

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 173 de 2025

6 ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS, MODAIS E TECNOLÓGICAS

A análise das alternativas locacionais e tecnológicas para o desenvolvimento do projeto tem origem no próprio histórico do desenvolvimento dos estudos, iniciados na década de 90, visando a ligação de transporte de alta capacidade entre o centro da cidade de São Paulo e o município de Cotia.

No entanto, desde que os estudos foram iniciados na década de 90, a dinâmica urbana da região de Cotia, bem como, a demanda por transporte na cidade de São Paulo, tiveram grande transformação.

Desta forma, serão abordadas algumas alternativas, que foram descartadas ao longo do tempo, em razão dessas transformações ocorridas no espaço urbano, porém com ênfase às alternativas estudadas no âmbito do desenvolvimento do Anteprojeto de Engenharia.

6.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

6.1.1 Aspectos metodológicos

A análise das alternativas locacionais para o desenvolvimento do Anteprojeto de Engenharia tem origem no próprio histórico do desenvolvimento dos estudos, iniciados na década de 90, visando a ligação de transporte de alta capacidade entre o centro da cidade de São Paulo e o município de Cotia.

Historicamente, as alternativas tecnológicas e de traçado evoluíram frente à demanda por transporte na região atendida em razão da ocupação, bem como pelo desenvolvimento dos sistemas de transporte na cidade de São Paulo.

6.1.2 Estrutura de fatores e critério de seleção

A definição do Anteprojeto de Engenharia da Linha 22-Marrom foi um processo interativo e multidisciplinar, fundamentado em premissas e avaliações de engenharia para otimizar o projeto e minimizar impactos. A interdependência entre as decisões tomadas em diferentes atividades, como o desenvolvimento dos projetos das estações, VSEs, pátios e outras unidades construtivas, foi um fator crucial.

Foram definidos requisitos e premissas para a definição da melhor alternativa em cada etapa.

O processo foi orientado pelas seguintes premissas:

- **Segurança Operacional:** Foram seguidas normas como a *National Fire Protection Association* (NFPA) nº 130 e Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros nº 45, que exigem uma distância máxima de 760 metros entre saídas de emergência para garantir a segurança dos usuários.
- **Minimização de Interferências:** A linha foi projetada para passar preferencialmente sob o viário existente, evitando edifícios altos com fundações profundas, áreas ambientalmente

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMISSÃO 26/01/2026	FOLHA 174 de 2025

sensíveis (Áreas de Preservação Permanente (APPs), bens tombados, cemitérios etc.), edificações de usos governamentais (energia e forças armadas) e laboratórios de equipamentos sensíveis.

- **Otimização de Custos e Viabilidade Construtiva:** Buscou-se reduzir a profundidade das estações e o volume de escavação. O aprofundamento foi feito apenas quando necessário para evitar interferências ou proteger equipamentos sensíveis.
- **Integração e Acessibilidade:** O traçado foi ajustado para melhorar a conexão com as linhas de metrô e trem existentes e futuras (Linha 2-Verde, Linha 4-Amarela, Linha 9-Esmeralda e a futura Linha 20-Rosa), e facilitar o acesso a importantes locais como o campus da USP e hospitais.

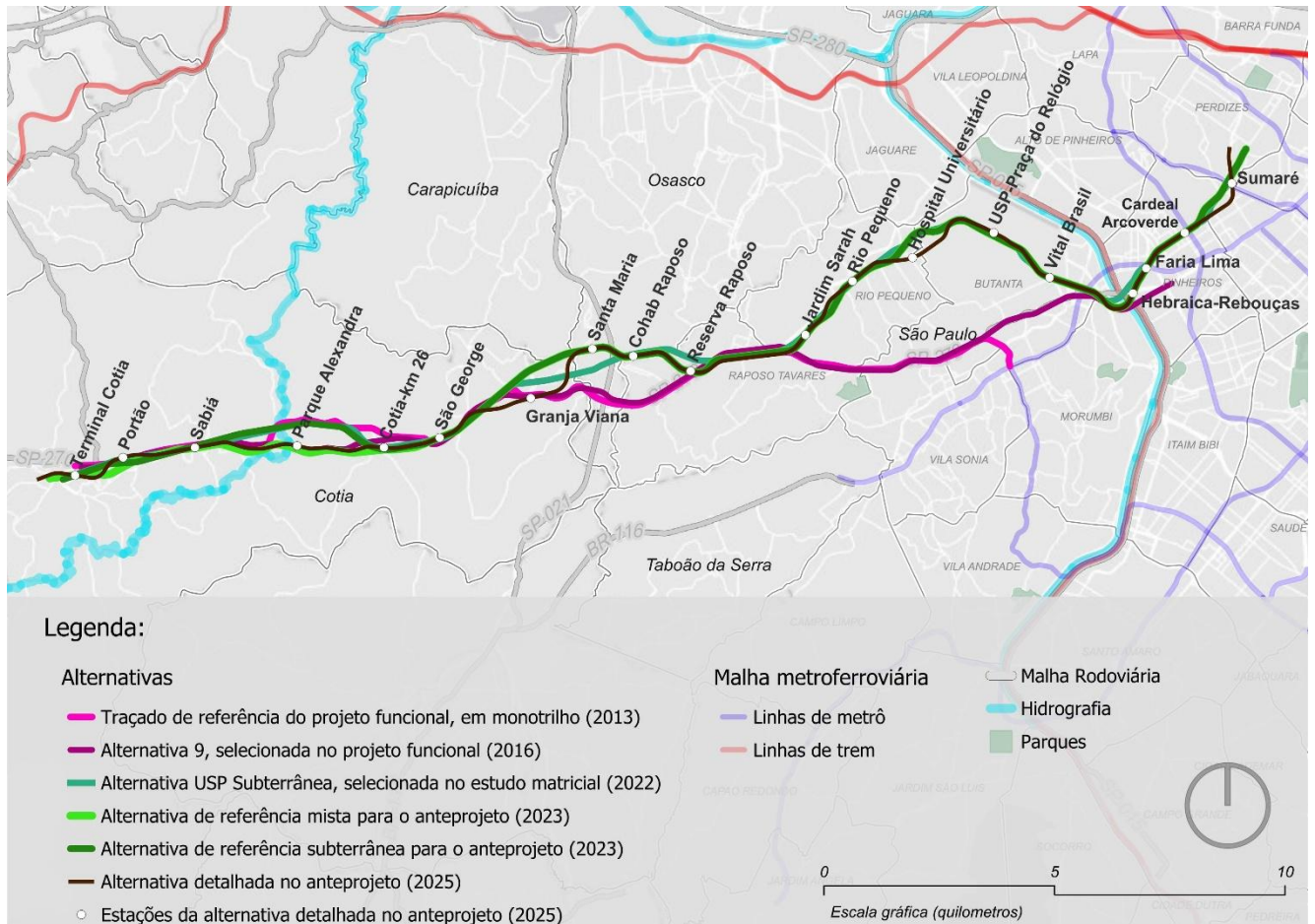
A partir da definição dessas premissas, foi realizado todo o estudo, que analisou diversas alternativas, consolidando as alterações necessárias, oriundas desse processo iterativo, para chegar ao traçado final mais adequado, que equilibra a eficiência operacional com a minimização dos impactos urbanos e ambientais.

6.1.3 Avaliação de fatores e metodologia para a normalização dos critérios

Para esta descrição dos fatores e metodologia para a normalização dos critérios partiremos do Estudo Matricial conduzido em 2022 que se concentrou na atualização das informações do Projeto Funcional de 2016, sem deixar de citar o histórico do empreendimento que se desenvolve desde a década de 90 como descrito no item 2.2 deste documento (**Figura 6.1-1**). Para isso, esse trabalho teve como propósito ajustar o traçado da Linha 22-Marrom, incorporando dados provenientes da Pesquisa de Origem e Destino de 2017 (OD 2017), assim como considerar mudanças no uso e ocupação do solo.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMIÇÃO	FOLHA
26/01/2026	175 de 2025

Figura 6.1-1 – Alternativas de traçado desde 2013



Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2025.

Esse processo exigiu uma revisão aprofundada dos estudos prévios, juntamente com a exploração de novos aspectos baseados em informações atualizadas. Buscou-se ajustar não apenas a localização das estações, mas também os parâmetros de dimensionamento da frota, extensão das plataformas e seções de túnel de via. A meta central consistia em estabelecer diretrizes técnicas para o Anteprojeto de Engenharia, com ênfase em opções que facilitassem a implementação e possibilitassem a redução de custos.

Assim, foi realizada uma atualização do perfil de demanda com base em dados socioeconômicos recentes e um modelo de previsão de demanda atualizado. Além disso, houve uma revisão abrangente que incluiu benefícios sociais, indicadores e o posicionamento das estações, bem como a adequação do traçado no trecho final para garantir compatibilidade com projetos metroferroviários em andamento, enquanto estudos foram conduzidos para estabelecer conexões eficientes com a rede existente e planejada, e análises tecnológicas visaram reduzir os custos de implantação do projeto.

Os primeiros ajustes previstos no Estudo Matricial concentraram-se nas conexões da Linha 22-Marrom com as demais linhas da rede. Notavelmente, ao revisar a integração com a Linha 4-Amarela, foi

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 176 de 2025

identificado que uma conexão direta na estação Butantã resultaria em alta demanda, somando um grande volume de passageiros no trecho mais carregado da linha. Esse cenário demandaria um aumento expressivo na oferta em toda a linha, visando a assegurar índices de ocupação adequados para um trecho de distância relativamente curta. Para otimizar a distribuição dos passageiros pela linha, propôs-se que a Linha 22-Marrom estabelecesse inicialmente uma ligação direta com o bairro de Pinheiros, realizando a conexão posterior com a Linha 4, na estação Faria Lima. Essa abordagem visava a minimizar as transferências entre as linhas, concentrando-as em passageiros com destinos específicos nas áreas influenciadas pela Linha 4-Amarela.

A decisão de estender a Linha 22-Marrom até a Linha 2-Verde visava a simplificar o acesso à região da avenida Paulista e Hospital das Clínicas, eliminando a necessidade de utilizar a Linha 4-Amarela como uma "ponte". Essa abordagem buscou reduzir substancialmente as transferências nas estações Faria Lima e Paulista/Consolação. A escolha da estação de integração em Sumaré proporcionaria uma solução eficaz para as transferências. A integração com a Linha 9-Esmeralda permaneceria na estação Hebraica-Rebouças. A manutenção de uma estação na avenida Vital Brasil atenderia à centralidade do Butantã, mesmo estando ligeiramente afastada da estação da Linha 4-Amarela.

