providas de elevadores, desde o nível térreo até a área não paga, e desta para os níveis das plataformas, permitindo o acesso de pessoas com necessidades especiais (idosos, mulheres grávidas, pessoas com criança no colo, pessoas que usam cadeiras de roda e pessoas com deficiência motora temporária ou permanente). Devem possuir sanitários públicos; escadas rolantes e fixas em todos os acessos e nos dois sentidos de circulação, assim como entre os andares, ligando todos os níveis da estação.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	87 de 870

7.2.2 Estações

A **estação Ponte Grande** situa-se na Av. Guarulhos, já no município de mesmo nome, em local de grande circulação de veículos particulares e transporte público, favorecendo a integração do metrô com as linhas de ônibus que circulam entre os municípios de São Paulo e Guarulhos. Além disso, está localizada em ponto central no bairro da Ponte Grande, facilitando o acesso de usuários lindeiros. Devido às necessidades operacionais, prevê-se a instalação de um AMV duplo, 30 metros após a estação Ponte Grande.

A **estação Dutra** situa-se nas proximidades da Rua José Sarraceni, entre a Rodovia Presidente Dutra e o Shopping Internacional de Guarulhos, também no município de Guarulhos. Sua localização é estratégica em relação às Avenidas Guarulhos, Av. Presidente Humberto de Alencar Castelo Branco e à própria Rodovia Presidente Dutra, por onde circulam as linhas de ônibus, favorecendo a integração do metrô com as linhas de ônibus municipais de Guarulhos e intermunicipais provenientes da região nordeste da Região Metropolitana de São Paulo. Prevê-se, na implantação da Linha 19-Celeste, um terminal de ônibus junto a essa estação.

A estação Dutra será, portanto, uma Estação Intermodal de Integração que fará a conexão entre a Linha 2-Verde, a futura Linha 19-Celeste (Bosque Maia - Anhangabaú), as linhas de ônibus municipais de Guarulhos e o Corredor Guarulhos-São Paulo (Tucuruvi) da EMTU.

7.2.3 Dimensionamento das Estações e Utilidades

O dimensionamento das estações é elaborado segundo parâmetros técnicos utilizados na Companhia do Metrô, tendo por base os dados da estimativa de demanda no horário de pico da manhã, considerando-se o valor máximo observado, e eventos representativos, como a integração entre linhas e a configuração final da linha.

Os parâmetros técnicos servem de base para os cálculos de definição dos acessos, bilheterias, escadas rolantes e fixas, rampas, corredores e bloqueio.

Baseado na configuração "final" da Linha 2-Verde (Trecho Cerro Corá - Dutra), na demanda estimada para os anos horizontes de 2019 e 2030, e nos parâmetros técnicos utilizados na Companhia do Metrô, definiu-se as dimensões mínimas de cada estação.

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8LP-003	REVISÃO A
EMIÇÃO 29/04/2025	FOLHA 88 de 870

Dimensionamento da Estação Ponte Grande

Para o dimensionamento da estação Ponte Grande foram usados os dados de demanda para o ano 2019, por apresentar situação ligeiramente mais crítica em relação ao ano 2030.

Estimativa de Demanda - Ano 2019 - Hora Pico Manhã

- Sentido Cerro Corá - Dutra.
 - Embarque: 0 passageiros
 - Desembarque: 1.385 passageiros
 - Total: 1.385 passageiros
- Sentido Dutra - Cerro Corá
 - Embarque: 1.255 passageiros
 - Desembarque: 0 passageiros
 - Total: 1.255 passageiros
- Total de embarques nos dois sentidos: 1.255 passageiros
- Total de desembarques nos dois sentidos: 1.385 passageiros
- Total de passageiros que circularão na estação: 2.640 passageiros
- Acessos: 2 acessos com portas de largura mínima 2,00m, um de cada lado da avenida Guarulhos;
- Bilheterias: 2 bilheterias blindadas;
- Bloqueios: 4 bloqueios (quantidade mínima);
- Corredores e Rampas: Largura mínima de 6,00 m;
- Escadas Rolantes: 2 escadas rolantes, uma para cada sentido de circulação vertical;
- Escadas Fixas: 2 escadas fixas de 3 módulos, uma para cada plataforma (quantidade mínima), e no mezanino intermediário e acessos 1 escada fixa de 3 módulos (quantidade mínima);

