

CÓDIGO	REVISÃO
RT-19.00.00.00/1Y1-004	A
EMIÇÃO	FOLHA
28/01/2022	94 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

6 ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS, MODAIS E TECNOLÓGICAS

Cabe destacar que, no caso da Linha 19-Celeste, o Metrô considerou o Projeto Diretriz como referência, o qual estudou a linha em seu atendimento de rede mais completo (entre Campo Belo e Guarulhos). Durante o Estudo de Alternativas o EIA tratou da linha completa, já no detalhamento da Alternativa escolhida, foi priorizado o trecho Bosque Maia/Anhangabaú, objeto do presente estudo.

6.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

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 da Linha 19-Celeste 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, são então normalizados e ponderados, de modo que os cinco fatores sejam representados em uma escala comum, de acordo com a atribuição de pesos definida em conjunto com a equipe técnica da gerência de planejamento do Metrô. Finalizado este processo, a matriz multicritérios construída permitirá 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;

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 95 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) 	EMITENTE José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro

- Critérios: são elementos que fundamentam a avaliação de uma escolha;
- 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 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 dos mesmos, 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).

O Quadro 6.1 1, a seguir, apresenta a estrutura preliminar de fatores, ou árvore de decisão, com suas ramificações compostas pelos critérios e seus respectivos indicadores de avaliação.

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 96 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) 	EMITENTE José Luís Ridente Júnior ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro
--	---

Quadro 6.1.1 – Estrutura de fatores, critérios e indicadores

Critério	ID	Subcritério	Indicador	Unidade de Medida	
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	metros
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	unidade
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	metros
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	m²
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	existência
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	unidade
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	meses
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%	metros
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	unidade
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	unidade
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	unidade
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTTrans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	unidade
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	unidade
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	metros
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	peçoas
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado	%
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	unidade
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	R\$/km
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	m²
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	m²
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	m²
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	unidade

Fonte: Metrô

6.1.3 Avaliação de fatores

A avaliação dos fatores é feita com base no traçado e na localização das estações em cada alternativa, com o auxílio de ferramentas de desenho assistido por computador e sistemas de informações geográficas, de forma a obter os scores para cada um dos indicadores considerados. Fatores qualitativos são avaliados por técnicos, em suas diferentes especialidades, comparando-se as alternativas delineadas em termos dos critérios pré-estabelecidos.

Ao final do processo são gerados, então, scores para cada uma das alternativas analisadas, face todos os critérios e indicadores que compõem o processo de avaliação, conforme elencados anteriormente no Quadro 6.1.1.

A Linha 19-Celeste, em sua configuração completa, ligará a zona sul da cidade de São Paulo ao centro de Guarulhos, apresentando, assim, grande extensão, o que tornou a análise das alternativas e a escolha de traçado uma tarefa de grande complexidade.

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 97 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) 	EMITENTE José Luís Ridente Júnior ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro
---	---

Ao mesmo tempo em que a análise foi feita em regiões pouco densas e urbanisticamente não consolidadas, como o trecho da divisa de municípios, ela também teve que auxiliar na escolha entre alternativas em regiões mais complexas e com diversos condicionantes urbanísticos, como os centros de São Paulo e Guarulhos.

Por este motivo, os traçados foram subdivididos em quatro diferentes trechos: sul de São Paulo, centro de São Paulo, divisa entre São Paulo e Guarulhos, e centro de Guarulhos, apresentados nas figuras a seguir.

No Trecho 1 – na porção sul de São Paulo houve duas ramificações distintas, sendo as **alternativas 0 e 0'** coincidentes neste trecho, assim como ocorre com as **alternativas 1, 2 e 3**.

No Trecho 2 – no centro de São Paulo, encontrava-se a parte crítica do traçado, envolvendo alternativas que se conectavam a estações muito carregadas, com cinco configurações propostas.

No Trecho 3 – na divisa dos municípios de São Paulo e Guarulhos, foram consideradas três opções de traçado, representadas pelas **alternativas 0, 0'** e pelo conjunto das **alternativas 1, 2 e 3**.