O cenário das integrações propostas também foi impactado pela contratação dos estudos para o Anteprojeto de Engenharia/projeto funcional e EIA-RIMA da Linha 20-Rosa. Essa contratação resultou na modificação do posicionamento da estação Hebraica-Rebouças, sendo substituída pela estação Fradique Coutinho, localizada aproximadamente 800 metros mais a nordeste e fez com que fosse incluída uma conexão da Linha 22-Marrom com a Linha 20-Rosa na estação Teodoro Sampaio.

Com essas três considerações sobre novas conexões com a rede, tem-se o primeiro traçado modificado do Estudo Matricial, denominado Funcional Estendido (em amarelo na **Figura 6.1-2**).

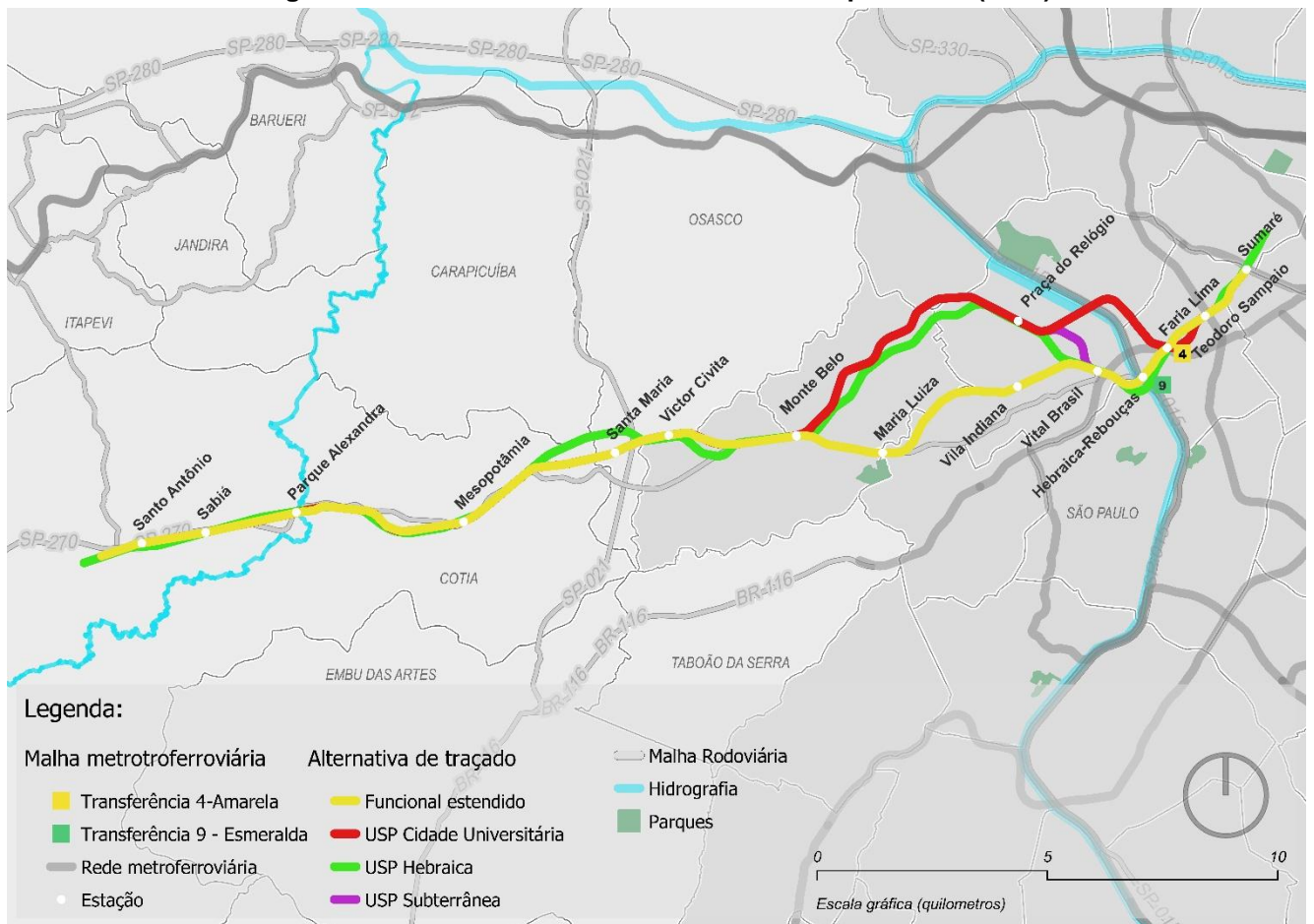
A expansão da rede metroferroviária visa a simplificar o acesso a relevantes instalações metropolitanas, englobando aeroportos, complexos hospitalares, instituições de ensino superior, como a Cidade Universitária da Universidade de São Paulo. Segundo informações recebidas da Prefeitura do Campus, 49 mil matrículas e 24 mil postos de trabalho concentram-se no campus da USP, cujo acesso depende ainda, em grande parte, de linhas de ônibus ou de transporte individual, seja motorizado ou não motorizado. Dessa forma, constatou-se que a inclusão da USP no traçado acarretaria um expressivo aumento na demanda, o que justificou a opção por alternativas que contemplassem uma estação na Universidade de São Paulo.

Com base nessas considerações, foram exploradas duas alternativas em elevado ao longo da avenida Escola Politécnica. A primeira, chamada USP Cidade Universitária (em vermelho na **Figura 6.1-2**), propunha a travessia do rio Pinheiros por cima, o que acarretaria a perda da conexão com o bairro

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMIÇÃO	FOLHA
26/01/2026	177 de 2025

Butantã e a estação Hebraica-Rebouças da Linha 9-Esmeralda. Já a segunda alternativa, denominada USP Hebraica (em verde na **Figura 6.1-2**), optaria por cruzar o rio por baixo, restaurando assim essas conexões perdidas. Diante da preocupação em evitar impactos, pela intervenção em superfície, como por exemplo desapropriações e impactos ambientais devido extensas intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APP) e a necessidade de manejo da vegetação, as alternativas em elevado na avenida Escola Politécnica foram descartadas. Em vez disso, optou-se por manter a área atendida no Rio Pequeno, com um trajeto semelhante ao da USP Hebraica, mas inteiramente subterrâneo e menos sinuoso, preservando o atendimento direto ao campus da USP. Nesse contexto, uma terceira opção foi desenvolvida e intitulada de USP Subterrânea (em roxo na **Figura 6.1-2** e em azul na **Figura 6.1-3**).

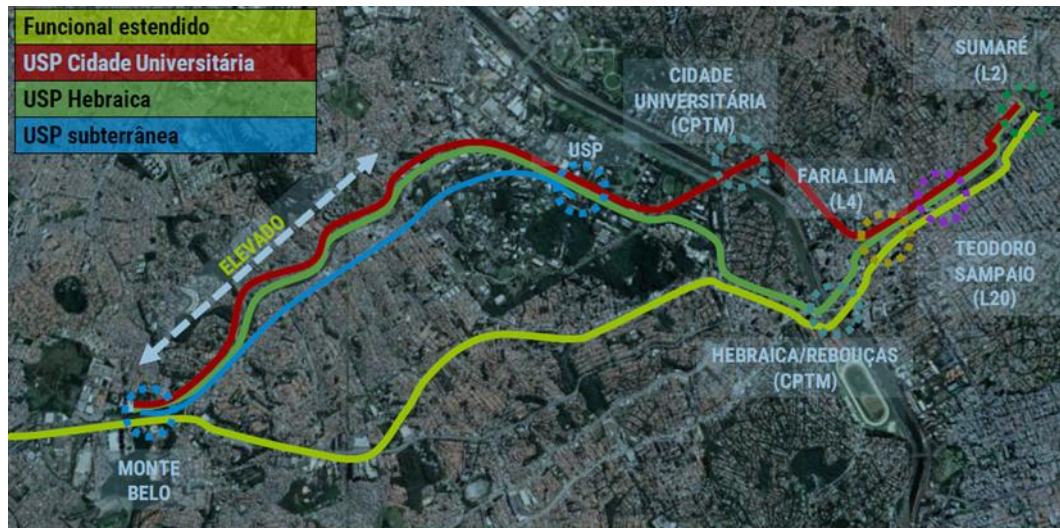
Figura 6.1-2 – Estudo matricial multicritério esquemático (2022)



Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2022.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMIÇÃO	FOLHA
26/01/2026	178 de 2025

Figura 6.1-3 – Esquema das alternativas locais estudadas para o acesso à USP (2022)



Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2022.

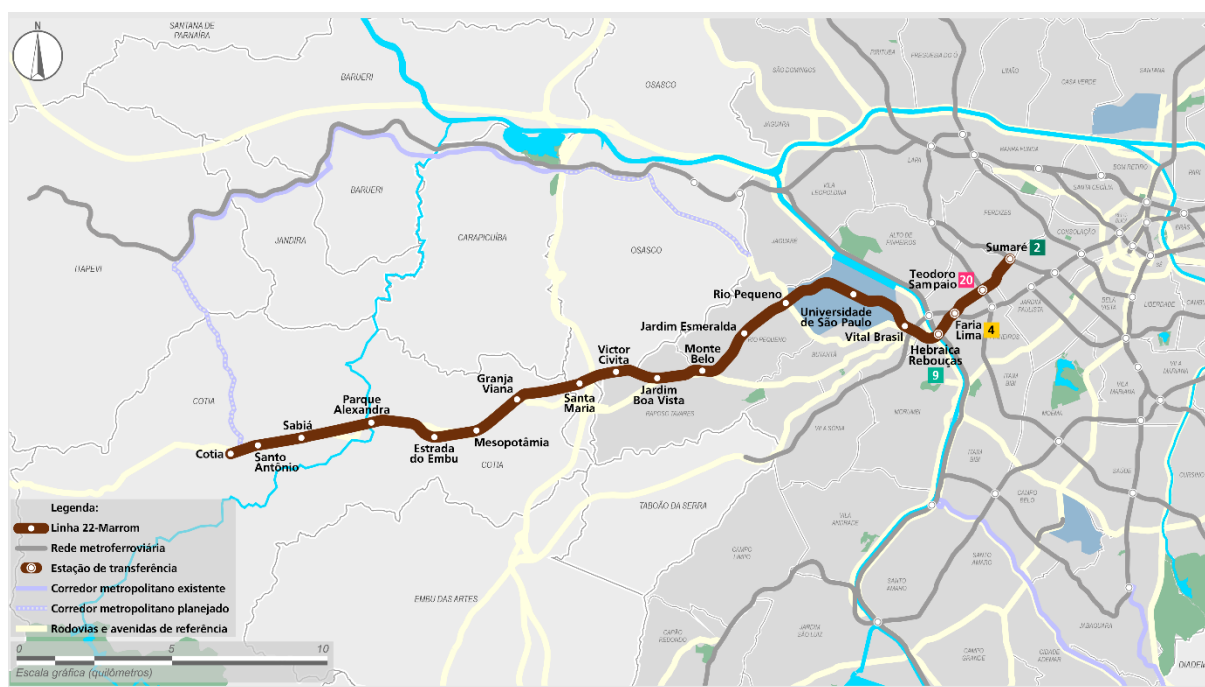
Nesta fase dos estudos, destaca-se que o trecho Cotia/Monte Belo foi mantido conforme as características definidas no Projeto Funcional. A mudança mais significativa de traçado, então, restringiu-se entre as estações Monte Belo e Vital Brasil, buscando essa ampliação da área atendida e o acesso ao campus da USP, além da redução dos custos.