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	89 de 870

- Mezanino: Está acima do necessário, pois obedece às medidas mínimas de área livre nas extremidades das escadas (1,5 vezes a largura da escada) e a critérios de melhor distribuição das escadas na plataforma;
- Plataformas laterais: Largura mínima de 4,00m;

Dimensionamento da Estação Dutra

Para o dimensionamento da estação Dutra também foram usados os dados de demanda para o ano 2019 e 2030, por apresentarem situações de demanda distintas. Em 2019 observava-se demanda crítica, com maior quantidade de passageiros, no entanto, em 2030 observando-se a integração com a Linha 19, prevê-se uma queda drástica na demanda diária da estação.

Estimativa de Demanda - Ano 2019 - Hora Pico Manhã

- Sentido Cerro Corá - Dutra
 - Embarque: 0 passageiros
 - Desembarque: 2.994 passageiros
 - Total: 2.994 passageiros
- Sentido Dutra - Cerro Corá
 - Embarque: 18.182 passageiros
 - Desembarque: 0 passageiros
 - Total: 18.182 passageiros
- Total de embarques nos dois sentidos: 18.182 passageiros
- Total de desembarques nos dois sentidos: 2.994 passageiros
- Total de passageiros que circularão na estação: 21.176 passageiros

Estimativa de Demanda - Ano 2030 - Hora Pico Manhã

- Sentido Cerro Corá - Dutra
 - Embarque: 0 passageiros
 - Desembarque: 6.524 passageiros

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8LP-003	REVISÃO A
EMIÇÃO 29/04/2025	FOLHA 90 de 870

- Total: 6.524 passageiros
- Sentido Dutra - Cerro Corá
 - Embarque: 5.041 passageiros
 - Desembarque: 0 passageiros
 - Total: 5.041 passageiros
- Total de embarques nos dois sentidos: 5.041 passageiros
- Total de desembarques nos dois sentidos: 6.524 passageiros
- Total de passageiros que circulam na estação: 11.565 passageiros
- Acessos: 2 Acessos com portas de largura mínima 7,00m, um de cada lado da Rodovia Presidente Dutra e acessos em cada plataforma do terminal de ônibus;
- Bilheterias: 7 bilheterias blindadas;
- Bloqueios: 15 bloqueios para entrada e 2 para saída, total de 17 bloqueios;
- Corredores e Rampas: Largura mínima de 10,00 m;
- Escadas Rolantes: 3 escadas rolantes, para embarque e uma para desembarque;
- Escadas Fixas: 2 escadas fixas de 3 módulos, uma para cada plataforma (quantidade mínima), e no mezanino intermediário e acessos 2 escadas fixa de 3 módulos;
- Mezanino: Está acima do necessário, pois obedece às medidas mínimas de área livre nas extremidades das escadas (1,5 vezes a largura da escada) e a critérios de melhor distribuição das escadas na plataforma;
- Plataformas laterais: Largura de 5,00m, considerando alternância de uso das duas plataformas, durante operação.

7.2.4 Detalhamento das Estações

O detalhamento das estações, conforme apresentado, corresponde à compilação de informações de projetos funcionais especificamente desenvolvidos para as mesmas e que contemplam, na sua concepção e dimensionamento, todos os aspectos funcionais e dimensionais para atender as demandas, fluxos de usuários, necessidades operacionais, aspectos urbanísticos, arquitetônicos, estruturais e de métodos construtivos da solução selecionada.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	91 de 870

A partir da análise das recomendações da Companhia do Metrô, considerando os aspectos de inserção urbana, urbanísticos socioeconômicos, de transportes e ambientais das áreas de influência das estações, foi definida a localização das estações e as diretrizes de traçado, consolidando a Alternativa Recomendada para o traçado do Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde, conforme já discutido anteriormente no item 6.1 Alternativas locacionais.