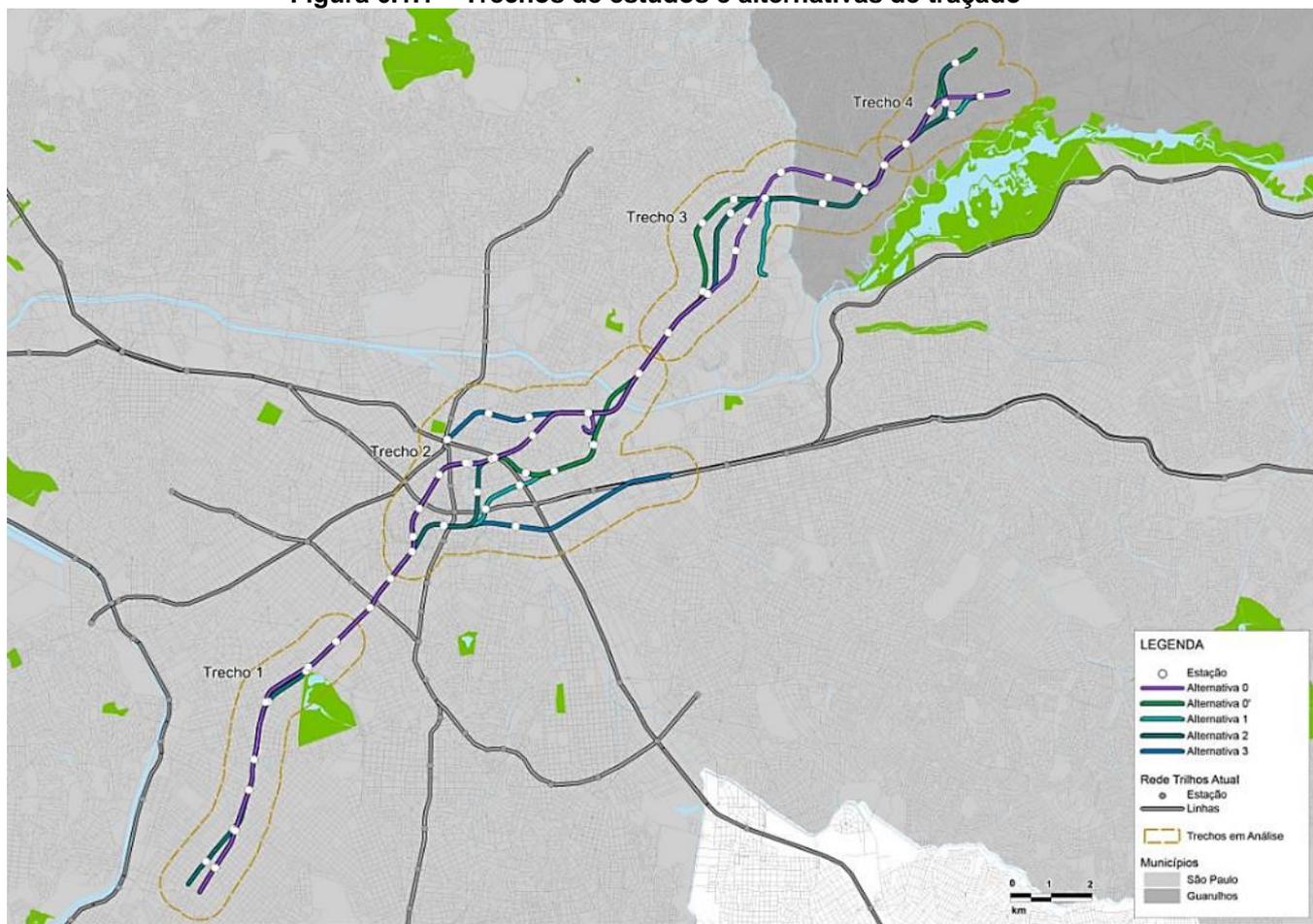
No Trecho 4 – no centro de Guarulhos as **alternativas 1 e 3** eram idênticas, tornando necessária a comparação entre quatro diferentes alternativas de traçado.