A revisão também foi orientada por alterações que englobam as transformações no uso e ocupação do solo na região da futura linha, as quais tiveram um impacto significativo nas condições locais de inserção. No trecho entre as estações Jardim Boa Vista e Victor Civita (nomes das estações de 2022), o empreendimento imobiliário Reserva Raposo, visando a construção de quase 18 mil unidades habitacionais, provocou mudanças substanciais no ambiente. A solicitação da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP) para a instalação de um terminal de ônibus dentro dos limites do empreendimento, também introduziu alterações nas condições originais, impactando diretamente o traçado definido no projeto funcional. Além disso, a ocupação parcial da área destinada ao pátio de manutenção e estacionamento de trens da Linha 22-Marrom por prédios de grande altura demandou uma reavaliação do pátio e seu enlace, considerando a nova conjuntura da cidade e as características do material rodante.

Dessa forma, a análise prosseguiu com uma configuração de referência atualizada, que abrangeria uma extensão total de 29,3 km. Essa configuração incluiria 19 estações, das quais quatro seriam pontos de transferência integrados à rede metroferroviária, conforme ilustrado na **Figura 6.1-4**.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMIÇÃO	FOLHA
26/01/2026	179 de 2025

Figura 6.1-4 – Alternativa com a USP subterrânea (2022) em metrô tradicional

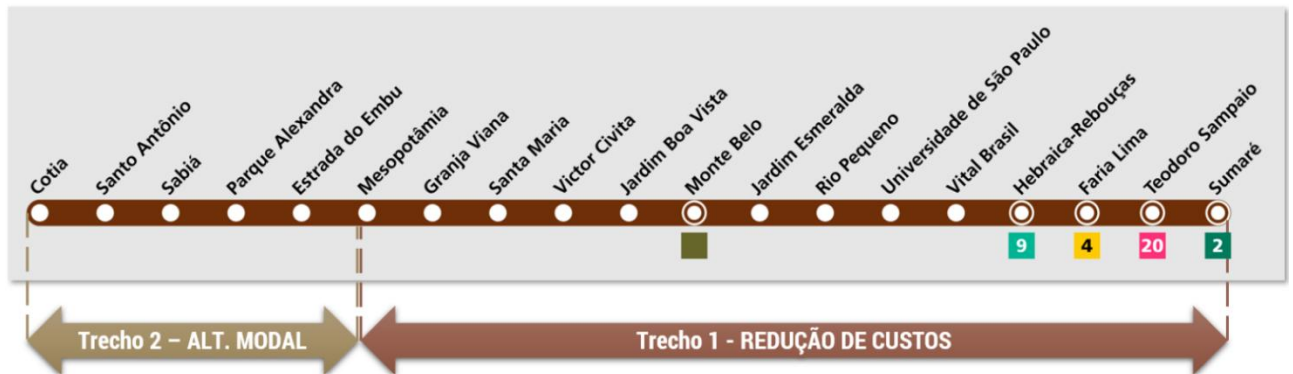


Fonte: Companhia do Metrô de São Paulo, 2022.

A partir da Avaliação Multicritério realizada, optou-se por seguir com a premissa da alternativa USP subterrânea, e a partir dela dividir a linha, realizando uma avaliação em dois trechos distintos. O primeiro, doravante denominado Trecho 1, entre as estações Sumaré e Mesopotâmia, teria 21,1 km de extensão e 14 estações. Já o segundo, doravante denominado Trecho 2, da estação Mesopotâmia até Cotia (nomes das estações no projeto de 2022), teria mais 8,2 km de extensão e cinco estações. Essa decisão foi embasada na constatação de que, nos primeiros oito quilômetros entre as estações Cotia e Mesopotâmia, o carregamento seria consideravelmente inferior ao do trecho crítico. Conforme a análise do novo perfil de demanda da Linha 22-Marrom (Cenário 20332), estima-se que o carregamento máximo nesse trecho inicial deve chegar a 18 mil passageiros por sentido na hora-pico da manhã, enquanto entre Rio Pequeno e Universidade de São Paulo esse valor passaria dos 36 mil passageiros por sentido na hora-pico da manhã. Diante dessas informações, surgiu a possibilidade de estudar alternativas modais para o Trecho 2, alinhadas ao perfil de demanda identificado e com menor custo de implantação. Para o Trecho 1, manter-se-ia o modo metrô convencional, mas novas configurações do material rodante, túneis, método construtivo, retornos operacionais, estações, pátio e outros elementos seriam objeto de estudo, visando proporcionar reduções nos custos de implantação, operação e manutenção. Essa possibilidade está ilustrada na **Figura 6.1-5**.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMISSÃO	FOLHA
26/01/2026	180 de 2025

Figura 6.1-5 – Divisão do traçado em trechos no estudo matricial (2022)



Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2022.

A concepção da via por trechos foi estudada em conjunto com o projeto das estações e sua metodologia construtiva (método convencional, vala ou tuneladora), identificando vantagens e desvantagens. Foram analisadas as alternativas:

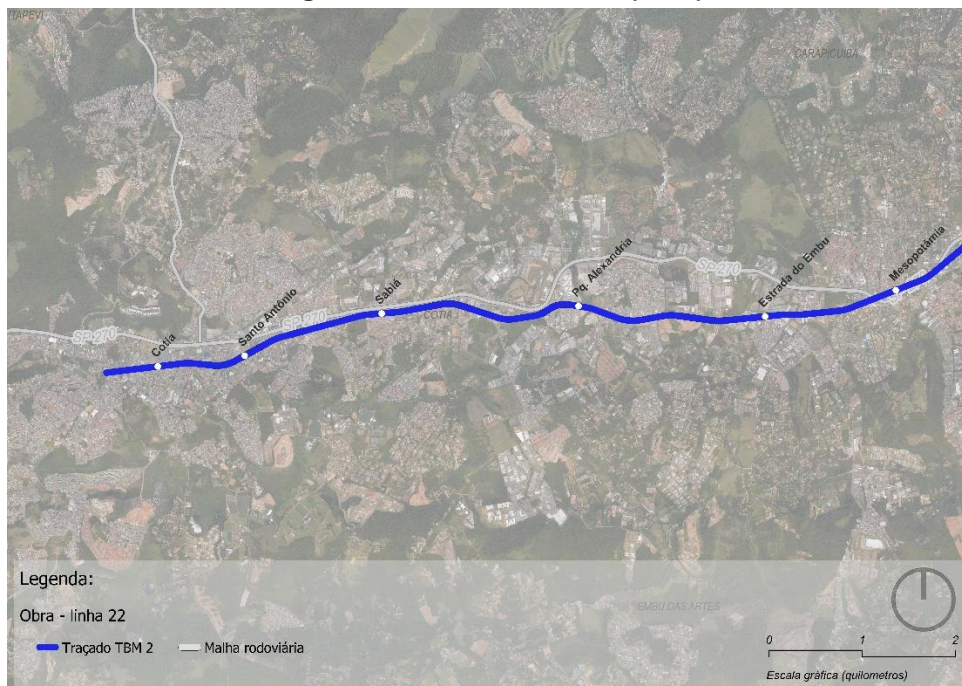
- Máquina tuneladora *Tunnel Boring Machine* (TBM), que escava e reveste o túnel simultaneamente, sendo TBM 1 *para via simples*, a TBM 2 túnel para duas vias, e escavação sequencial do maciço com suporte provisório imediato (concreto projetado, chumbadores, telas metálicas) com monitoramento contínuo de deformações;
- *New Austrian Tunnelling Method* – Novo Método Austríaco (NATM). Nesta abordagem se observa e explora as vantagens do solo sendo escavado, aproveitando a resistência natural do terreno como estrutura de suporte. Em vez de instalar imediatamente revestimentos rígidos, aplica-se suporte flexível (como concreto projetado e tirantes) para estabilizar o túnel enquanto o solo se ajusta;
- Tradicional método em vala ou *Cut and Cover* (Corte e Cobertura), onde escava-se uma vala a céu aberto, constrói-se o túnel (estrutura de concreto armado, geralmente em forma de caixa) e depois cobre-se novamente.