Premissas Adotadas para o Detalhamento das Estações

Para o projeto funcional das estações foram adotadas as premissas de projeto apontadas a seguir:

- Inserção urbana: implantação das estações respeitando as condições morfológicas do sítio com a proposição de acessos que facilitem a acessibilidade dos usuários à estação (considerando as normas de acessibilidade universal da NBR 9050), ou seja, acessos condicionados aos equipamentos urbanos e ocupações lindeiras de interesse e à topografia da região, em geral bastante acidentada;
- Largura de passeios: os passeios foram dimensionados conforme a sua relação com os acessos das estações e áreas técnicas e operacionais considerando uma largura mínima de 5 metros para os limites de quadra e de 3 metros nas áreas mais restritas de circulação;
- Baias para veículos: previsão de baias para táxis e automóveis (*kiss and ride*);
- Baias de ônibus urbanos: as baias de ônibus urbanos foram previstas garantindo ao usuário um acesso seguro e confortável, mantendo o padrão usual de integração física já adotada na rede, dentro do espaço físico das estações. Foram observadas a operação das linhas municipais e metropolitanas, a previsão de novas infraestruturas de rede sobre pneus e a demanda de integração ônibus x metrô prevista em simulação;
- Programa funcional: detalhamento funcional das estações a partir de um programa funcional mínimo contendo:
 - elevadores (áreas não pagas, áreas pagas e áreas técnicas e operacionais);
 - dutos de exaustão;
 - dutos de insuflamento;
 - plataformas;
 - portas automáticas;
 - eixo da via;
 - escada fixa;
 - escada rolante;
 - circulação;

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	92 de 870

- bilheterias;
- Sala de Supervisão Operacional (SSO);
- bloqueios;
- salas operacionais (totalizando, no mínimo, 430 m²);
- salas técnicas (totalizando, no mínimo, 680 m²);
- porão de cabos;
- espaços disponíveis;
- áreas de apoio;
- rampas;
- elevadores monta carga;
- plataformas elevatória p.p.d.;
- plataformas outra linha (especificadas);
- passarelas;
- bicicletários;
- paraciclos;
- s.f.o. (sala de ferramentas operacionais);
- estacionamentos para veículos de manutenção;
- sanitários públicos em área paga; e
- salas de segurança.

Circulações Horizontais, Verticais e Plataformas

- Circulações horizontais: o dimensionamento das circulações horizontais foi elaborado considerando a capacidade por canal de circulação de 1.800 ph/canal e largura de canal de 0,65 metros.
- Escadas fixas e rolantes: dimensionamento das larguras e quantidades das escadas fixas e rolantes elaborado a partir da estimativa de demanda fornecida pela Companhia do Metrô, calculados a partir dos critérios também fornecidos pela Companhia do Metrô e conforme as normas NBR 9050 e NBR 14021. A quantidade de escadas rolantes foi definida considerando a capacidade de 6.000 ph. Para manter uma margem de segurança, o cálculo foi feito com todo o fluxo pelas escadas rolantes, acrescentando sempre duas escadas fixas de 4 canais por plataforma e uma escada fixa de 4 canais na estação.
- Elevadores: um conjunto de dois elevadores ligando os acessos ao nível dos bloqueios (áreas não pagas) e outro conjunto de dois elevadores dentro das áreas pagas ligando o nível dos bloqueios às plataformas;
- Tipologias de escadas adotadas: Para a elaboração do projeto funcional foram adotadas escadas fixas com 2,20 m de largura e escadas rolantes com 1,10 m, é

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	93 de 870

necessário manter uma distância livre de 1,5 vezes a largura do conjunto de escadas para garantir o fluxo dos usuários.

- Plataformas: dimensionamento das larguras das plataformas elaborado a partir da estimativa de demanda, *headway* e comprimento das plataformas. Foram atendidas as normas NBR 9050 e NBR 14021.

Bloqueios e Bilheterias

Os bloqueios e bilheterias previstos foram dimensionados a partir dos seguintes critérios:

- Bloqueios: dimensionamento elaborado considerando os valores de embarques e desembarques para cada estação e respectivas vazões de projeto.
- Bilheterias: dimensionamento elaborado considerando os valores de embarques para cada estação, observando se estação padrão ou terminal.

A proposição gráfica dos projetos funcionais das estações está apresentada através de plantas de situação / implantação geral e de seções/cortes longitudinais das estações (**Anexo 3**).