A sequência da Figura 6.1 1 a Figura 6.1 6 , a seguir, ilustram o anteriormente exposto. Por sua vez, a metodologia multicritério de auxílio à decisão foi aplicada de modo independente em cada um dos trechos analisados, conforme apresentado mais adiante.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-19.00.00.00/1Y1-004	A
EMIÇÃO	FOLHA
28/01/2022	98 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Figura 6.1.1 – Trechos de estudos e alternativas de traçado

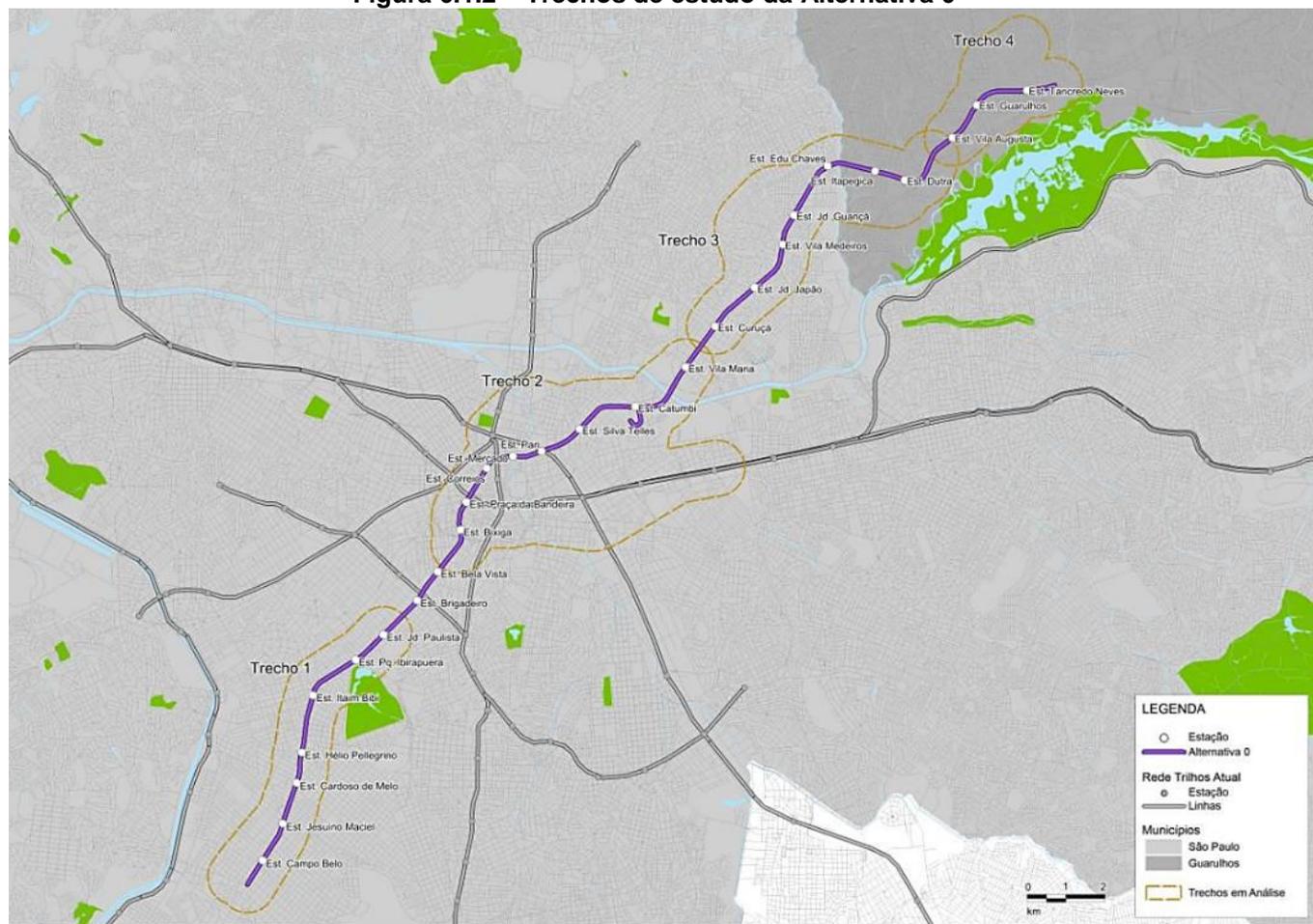


Fonte: Metrô

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 99 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Figura 6.1.2 – Trechos de estudo da Alternativa 0