Após a segmentação em trechos, foram exploradas três alternativas adicionais de traçado e método construtivo, levando em consideração a viabilidade tanto de um trecho elevado quanto subterrâneo no Trecho 2:

- Na alternativa A, ilustrada na **Figura 6.1-6**, o Trecho 2 seria concebido como uma extensão natural do Trecho 1, resultando na adoção do método construtivo de túnel conhecido como *Tunnel Boring Machine* para via dupla (TBM2) com seção reduzida. Este túnel, com aproximadamente 7.900 metros de extensão, seria duplo e contemplaria as estações com plataformas laterais.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 181 de 2025

Figura 6.1-6 – Alternativa A (2022)

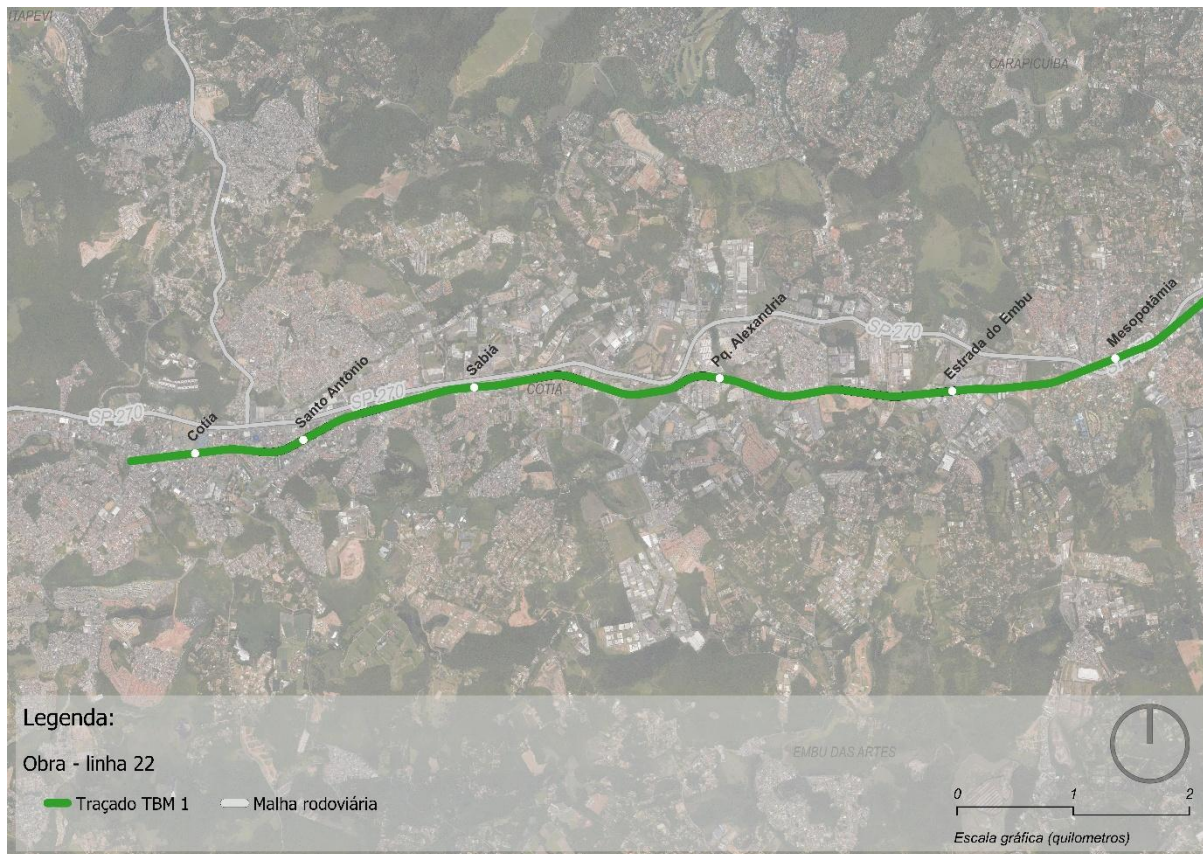


Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2022.

- Na alternativa B, ilustrada na **Figura 6.1-7**, semelhante à anterior, foi considerada a opção de um trecho em túnel como uma variação no traçado e no método construtivo para a alternativa subterrânea. Neste caso, o túnel seria construído com a técnica TBM-1. A abordagem incluiria a utilização de dois túneis singelos de seção reduzida, bem como trechos em túnel construído com a técnica do Novo Método Austríaco de Tunelamento (NATM) de seção variável para a acomodação dos aparelhos de mudança de via, com a possibilidade de um túnel servir como rota de evacuação para o outro. As estações nessa alternativa seriam concebidas com plataformas centrais.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 182 de 2025

Figura 6.1-7 – Alternativa B (2022)

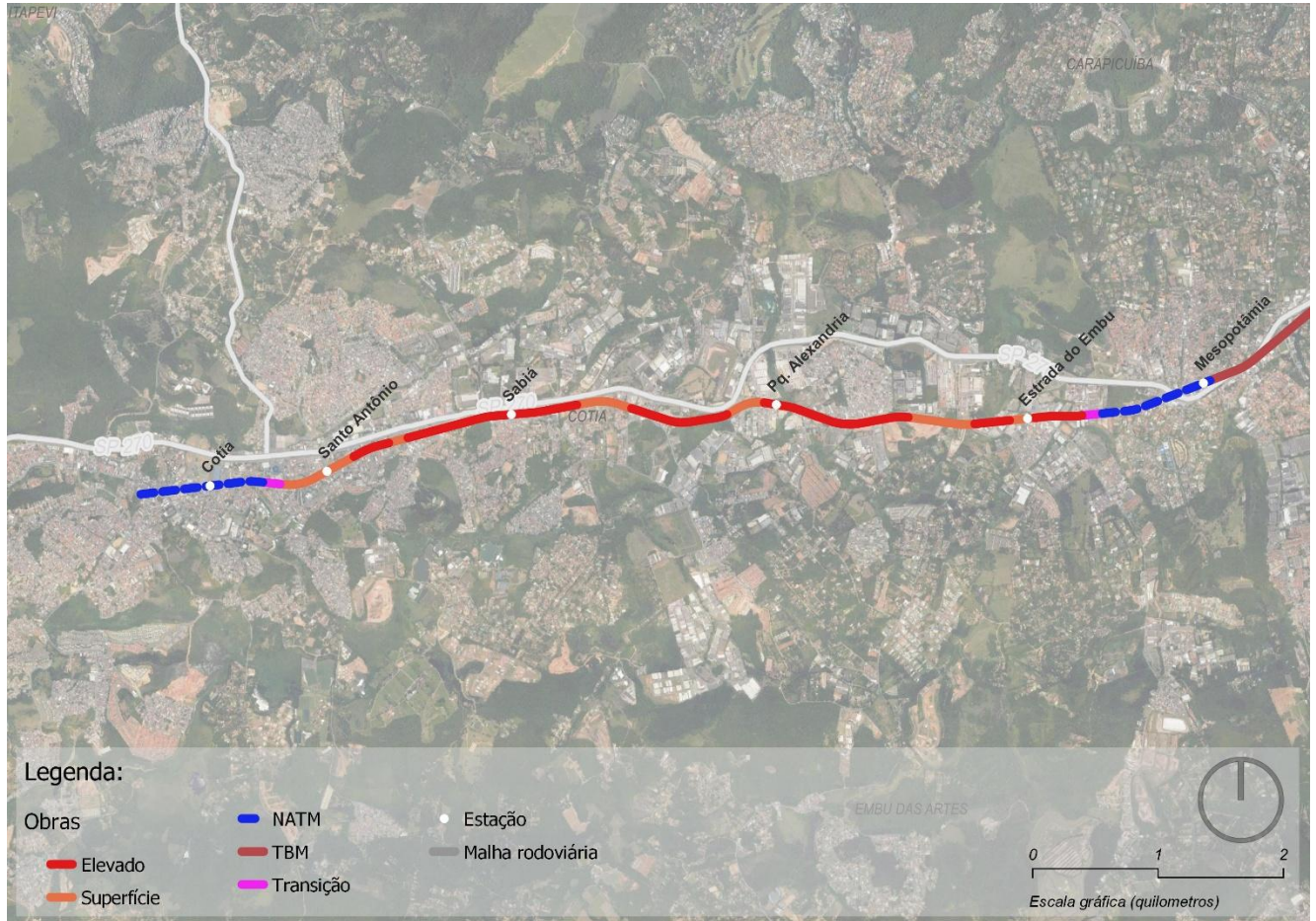


Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2022.

- Já na alternativa C, ilustrada na **Figura 6.1-8**, foi explorada a possibilidade da construção de um trecho elevado visando a redução de custos associados à execução do Trecho 2. Dada a inviabilidade de um trecho integralmente elevado devido ao perfil do terreno, essa abordagem mista contemplou transições entre o subterrâneo e a estrutura elevada. O resultado englobaria a construção de 3.400 metros de túneis em NATM, 2.500 metros para a transição entre a via subterrânea e elevada, e 2.100 metros de vias totalmente elevadas. Nos trechos de transição, haveria uma interrupção no sistema viário, o que poderia causar impactos na circulação de pessoas e mercadorias. No entanto, é importante destacar que não foram identificadas interrupções em vias de grande importância na região. Além disso, o elevado havia sido projetado de forma a manter um gabarito adequado para as travessias do viário existente, contribuindo para minimizar os impactos na fluidez do tráfego e na conectividade da área.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMIÇÃO	FOLHA
26/01/2026	183 de 2025

Figura 6.1-8 – Alternativa C (2022)



Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2022.

Todas as três opções seriam implementadas como sistemas de metrô com trem de 5 carros, decisão essa que pode ser explicada pelas projeções de demanda para a Linha 22-Marrom em 2040, indicando uma carga máxima de 36.248 passageiros por sentido durante o pico da manhã. Em comparação, os padrões atualmente utilizados nos projetos do Metrô em São Paulo (como na Linha 4-Amarela, Linha 5-Lilás e Linha 6-Laranja), com trens de 2,80 metros de largura, seis carros e 132 metros de comprimento, possibilitam capacidades entre 54 mil e 55 mil lugares por hora e por sentido, considerando um intervalo (*headway*) de 100 segundos, sendo consideravelmente superior à estimativa para a Linha 22-Marrom.

Dessa forma, foram examinadas possíveis reduções na largura e comprimento dos carros, visando a viabilizar a diminuição das seções dos túneis, dos volumes de escavação e o tamanho das estações, incluindo a extensão das plataformas. Ficou estabelecido que seriam adotadas medidas padronizadas de mercado, facilitando o fornecimento do material rodante e, por conseguinte, reduzindo os custos de aquisição, ao contemplar um maior número de fabricantes de trens.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 184 de 2025

Optou-se por estabelecer parâmetros de referência para os carros da Linha 22-Marrom com os seguintes requisitos definidos para a pesquisa:

- a. Largura desejada do carro metroviário de 2.650 mm;
- b. Altura máxima desejada do carro metroviário de 3.680 mm;
- c. Capacidade de atendimento de carregamento entre 42 mil e 45 mil passageiros por sentido, considerando nível de ocupação de seis passageiros em pé por metro quadrado e *headway* de 100 segundos, o que implica que cada trem deve transportar entre 1.170 e 1.250 passageiros nessas condições.