No **Quadro 7.2.4-1**, a seguir, consolidam-se as informações gerais das estações projetadas da Linha 2-Verde, Trecho Fernão Dias/Dutra.

Quadro 7.2.4-1 – Estações da Linha 2-Verde Trecho Fernão Dias/Dutra: profundidade aproximada

Estação	profundidade (m)
Ponte Grande	39
Dutra	35,5

7.2.5 Poços de ventilação e saída de emergência (VSEs)

São previstos 03 poços de ventilação e saída de emergência. As informações gerais compiladas são apresentadas, a seguir, no **Quadro 7.2.5-1**.

Quadro 7.2.5-1 – Quantitativos de poços de VSE

VSE	Estações
VSE São Pedro	Estação Fernão Dias
	Estação Ponte Grande
VSE Anton Phillips	Estação Ponte Grande
	Estação Dutra
VSE Castelo Branco	Estação Dutra
	VSE Castelo Branco

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	94 de 870

7.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

A escolha do método construtivo conta sempre com a experiência assimilada pela Companhia do Metrô na implantação de outras linhas subterrâneas e na execução de obras semelhantes no exterior. Dessa forma, busca-se otimizar os custos e o cronograma de implantação, devendo ainda conciliar as características geológicas e de superfície, além da viabilidade de implantação de desvios de tráfego.

Os métodos construtivos passíveis de utilização serão plenamente definidos nas próximas etapas do projeto, selecionando-se os mais adequados entre aqueles já utilizados pela Companhia. De modo geral, entretanto, estima-se a construção do Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde, objeto específico deste RAP, por meio de tuneladora de 11,650 metros de diâmetro (dimensões atende ao gabarito dinâmico de livre passagem para raio 300 metros e superelevação de 135 milímetros e contempla passagem de emergência de 1 metro), menor diâmetro considerando as características de trem da Linha 2-Verde, em toda sua extensão, circunferência tal que comporta duas vias operacionais com entrevias de 4 metros e passagens de emergência com largura de até 1 metro. Além disso, tolera eletrificação, tanto de terceiro trilho, quanto por catenária. Cabe neste ponto uma justificativa: apesar de se utilizar como parâmetro de projeto da Linha 2-Verde, os trens da Linha 5-Lilás, que em tese permitiria adotar um diâmetro em torno de 11,00 metros, optou-se, neste quesito, utilizar os trens da Linha 2-Verde, que impõe um diâmetro de maior valor, o que permite uma flexibilização futura quanto ao tipo de tecnologia a ser adotada pela linha, sem comprometer os estudos realizados neste trabalho.

A tuneladora, também conhecido como *shield* e, popularmente, como tatuzão, é uma máquina utilizada na construção de túneis de metrô, sendo que o equipamento perfura o solo e instala o revestimento de estrutura do túnel, com anéis de concreto e fibras de aço. Os equipamentos a serem empregados na obra da Linha 2-Verde, serão do tipo *shield Earth Pressure Balance* (EPBs), escavadeira de terra de pressão balanceada. Esses equipamentos contam com vários compartimentos como: câmara de compressão, motores hidráulicos, parafuso sem fim, que retira o material escavado, esteira para o transporte de solo, eretor, equipamento que faz a montagem dos anéis de concreto, cabine de comando, painéis de controle, sanitários e refeitório. Em funcionamento, a tuneladora chega a gerar mais de uma centena de metros cúbicos de terra escavada por hora.

Como prerrogativa para a elaboração do desenho do perfil da linha, adotou-se como critério preponderante o conforto dos usuários que diariamente se utilizarão das futuras estações do Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde; portanto, buscaram-se as menores profundidades possíveis para as obras enterradas. Marco de trabalho estabelecido adotou-se como padrão de cobertura mínimo de uma vez o diâmetro da tuneladora, e uma vez e meia a altura das