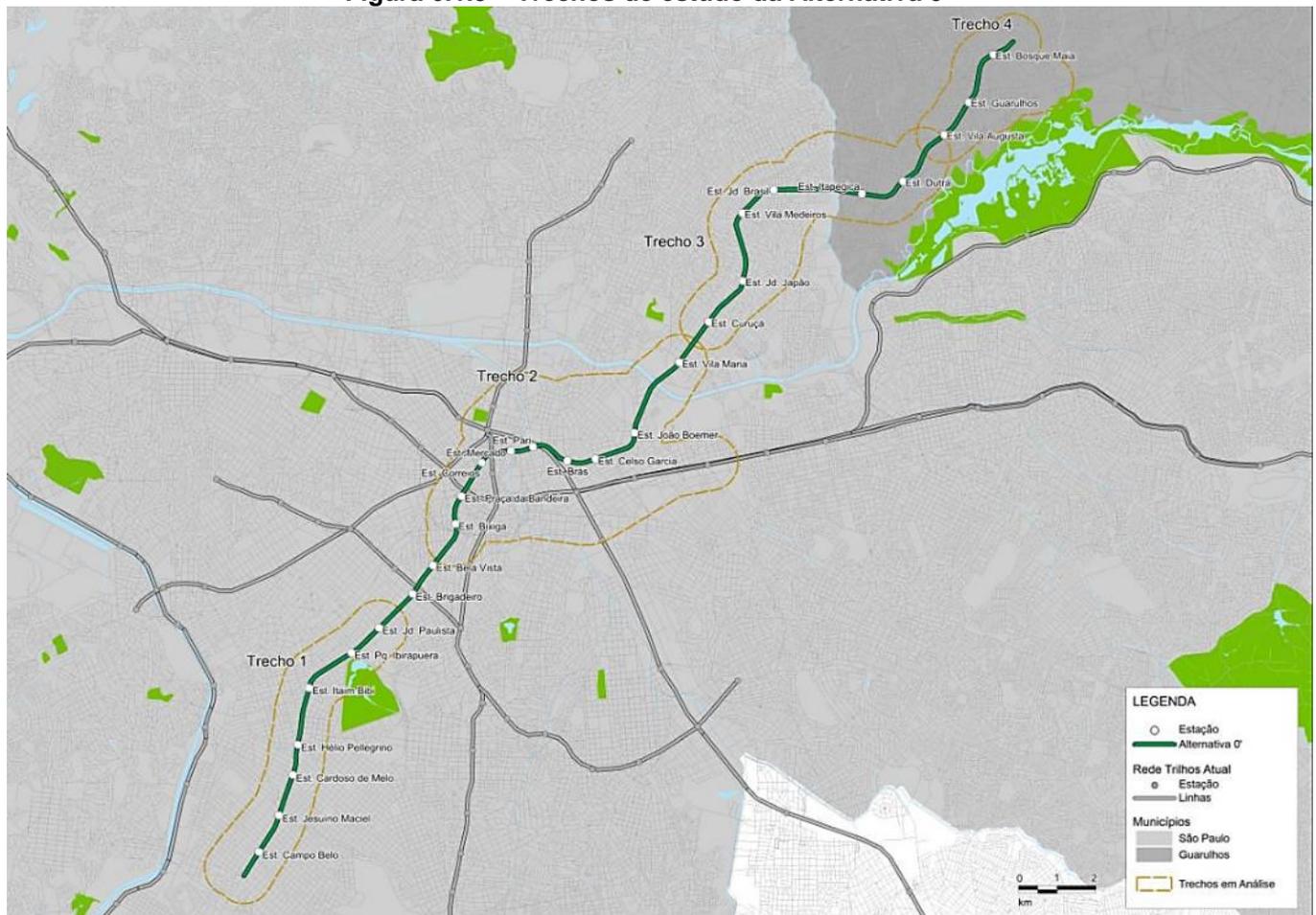


Fonte: Metrô

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 100 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Figura 6.1.3 – Trechos de estudo da Alternativa 0'