Manteve-se como referência a Frota P da Linha 5-Lilás do Metrô de São Paulo, pois trens com características semelhantes, mas com cinco carros, garantiriam a oferta de lugares necessária. A possibilidade de usar uma tecnologia conhecida para desenvolver as características dos carros para a frota da Linha 22-Marrom levou ao prosseguimento dos estudos com adaptações nas características dos trens da Frota P, visando garantir a redução das seções de túnel. As modificações necessárias envolveram:

- a. Dimensões dos carros, incluindo largura e altura;
- b. Adoção de terceiro trilho para alimentação elétrica dos trens;
- c. Layout interno, optando pelo modelo asiático de disposição de assentos para criar mais áreas livres para acomodação dos passageiros;
- d. Configuração da composição em relação ao número de carros.

O estudo de adequação confirmou a viabilidade de incorporar trens de dimensões reduzidas, alinhados com os padrões de conforto estabelecidos pela Companhia do Metrô de São Paulo. Simultaneamente, realizou-se uma avaliação preliminar dos investimentos necessários para a implantação da Linha 22-Marrom, abrangendo os trechos propostos e estudos de alternativas de método construtivo para o chamado Trecho 2. Essa análise foi fundamentada em diversas fontes de informações de custos, incluindo valores de licitações, proporções entre custos de métodos construtivos, referências de sistemas e material rodante de projetos anteriores, bem como estimativas de desapropriação.

Os cálculos realizados indicaram que a redução na seção de escavação proposta para o TBM-2 resultaria em uma diminuição de aproximadamente 5% no custo estimado de implantação do trecho Mesopotâmia/Sumaré (nomes das estações no projeto de 2022). Já para o trecho Mesopotâmia/Cotia, comparando as alternativas A, B e C, observa-se que as alternativas A (TBM-2) e C (mista) apresentam redução de custos, enquanto a Alternativa B (TBM-1) demonstra aumento nos custos de implantação.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 185 de 2025

É relevante ressaltar que, apesar da diminuição do volume escavado nos túneis de via singela na Alternativa B, o aumento de custo observado decorre do valor unitário de operação das tuneladoras singelas, que se aproxima bastante do custo da tuneladora de via dupla, considerando também a extensão efetiva dos túneis a serem executados. Além disso, reconhece-se que, nesta fase dos estudos, não foi possível quantificar os benefícios decorrentes da aplicação de seções menores no projeto da linha, como a oportunidade de detalhar unidades construtivas mais superficiais.

Por outro lado, embora tenha sido destacada a redução de custos, a alternativa C poderia resultar em custos de implementação que não foram inicialmente previstos nesta análise, levando em conta as condições e informações disponíveis até o momento. Isso decorre do potencial risco de variabilidade na área a ser desapropriada, dependendo da necessidade de adquirir lotes inteiros para a instalação das vias operacionais da linha, bem como para a implantação da via terrestre de manutenção e os ajustes viários necessários. Além disso, estudos anteriores, como o realizado em 2019 para a análise de viabilidade para a implantação do VLT, identificaram uma maior compensação de impactos ambientais devido às interferências na superfície.

Ao avaliar a linha como um todo (Cotia a Sumaré), as três alternativas revelam uma diminuição nos custos de implantação em comparação com o TBM-2 de referência. Contudo, na opção que emprega o TBM-1 no Trecho 2 (Alternativa B), a redução se limita aos custos do Trecho 1.

Finalmente, dentre as opções, a alternativa mista (C) destaca-se pela maior redução de custos, seguida pela alternativa subterrânea em TBM-2 (A). Ambas as alternativas foram recomendadas para aprofundamento e foram objeto de análise na fase seguinte do estudo.

6.1.4 Indicadores para seleção de Alternativas

Para avaliação das alternativas de traçado, foi realizada uma análise multicritério com metodologia já utilizada pelo Metrô em estudos anteriores, como no estudo da Linha 19-Celeste e na Linha 20-Rosa.

Os indicadores utilizados para avaliar e selecionar a melhor opção são apresentados a seguir. Para todos os indicadores considerados apresenta-se a definição e o método de cálculo.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 186 de 2025

6.1.4.1 Facilidade na execução

Interferências:

- **Definição:** As interferências se referem a obstáculos ou elementos que podem afetar o planejamento e a execução do sistema de transportes. Elas podem ocorrer como interferências com o sistema viário em nível ou com cursos d'água quando se trata de vias subterrâneas.
- **Método de Cálculo:** Contagem simples em bases disponibilizadas.

Projetos colocalizados

- **Definição:** Refere-se à análise de projetos previstos pela prefeitura ou por outras entidades governamentais que possam causar interferência com os traçados em consideração.
- **Método de Cálculo:** Análise de documentos oficiais da prefeitura ou órgão competente que descrevem os projetos previstos na mesma área geográfica onde o sistema de transportes será implantado e contagem simples das interferências potenciais, como cruzamentos, sobreposições ou qualquer tipo de conflito espacial entre o projeto de transporte e os projetos identificados nos documentos analisados.

Extensão em elevado (%)

- **Definição:** Avalia a proporção da extensão dos traçados que será construída em nível elevado, em viadutos ou pontes, em relação à extensão total do sistema. É importante para avaliar a facilidade na construção.
- **Método de Cálculo:** Divisão da extensão do trecho elevado pela extensão total dos traçados, em porcentagem.

6.1.4.2 Economia na utilização

Redução de acidentes de trânsito na RMSP (R\$)

- **Definição:** é o valor da redução de acidentes considerando a implantação de uma alternativa de linha. Mede o quanto uma linha de metrô é capaz de economizar com a redução de acidentes, dada a esperada substituição de modos de transporte responsáveis por maior número de acidentes, em relação a um modo que gere menos acidentes, como é o caso do metrô.
- **Método de Cálculo:** resultado direto do cálculo de benefícios sociais para os diferentes cenários analisados 20332³ e 20335⁴.

³ Plano de investimentos de setembro de 2020

⁴ Plano de investimentos de setembro de 2020

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMISSÃO 26/01/2026	FOLHA 187 de 2025

Demanda incremental à rede

- **Definição:** razão entre a diferença do número de entradas (passageiros que passaram pela catraca) no cenário com a linha (20332 e 20335) e o cenário base (20260⁵), e a extensão da alternativa.
- **Método de Cálculo:**

$$Pass_{Alternativa} - Pass_{Base}$$

onde:

$Pass_{Alternativa}$ = passageiros transportados na rede metroviária no cenário da Alternativa, informação obtida através de simulação de demanda por modelagem.

$Pass_{Base}$ = passageiros transportados na Rede Metroviária no cenário Base, informação obtida através de simulação de demanda por modelagem.

Redução dos custos operacionais dos demais modos (R\$)

- **Definição:** é o valor da redução dos custos operacionais dos demais modos que compõem o sistema de transporte (desconsiderando os custos com combustíveis), considerando a implantação de uma nova linha de metrô.
- **Método de Cálculo:** resultado de operação aritmética simples dos indicadores das simulações de demanda.

6.1.4.3 Acessibilidade

Potencial de redução de quilometragem percorrida por ônibus

- **Definição:** quilometragem percorrida sobre pneus (coletivo), após a inserção da linha.
- **Método de Cálculo:** resultado de operação aritmética simples dos indicadores das simulações de demanda.

Redução de tempo de viagem

- **Definição:** tempo de viagem de todos os usuários (coletivo), após a inserção da alternativa. Tem como objetivo identificar a alteração nos tempos de viagem dos passageiros da rede para as alternativas.
- **Método de Cálculo:** resultado de operação aritmética simples dos indicadores das simulações de demanda.

⁵ Rede 2040 Básica com a Linha 20-Rosa Recomendada e sem a Linha 22-Marrom

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMIÇÃO	FOLHA
26/01/2026	188 de 2025

Barreiras físicas transpostas

- **Definição:** Mede a quantidade de barreiras físicas, como propriedades muradas, árvores, pontes, viadutos e cursos de água, que precisam ser transpostas ou contornadas ao longo dos traçados propostos. Avalia os desafios técnicos e os potenciais impactos ambientais, sociais e econômicos associados ao projeto.
- **Método de Cálculo:** Contagem das propriedades muradas, das árvores, viadutos, pontes, passarelas, cursos de água e cruzamentos com rodovias localizadas no caminho do traçado proposto, utilizando bases disponibilizadas.

6.1.4.4 Adequação ao interesse público

Passageiros transportados

- **Definição:** Número total de passageiros diários transportados pela Linha 22-Marrom.
- **Método de Cálculo:** Resultado de operação aritmética simples dos resultados dos indicadores das simulações de demanda, desconsiderando os integrados entre a mesma linha.

Densidade de empregos na Área de Influência Direta - AID

- **Definição:** Total de empregos na AID da diretriz de traçado, dividido pelo total de área urbanizada da AID.
- **Método de Cálculo:** Número de empregos da pesquisa OD de 2017 dividido pela área urbanizada da AID-trecho ocupação dispersa.

Relevância com equipamentos urbanos de educação, saúde, compras, cultura e lazer

- **Definição:** Relevância dos equipamentos urbanos de educação, saúde, compras, cultura e lazer localizados num raio de 600 metros em torno das estações de metrô.
- **Método de Cálculo:** fórmula, soma (de 1 a n) (porte * %motivo viagem)

6.1.4.5 Impactos ambientais

Interferência em vegetação, APP

- **Definição:** É a estimativa da área total com potencial de sofrer manejo arbóreo (parques, praças, canteiros centrais) e intervenção em APP na área de influência do empreendimento.
- **Método de Cálculo:** Soma da área (ha) da área de vegetação a ser suprimida e intervenção em APP pela alternativa.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 189 de 2025

Quantidade de receptores críticos a pressão sonora na ADA

- **Definição:** É obtido por meio da contagem simples dos receptores críticos e soma da quantidade quadras (aproximadamente 600m²) em áreas urbanas residenciais e soma no número de áreas tombadas ou em processo de tombamento da ADA para a implantação do empreendimento. Considerou-se uma quadra em área urbana residencial equivalente a um receptor crítico.
- **Método de Cálculo:** Soma dos receptores críticos e da quantidade de quadras (aproximadamente 600m²) em áreas urbanas residenciais.