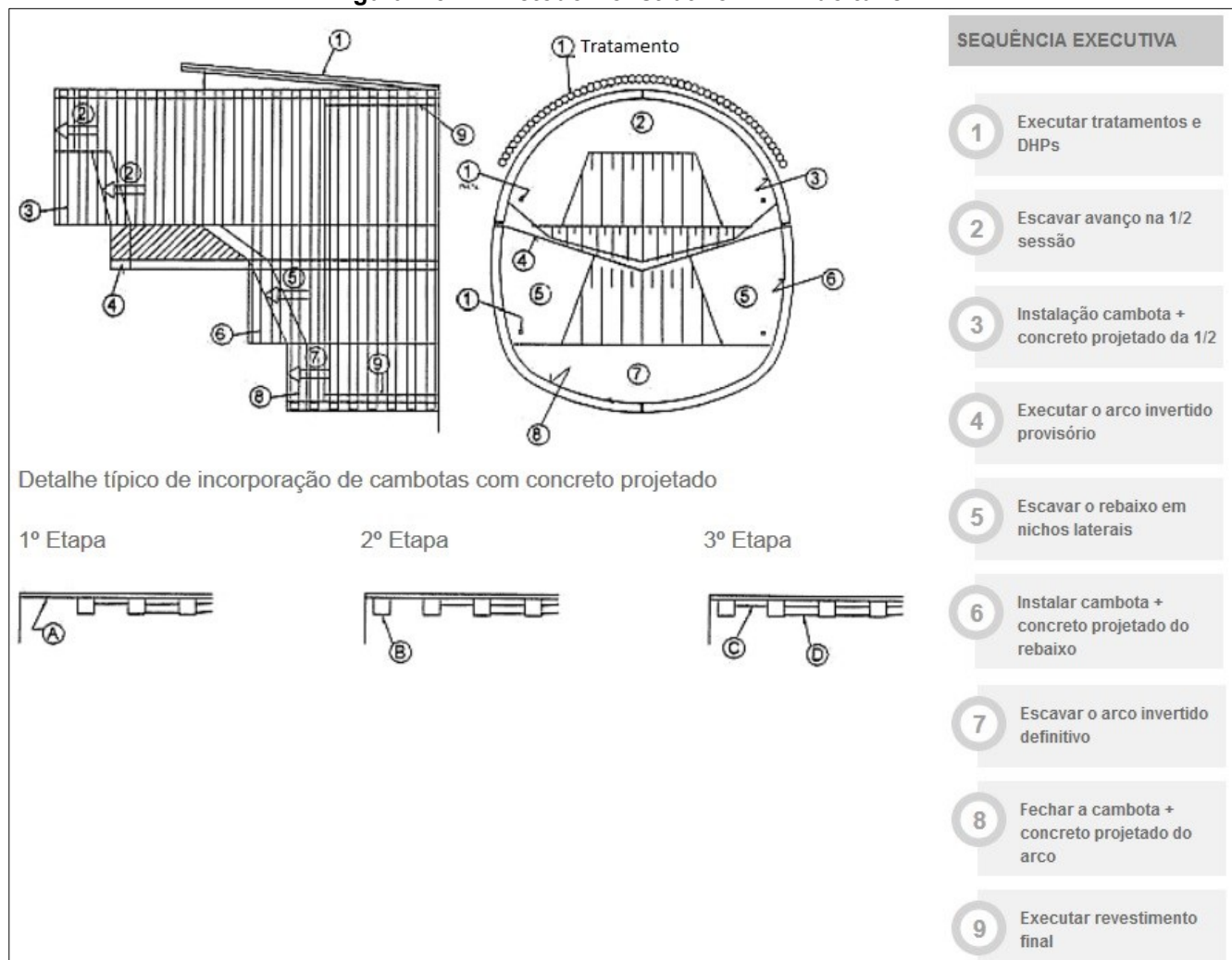
CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8LP-003	REVISÃO A
EMIÇÃO 29/04/2025	FOLHA 95 de 870

obras em túneis convencionais, valor mínimo utilizado em estudos funcionais para esse tipo de obra, quando não se têm disponíveis dados geológicos confiáveis dos pontos de trabalho, principalmente quando se utiliza escavações convencionais.

O túnel convencional, ou método NATM, consiste na escavação sequencial do maciço utilizando concreto projetado como suporte, associado a outros elementos como cambotas metálicas, chumbadores e fibras no concreto, em função da capacidade autoportante do maciço.