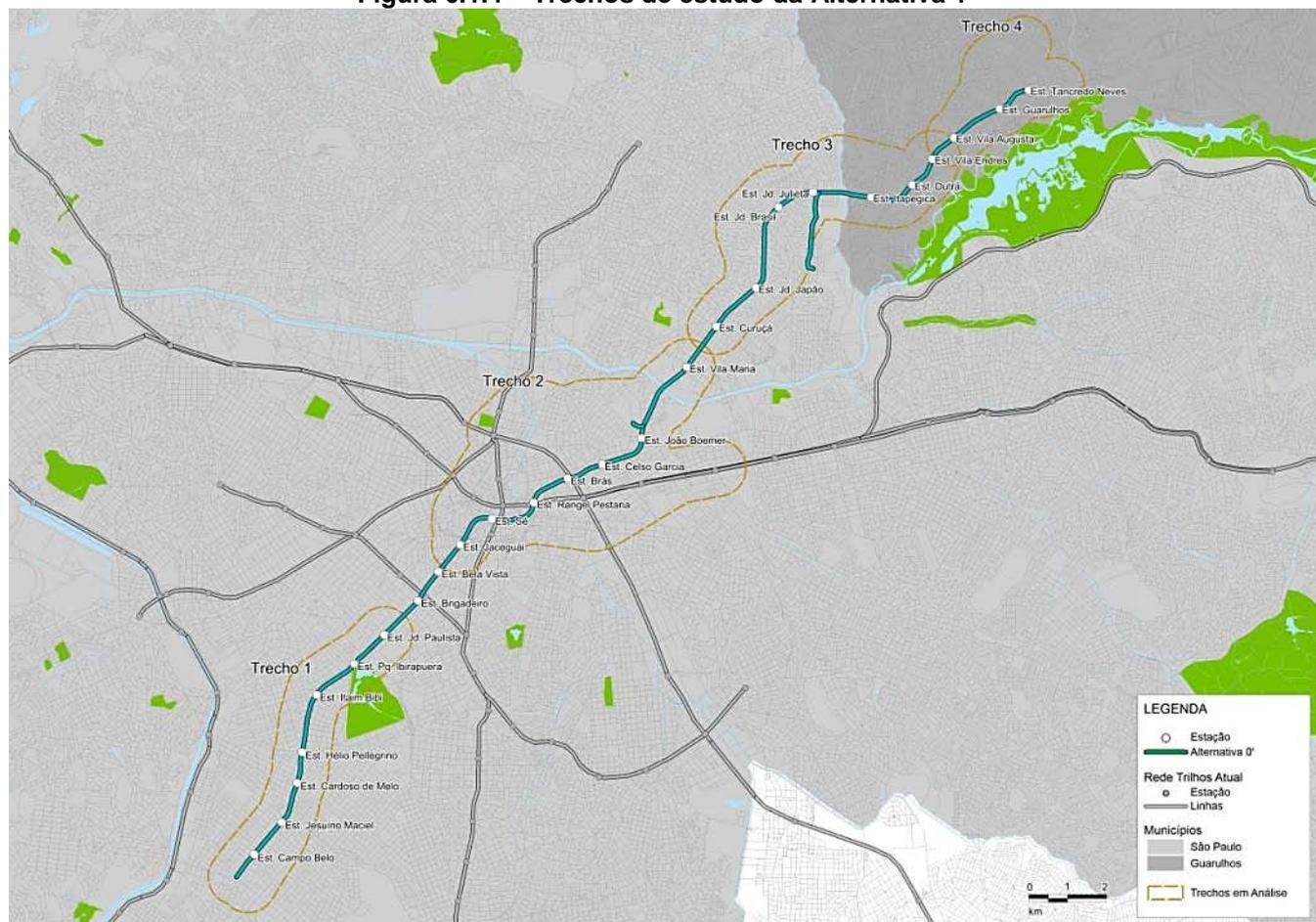


Fonte: Metrô

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 101 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Figura 6.1.4 – Trechos de estudo da Alternativa 1