Custos evitados com a redução da emissão da poluição atmosférica pela nova linha (R\$)

- **Definição:** A redução da emissão de poluentes e dos gases de efeito estufa, do consumo de combustíveis utilizados pelos outros modos, dos custos operacionais de ônibus, automóveis e motocicletas, dos custos de manutenção e operação de vias, dos tempos de viagens e de acidentes, conjunto conhecido como benefícios sociais. Eles representam as externalidades positivas geradas pela operação de uma nova linha de metrô.

O Metrô possui, desde 2012, uma metodologia para o cálculo dos benefícios sociais das linhas da rede metroviária, com atualização constante de alguns parâmetros e indicadores para que a metodologia seja mais condizente com a realidade atual.

Estima-se os custos das emissões de poluentes atmosféricos locais evitados pela implantação de uma linha de metrô que promove a transferência de passageiros de modos movidos a combustíveis fósseis (ônibus, automóveis e motocicletas) para o metrô, movido a energia elétrica. São medidos os custos da emissão de poluentes com efeitos na saúde da população (monóxido de carbono-CO, hidrocarbonetos-HC, óxidos de nitrogênio-NOX e material particulado-MP), e com efeito sobre o clima (dióxido de carbono-CO₂).

- **Método de Cálculo:** Para o cálculo dos benefícios sociais da Linha 22-Marrom, foram utilizados os indicadores da simulação de demanda em dois cenários: o primeiro considerando a linha em operação e o segundo desconsiderando a existência da linha. São os chamados “com projeto” e “sem projeto”, respectivamente. Essa suposição da inexistência da linha em um cenário é a hipótese mais importante para iniciar os cálculos dos benefícios sociais.

Assim, para o cálculo, foram utilizados os cenários 20332, com a Linha 22-Marrom e o cenário 20260, sem a Linha 22-Marrom, ambos para 2040 e de acordo com o plano de investimento de setembro de 2020. No cenário 20332, a estimativa de demanda para a Linha 22-Marrom é de 649,4 mil passageiros transportados por dia útil em 2040 e para a rede de metrô pouco mais de 12,2 milhões de passageiros

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 190 de 2025

por dia. A rede de metrô considerada no cenário 20332 é composta também pela Linha 1-Azul: Tucuruvi/Jabaquara, Linha 2-Verde: Cerro Corá/Dutra, Linha 3-Vermelha: Palmeiras-Barra Funda/Corinthians-Itaquera, Linha 4-Amarela: Taboão da Serra/Luz, Linha 5-Lilás: Jardim Ângela/Ipiranga, Linha 6-Laranja: Bandeirantes/São Joaquim, Linha 15-Prata: Ipiranga/Hospital Cidade Tiradentes, Linha 17-Ouro: Jabaquara/Congonhas/Morumbi (CPTM), Linha 19-Celeste: Anhangabaú/Guarulhos (Bosque Maia) e Linha 20-Rosa: Santa Marina / Prefeito Celso Daniel-Santo André.

Para a redução das emissões atmosféricas (poluentes e gases de efeito estufa) foi calculada a quantidade em toneladas de redução da emissão e calculados os benefícios em reais dessa diminuição.

Foram medidos os custos das emissões de poluentes atmosféricos locais devido à diminuição de veículos poluentes em circulação e dos congestionamentos, às alterações nas velocidades dos veículos da frota circulante e, conseqüentemente, nos fatores de emissão dos poluentes dada a transferência de usuários para o Metrô de São Paulo.

$$\sum_{Rede\ Com} (VeicKM_j \cdot FE_i \cdot Custo_i) - \sum_{Rede\ Sem} (VeicKM_j \cdot FE_i \cdot Custo_i)$$

Onde:

$VeicKM_j$ = quilometragem percorrida pelos modos (em km);

FE_i = é o fator de emissão do poluente (em g/km);

$Custo_i$ = é o custo da emissão do poluente (em R\$/g)

j = é o modo de transporte e tipo de combustível;

i = é o poluente;

$Rede\ Com$ = rede quando a alternativa da linha é implantada;

$Rede\ Sem$ = rede quando a alternativa da linha não é implantada.

6.1.5 Seleção da alternativa de traçado

Ao término do Estudo Matricial, os estudos prosseguiram na análise considerando as alternativas de traçado misto, misto com integração de dois serviços e subterrâneo, incluindo as diferentes disciplinas por meio da qualificação e quantificação das alternativas de projeto propostas como solução modal para a Linha 22-Marrom. Destaca-se que foram conduzidos estudos aprofundados sobre o trem com 5 carros, incluindo a consideração de opções de mercado e a apresentação de *layouts* mais adequados à realidade da linha. Dado que a escolha do modal está diretamente vinculada ao traçado,

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMISSÃO 26/01/2026	FOLHA 191 de 2025

foram desenvolvidas duas matrizes de decisão para orientar o processo de seleção. Esses estudos foram realizados pelo consórcio SYSTRA PRIME L 22 com participação da equipe do Metrô.

Na primeira abordagem da matriz, que considerou as três opções de traçado, a ênfase foi dada à facilidade de construção. A alternativa mista, devido à sua extensão elevada, destacou-se pelas melhores pontuações nesse aspecto. Entretanto, em todos os demais critérios, como economia na utilização, acessibilidade, adequação ao interesse público e impactos ambientais, a opção subterrânea recebeu as maiores notas.

Quanto à escolha da tecnologia, foi introduzida uma matriz adicional, considerando também os custos. Nessa análise, foram confrontadas diversas combinações de traçados (misto e subterrâneo) com modais (metrô convencional, metrô com trem de 5 carros e monotrilho) no trecho de menor carregamento. Nessa metodologia de decisão, a métrica "score" reflete a avaliação do risco associado a cada alternativa, considerando a probabilidade de ocorrência da receita estimada sem variações significativas e o impacto associado a cada opção. Essa pontuação é uma ferramenta que ajuda na análise e classificação das alternativas, considerando a relação entre probabilidade e impacto. Essa abordagem permitiu não apenas a análise da interseção entre o modal e as opções de traçado, mas também a avaliação de custo e risco.

Também, foram realizados estudos adicionais para analisar as melhores estratégias a serem implementadas no Trecho no município de Cotia. Foi constatado que algumas opções de transporte de média capacidade não atendem à demanda, mesmo no trecho menos movimentado. VLT e BRT, por exemplo, foram descartados após análises qualitativas, deixando Metrô e Monotrilho (traçado misto) como as opções para análises posteriores.

Os resultados da análise de risco e custo indicaram que a alternativa de metrô com trem de 5 carros com traçado subterrâneo era a mais econômica, apresentando menor risco e pontuações mais baixas no score, consolidando-se como a escolha preferencial, com destaque nas vantagens em todos os índices de mérito considerados para a avaliação de risco (probabilidade x impacto).

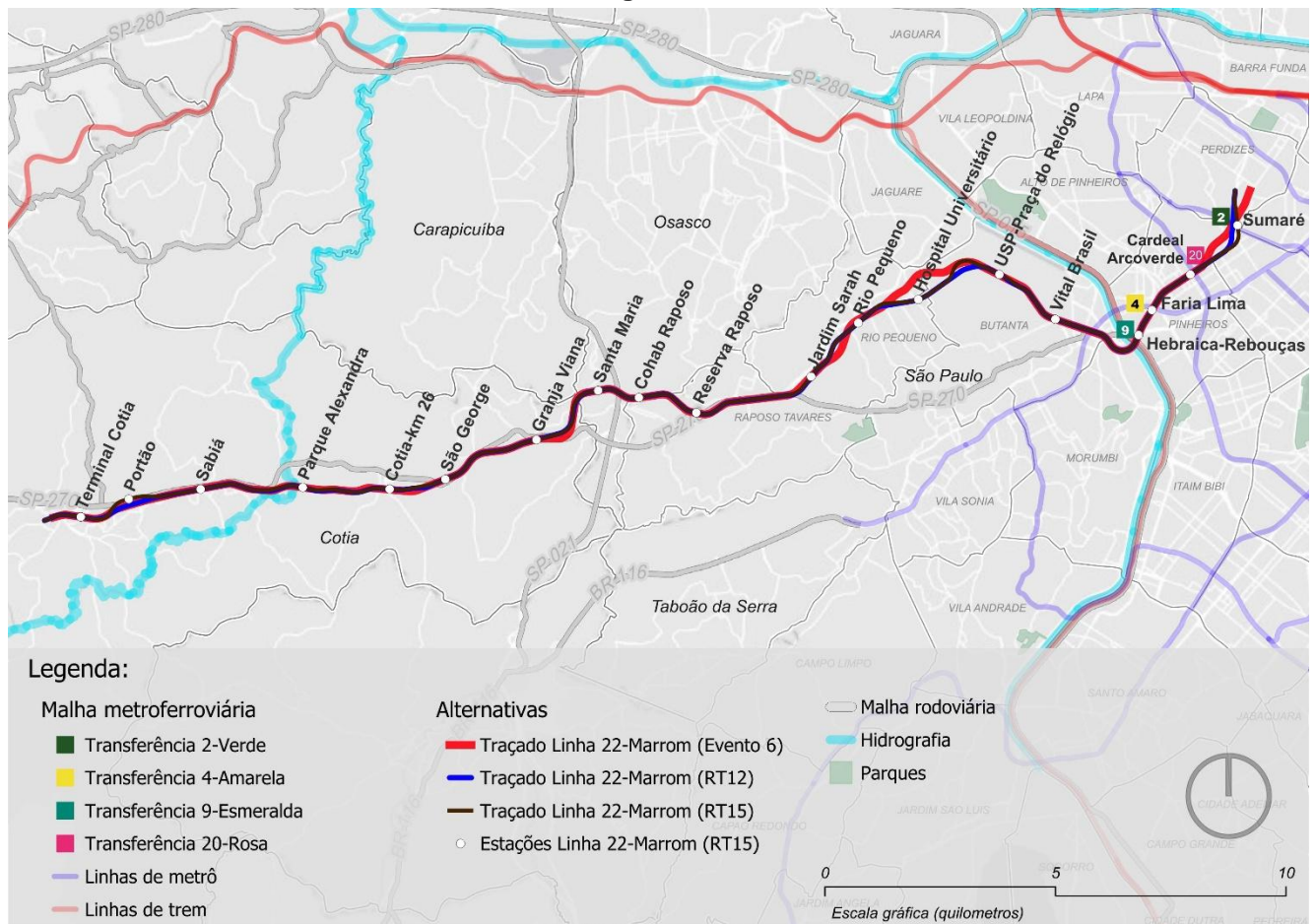
A opção "traçado misto" revelou uma elevada probabilidade e impacto nos aspectos ambientais, devido aos custos e riscos associados à mitigação de ruído, plantio compensatório e remediação de áreas contaminadas. Embora esses custos sejam quantitativamente avaliados, sua relevância monetária na fase de Anteprojeto de Engenharia é limitada, servindo como um guia para levantamentos mais detalhados nas fases subsequentes de projeto e execução da obra. Outro ponto crítico foi a possibilidade de redução de receita com a transferência entre modos (metrô/monotrilho) e a perda de receita devido a possíveis atrasos decorrentes do processo de desapropriação, sendo esses os elementos de risco mais significativos quantitativamente identificados.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 192 de 2025