Por meio deste método, a deformação do maciço adjacente é permitida, porém controlada, permitindo redistribuir e reduzir as tensões máximas induzidas, evitando-se assim a desagregação do maciço. A **Figura 7.3-1** apresenta um exemplo de sequência construtiva típica deste método.

Figura 7.3-1 – Método Construtivo NATM do túnel



Fonte: Companhia do Metrô

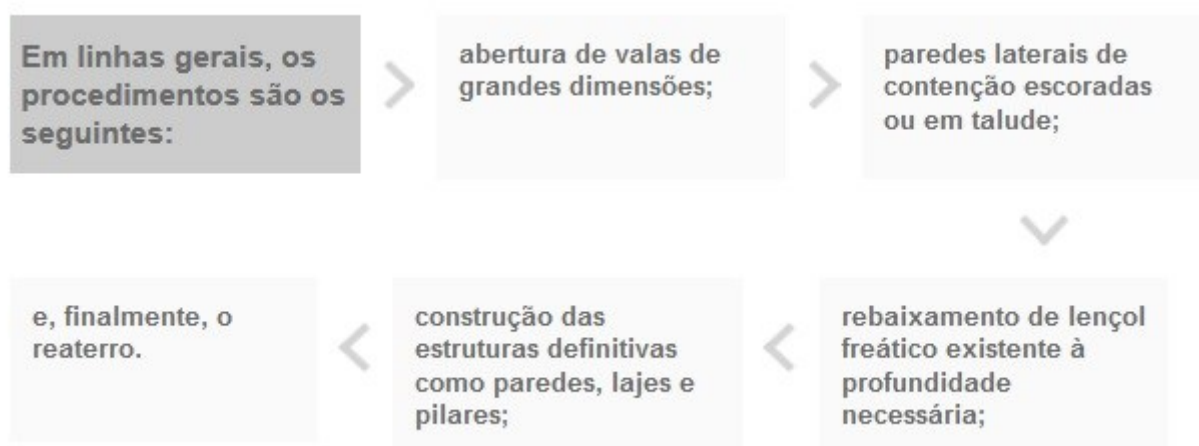
CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8LP-003	A
EMIÇÃO	FOLHA
29/04/2025	96 de 870

Quanto a tuneladora, a tecnologia de construção, principalmente quando se utiliza *Earth Pressure Balance* (EPBs), evita o uso da maioria das soluções técnicas adotadas descritas acima, com exceção do uso de colunas de solo-cimento verticais e rebasamentos pontuais, quando na passagem por solos muito ruins a baixa profundidade e nas regiões de partidas e chegadas da máquina.

Quanto às obras em valas a céu aberto (VCA), a profundidade limite varia conforme a complexidade da obra e a localização, tentando não ultrapassar 30 metros entre a cota do nível natural do terreno e do topo do boleto.

O método VCA (**Figura 7.3-2**) consiste na escavação a céu aberto (em trincheira) de uma área confinada, na qual será construída a obra final em concreto armado, com posterior aterro e recuperação da superfície.

Figura 7.3-2 – Método construtivo em VCA



Fonte: Companhia do Metrô

7.4 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O **Quadro 7.4-1** apresenta uma previsão do cronograma de implantação do empreendimento, Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde, considerando o plano de investimento vigente.

Quadro 7.4-1 – Cronograma de implantação do empreendimento

Atividade	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Elaboração do Relatório Ambiental Preliminar - RAP, Obtenção da Licença Prévia - LP											
Obtenção da Licença de Instalação - LI, Licitações											
Desapropriações											
Implantação (Projeto Executivo + Obras)											

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8LP-003	REVISÃO A
EMIÇÃO 29/04/2025	FOLHA 97 de 870

7.5 MÃO DE OBRA

O **Quadro 7.5-1** apresenta uma estimativa da mão de obra necessária para a implantação do empreendimento.

Quadro 7.5-1 – Mão de obra prevista para a implantação do empreendimento

Tipo	Mão de obra
Direta	1.716
Indireta	2.526
Total	4.242

7.6 ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO

A Estimativa de investimento para a implantação do Trecho Fernão Dias/Dutra da Linha 2-Verde, é de **2,5 bilhões de reais**, considerando a obra e sistemas.