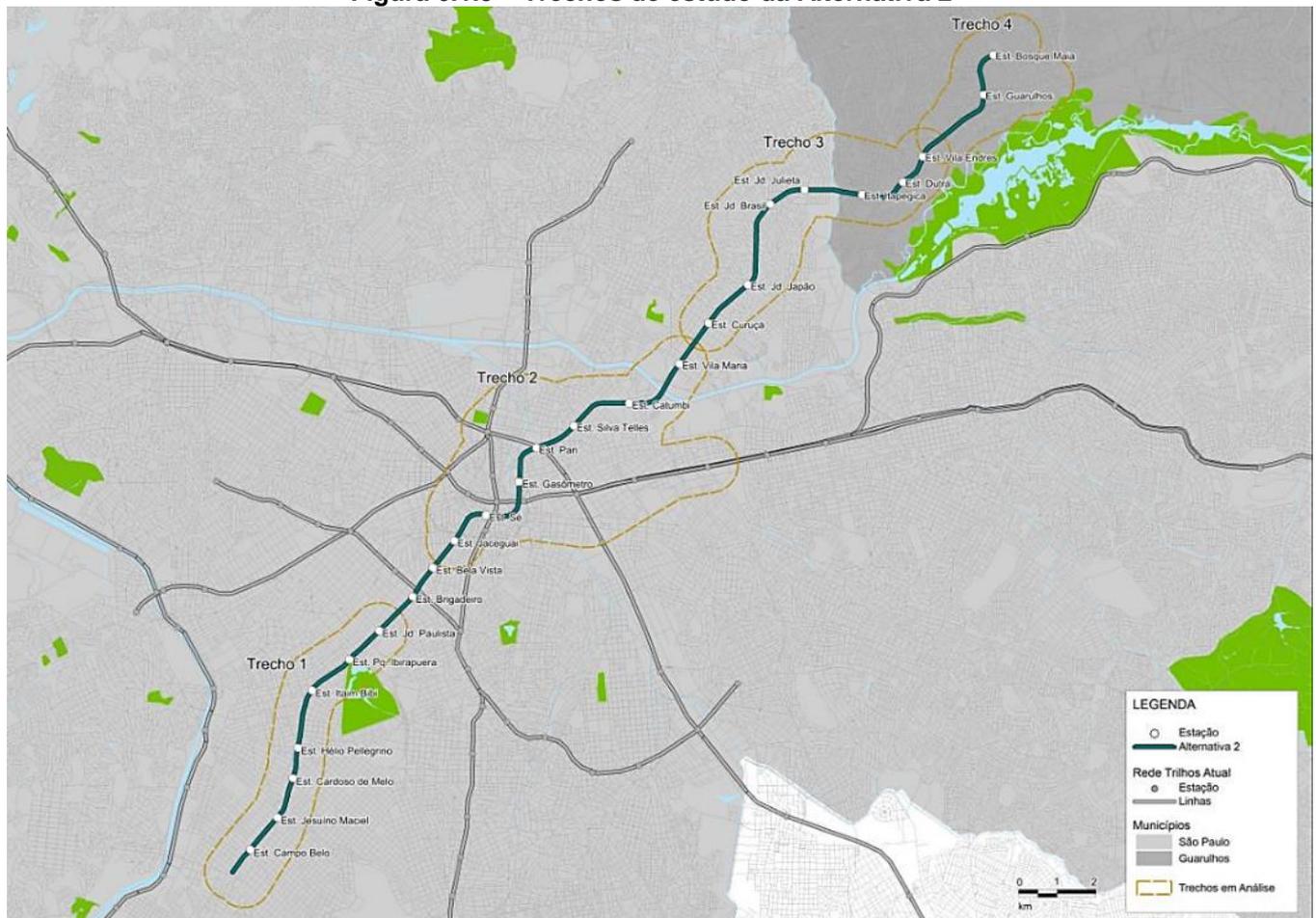


Fonte: Metrô

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 102 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Figura 6.1.5 – Trechos de estudo da Alternativa 2