Em síntese, ao finalizar a escolha da alternativa de traçado, buscou-se não apenas analisar as características positivas de cada modalidade e abordagem construtiva, mas também identificar as ameaças e vantagens sob uma perspectiva objetiva de análise de risco. Nessa fase do Anteprojeto de Engenharia, apresentou-se uma análise preliminar que exigirá aprofundamento nas etapas subsequentes de projeto e execução, quando dados detalhados de prospecção e levantamento estiverem disponíveis. Diante das informações atuais e dos esforços das especialidades envolvidas, recomendou-se a **Alternativa** com a implementação do metrô com trem de 5 carros subterrâneo em toda a extensão da linha, como a escolha mais adequada, optando pelo traçado de Referência Subterrâneo.

Após essa etapa, durante o desenvolvimento do Anteprojeto de Engenharia, o traçado foi sendo refinado, com base em estudos para a localização das estações, o que resultou em pequenos ajustes de traçado para a definição da melhor alternativa para a Linha 22-Marrom, conforme apresentado na **Figura 6.1-9**.

Figura 6.1-9 – Esquema das alternativas estudadas no âmbito do desenvolvimento do Anteprojeto de Engenharia



Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2025.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 193 de 2025

6.1.6 Alternativa escolhida

Os critérios geométricos foram estabelecidos para o traçado da Linha 22-Marrom, seguindo padrões adotados em linhas de características semelhantes. No que se refere ao alinhamento horizontal, são observados os parâmetros apresentados no **Quadro 6.1-1**.

Quadro 6.1-1 – Critérios para alinhamento horizontal.

Característica	Valor/Dimensão
Dimensões das Plataformas em tangente	110 m
Raio mínimo para via principal	300 m
Raio mínimo para vias secundárias (vias internas do pátio)	100 m
Raio Mínimo para Vias Secundárias (vias de acesso ao pátio)	200 m
Tangente mínima entre curvas	25 m
Entrevia	3,5 m
Bitola dos trilhos	1,435 m

Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2024.

As plataformas com 110 metros foram definidas com base no material rodante. Neste estágio de Anteprojeto de Engenharia, as curvas de transição não foram detalhadas geometricamente no traçado horizontal apresentado. No entanto, suas distâncias mínimas foram devidamente consideradas durante a elaboração do traçado, conforme os comprimentos recomendados em função dos raios de curvatura utilizados, de acordo com o **Quadro 6.1-2**. Essa abordagem teve como objetivo assegurar que haja o espaço técnico necessário para a implementação das curvas de transição em etapas futuras do projeto básico, juntamente com a aplicação da sobre-elevação.

Quadro 6.1-2 – Comprimentos de transição em função do raio de curvatura

Raio (m)	Lx(m)
$300 \geq R > 400$	70
$400 \geq R > 500$	50
$500 \geq R > 600$	40
$600 \geq R > 700$	35
$700 \geq R > 1000$	30
$1000 \geq R > 2000$	20
$R \geq 2000$	0

Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2024.

Quanto ao alinhamento vertical, são considerados os seguintes critérios apresentados no **Quadro 6.1-3**.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-22.EA.01.03/8LP-001	A
EMIÇÃO	FOLHA
26/01/2026	194 de 2025

Quadro 6.1-3 – Critérios para alinhamento vertical.

Característica	Valor/Dimensão
Raio mínimo das curvas verticais	2.500 m
Rampa máxima nos trechos em via principal	5,0%
Rampa máxima na região das plataformas	0,0%
Rampa máxima na região dos estacionamentos e pátios	0,25%

Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2024.

Por razões de drenagem, a rampa máxima adotada para estacionamentos e pátios foi de 0,25%.

Sobre o material rodante, foram consideradas as características apresentadas no **Quadro 6.1-4**.

Quadro 6.1-4 – Características do Material Rodante

Característica	Valor/Dimensão
Número de assentos disponíveis por composição	176
Números de assentos acessíveis para pessoas obesas	2
Locais reservados para cadeiras de rodas	2
Área útil destinada a passageiros em pé, por composição	182,39 m ²
Número de passageiros em pé por composição (mediante ocupação de 6 passageiros por m ²)	1094
Total de passageiros por composição	1274
Velocidade máxima operacional (velocidade de cruzeiro)	80 km/h
Comprimento total máximo das composições (5 carros)	110 m
Largura máxima	2,65 m

Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2024.

Além disso, foram adotadas as seguintes premissas geométricas:

- Aparelhos de Mudança de Via (AMV):
 - Modelo adotado de AMV: UIC60-190-1:9;
 - Devem ser posicionados em trechos em tangente e greide reto ($i=0‰$);
 - Caso um AMV seja locado antes e/ou após uma estação, a extremidade deste deve estar a 30 metros da cabeceira da plataforma.
- Posicionamento das estações:
 - Preferencialmente em tangente; se não for possível, será permitida a inserção da estação em curva com raio mínimo de 1.000 m.
- Traçado:

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMISSÃO 26/01/2026	FOLHA 195 de 2025

- Preferencialmente sob o viário existente, evitando passar sob edifícios altos com pavimentos em subsolo e/ou fundações profundas.
- Cobertura mínima padrão (a ser confirmada ou ajustada em função do material geológico da cobertura):
 - Tuneladora: equivalente a 1,0 vez o diâmetro do túnel;
 - NATM: equivalente a 1,5 vez o diâmetro equivalente do túnel.
- Entrada e Saída da TBM:
 - Entrada e saída da tuneladora (TBM) ser preferencialmente por vala, ou poços secantes (se necessário), por possuir uma profundidade menor e dimensões adequadas;
 - Garantir cobertura mínima de um diâmetro para emboque das tuneladoras (a ser confirmada ou ajustada em função do material geológico da cobertura);
 - Para entrada de tuneladora, garantir área mínima⁶ de 5.000 m² adicionais por tuneladora. Deverão ser observadas as particularidades demandadas pelas diferentes tecnologias sugeridas (*Slurry* ou EPB).;
 - Saída da TBM pode ocorrer por vala, ou por poço, com profundidades adequadas, conforme necessário;
 - Para saída da tuneladora, garantir área mínima de 2.000 m².
 - Diâmetro mínimo dos poços para retirada das tuneladoras deve ser de 18 metros.

Para os poços de ventilação e saída de emergência, foram adotadas as seguintes premissas:

- Poços de ventilação e saída de emergência:
 - Todo trecho subterrâneo entre estações deve possuir um poço de ventilação (VE);
 - Poços de ventilação e saída de emergência (VSE): Caso a extensão entre as cabeceiras das plataformas seja igual ou superior a 760 m (IT45 e NFPA 130), o poço de ventilação também atenderá como saída de emergência;
 - Área mínima de desapropriação de 1200 m² (VSE + canteiro);
 - Considerar a previsão de empreendimentos associados de maneira integrada às ventilações;

⁶ A área mínima considera os dados históricos e pode variar para mais ou para menos a depender das condições específicas dos terrenos como: topografia, geometria dos lotes, uso de áreas temporárias, acesso, presença de áreas de proteção, área dos lotes existentes etc.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 196 de 2025

- A saída da ventilação, sempre que possível, deve estar voltada para a rua, buscando mitigar o desconforto.
- Caso, por motivos de segurança, seja necessário mais de um poço em um trecho intermediário entre estações, apenas um deles deve ser um VSE. Os demais poços podem ser utilizados exclusivamente como saídas de emergência (SE), sem a necessidade de funcionarem também como poços de ventilação.

No caso das unidades de ventilação e saída de emergência (VSEs) propostas para o campus da USP — especificamente VSE 7, SE 8 e VSE 9 — foram projetadas para minimizar o impacto na Cidade Universitária. Os projetos priorizaram a configuração de poço central, com ajustes em NATM no VSE 7 para atender às normas (IT45 e NFPA 130). As escavações acontecerão em locais com pouca movimentação, como a rotatória da praça Professor Jorge Americano (VSE 7), o canteiro central da avenida Professor Luciano Gualberto (SE 8) e as vagas de estacionamento próximas ao parque Esporte Para Todos (VSE 9). É fundamental verificar e detalhar as interferências com redes de infraestrutura, especialmente as de água no VSE 7, as do canteiro central da avenida Professor Luciano Gualberto no SE 8 e as da canalização do Parque Esportes para Todos no VSE 9. Por fim, as estruturas definitivas terão um caráter minimalista, conforme acordado com a Prefeitura do Campus, reduzindo-se o impacto visual na paisagem do campus.

Para a definição do traçado considerou-se três pontos críticos que demandaram estudos específicos sobre o potencial de sua implantação: estação Sumaré, traçado interno na USP entre SE 08 e VSE 09 e estação Portão.

Estação Sumaré

Trata-se de local exíguo e de alta declividade com estruturas de viaduto, cercada de viários de alta capacidade e ainda a estrutura da estação homônima da Linha 2-Verde, vegetação protegida, limite com Bairro Ambiental, e, também incluída em ZER, ZCOR-1 e COR-2, tendo gabarito restrito, ou seja, um conjunto de restrições severas. A principal diretriz de melhoria foi o afastamento das escavações em relação às estruturas sensíveis, especialmente as fundações do viaduto e edifícios altos existentes, e a centralização das plataformas na projeção do poço principal da estação. Essa nova abordagem eliminou a necessidade do túnel extenso de ligação, reduziu o percurso dos usuários até as plataformas e simplificou o processo construtivo, proporcionando maior segurança operacional e reduzindo o risco de danos à infraestrutura existente. Esse posicionamento permitiu o cumprimento dos critérios para melhoria quanto à posição das plataformas, facilidade de integração, profundidades, impactos urbanísticos, riscos construtivos e interferências em estruturas sensíveis, subsidiando a escolha da melhor solução para o projeto da estação Sumaré.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 197 de 2025

Traçado interno na USP entre SE 08 e VSE 09

Para o traçado interno na USP, entre SE 08 e VSE 09 foram estudadas alternativas que atendessem as restrições de vibrações de vários institutos próximos, as potenciais interferências com as áreas de pesquisa do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP), do Instituto de Energia e Ambiente (IEE-USP), do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), do Instituto de Física (IF) e do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Além de selecionar o melhor posicionamento para o traçado em relação aos institutos citados, foi realizada a verificação das vibrações e das interferências eletromagnéticas, pontos que foram ressaltados pelos Institutos da USP como cruciais para serem minimizados.

Considerou-se como premissa que todo o trecho terá instalado o sistema massa mola adequadamente dimensionado para atenuar as vibrações nas edificações lindeiras provocadas pela operação dos trens, veículos e equipamentos de manutenção. Para os trechos de maior sensibilidade, projetou-se cobertura de solo de 50 m para a definição do greide do trecho. Entende-se que esse valor seria a distância suficiente para o amortecimento e bloqueio da influência eletromagnética que podem ser causadas pelo sistema metroviário.

Estação Portão

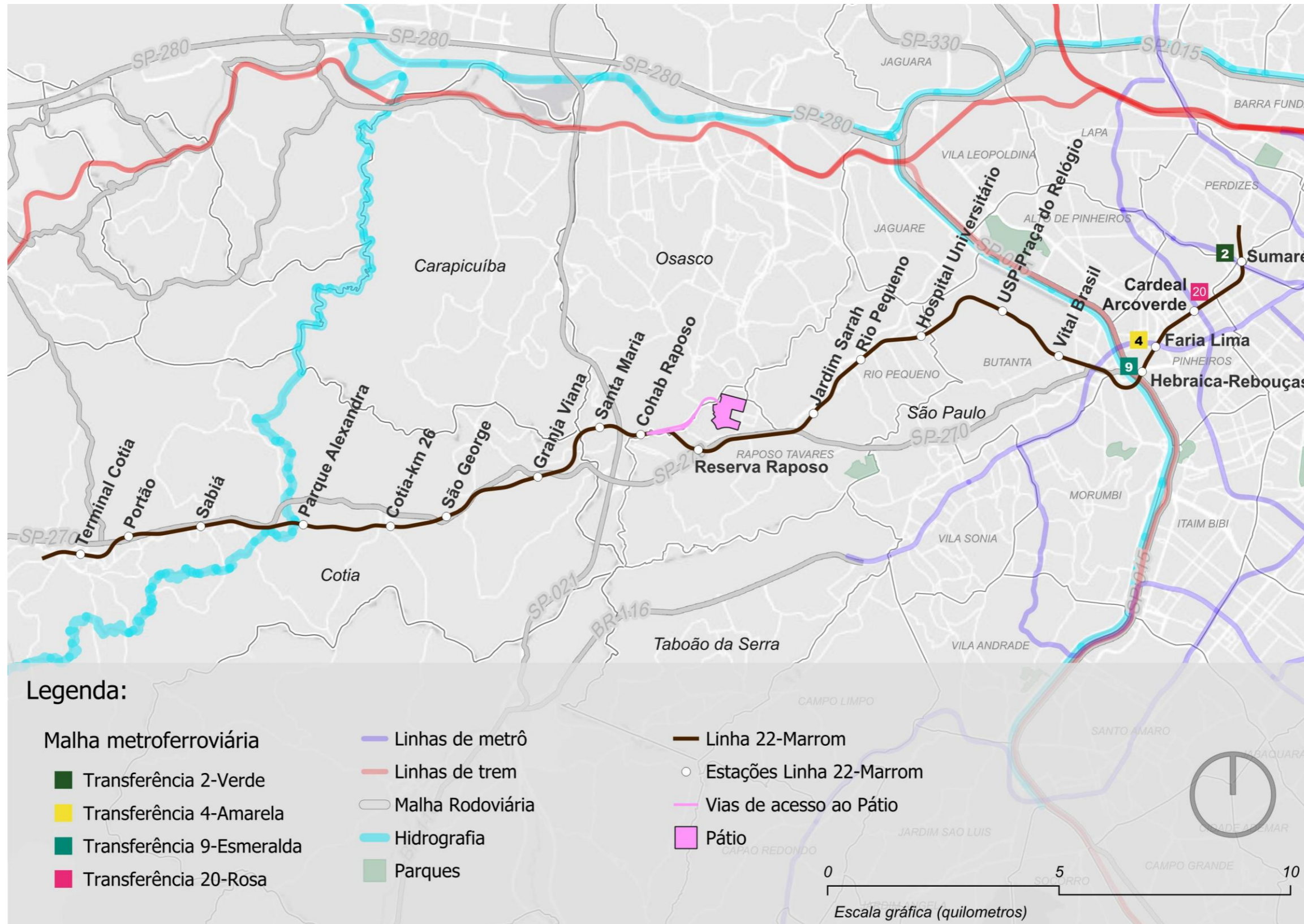
A posição no terreno determinado pelo traçado de referência subterrâneo, leva a desapropriação entre a avenida Santo Antônio e a rodovia Raposo Tavares. Nesse local recomendou-se inicialmente a utilização do método Vala a Céu Aberto (VCA), devido a menor profundidade. No entanto, a desapropriação incluía equipamentos de interesse. Assim, analisou-se a possibilidade de manter a solução proposta, no entanto, reposicionando as plataformas e a vala dentro do lote. Esta proposta inicial, complementada com o referido ajuste, evitaria desapropriações e reduziria o impacto e o risco sobre as construções existentes.. Contudo, continuava evidente o desafio da grande distância até o acesso norte da rodovia Raposo Tavares, sendo, portanto, proposta uma nova passarela. Foi estudada então uma terceira alternativa: posicionar a plataforma da estação ao norte da rodovia. Para obter uma análise abrangente e fundamentada das alternativas disponíveis foi elaborada uma matriz de decisão, tendo como critérios fundamentais a desapropriação, a extensão do traçado, as interferências, os riscos geotécnicos, a integração com o sistema viário e terminal de ônibus, a acessibilidade, o método construtivo, a profundidade, as contaminações do solo e o atendimento ao entorno. Os resultados evidenciam que a última alternativa, posicionada ao norte da rodovia alcançou a maior pontuação destacando-se especialmente por apresentar vantagens construtivas, maior viabilidade técnica e redução de custos.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMISSÃO 26/01/2026	FOLHA 198 de 2025

A Linha 22-Marrom (Sumaré/Terminal Cotia) será construída em um traçado subterrâneo de aproximadamente 31,32 quilômetros, configurada como metrô ao longo de toda sua extensão. O projeto prevê a implantação de 19 estações: Sumaré, Cardeal Arcoverde, Faria Lima, Hebraica-Rebouças, Vital Brasil, USP-Praça do Relógio, Hospital Universitário, Rio Pequeno, Jardim Sarah, Reserva Raposo, Cohab Raposo Tavares, Santa Maria, Granja Viana, São George, Cotia-km 26, Parque Alexandra, Sabiá, Portão e Terminal Cotia, conforme **Figura 6.1-10**. As plataformas de todas as estações terão 110 metros de comprimento, exceto a estação Hospital Universitário, que será construída em curva.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMIÇÃO 26/01/2026	FOLHA 199 de 2025

Figura 6.1-10 – Traçado selecionado

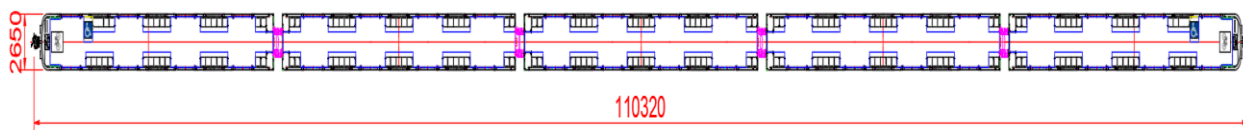


Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2025.

CÓDIGO RT-22.EA.01.03/8LP-001	REVISÃO A
EMISSÃO 26/01/2026	FOLHA 200 de 2025

Em relação ao material rodante, a melhor alternativa para a Linha 22-Marrom é um trem com largura reduzida em comparação aos que operam atualmente em São Paulo, composto por cinco carros, cada um com comprimento equivalente ao das demais linhas em operação. Sua composição é formada pelos carros MC1-M1-M2-M3-MC2, conforme ilustrado na **Figura 6.1-11**. A composição total, com cinco carros, possui 110,32 metros de comprimento, 2,65 metros de largura e 3,68 metros de altura. A frota total será composta por 48 composições de cinco carros cada, conforme ilustrado abaixo.

Figura 6.1-11 – Composição MC1-M1-M2-M3-MC2



*Medidas em milímetro

Fonte: Consórcio SYSTRA PRIME L22, 2023.

6.2 ALTERNATIVA DE NÃO EXECUÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Capítulo 2 deste EIA, especificamente no item 2.3, apresentou os objetivos e a justificativa para a implantação da Linha 22-Marrom, apontando resumidamente como objetivos:

- Integração: conexão com diversas linhas de metrô, auxiliando na redistribuição dos passageiros dentro da rede de transporte metroferroviária;
- Conexão: do centro de Cotia com centro expandido do município de São Paulo, proporcionando o acesso de regiões importante da região metropolitana;
- Redução: dos tempos de deslocamento e de demanda sobre o sistema viário, com consequente melhoria da saúde e qualidade de vida da população.

A alternativa de não implantar a Linha 22-Marrom implica em manter a situação atual, com custos e impactos ambientais e sociais superiores, devido à dificuldade de deslocamento da população, realizada única e exclusivamente por meio rodoviário (rodovia Raposo Tavares), má distribuição dos usuários nas redes existentes, estagnação na oferta de transporte entre os municípios de São Paulo e Cotia, entre outros.

Uma análise complementar das implicações da não implantação do empreendimento é fornecida no capítulo 14.1. Prognóstico sem a implantação da Linha 22-Marrom.