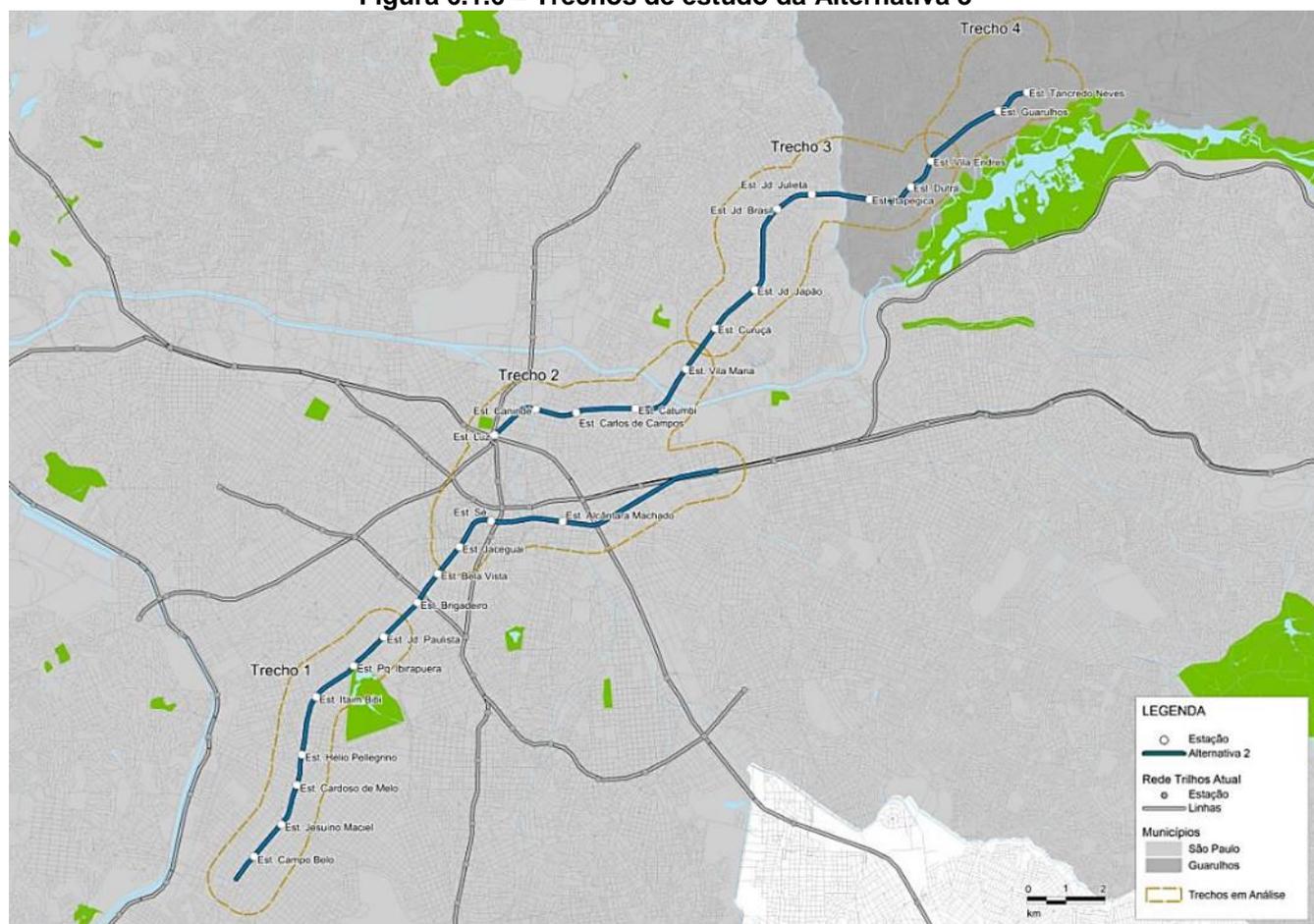


Fonte: Metrô

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 103 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Figura 6.1.6 – Trechos de estudo da Alternativa 3



Fonte: Metrô

6.1.4 Metodologia para normalização dos critérios

A etapa seguinte consistiu na normalização dos critérios que compõem a árvore de decisão, sendo esta necessária uma vez que os valores (scores) que caracterizam os diferentes critérios não são comparáveis entre si, sendo representados frequentemente por escalas distintas, o que inviabiliza a sua agregação imediata. Desta forma, eles foram normalizados para uma mesma escala, com valores mínimo e máximo de 0,000 e 1,000, respectivamente, e variação linear simples para obtenção dos valores intermediários. Assim, a normalização foi feita com base nos valores apresentados na escala de avaliação, através de associação direta ou interpolada. Para os critérios de natureza qualitativa, foram definidos parâmetros

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 104 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

específicos para obtenção do score normalizado do indicador; neste caso, somente a associação direta é válida.

As escalas foram sugeridas para todos os critérios que compõem a árvore de decisão, de acordo com sua natureza e dimensão avaliada. Os valores de referência consagrados ou os valores que reflitam as condições do trecho a ser implantado foram utilizados para definição das escalas de normalização.

Na ausência destes valores, a normalização foi sugerida com base nos scores mínimo e máximo obtidos para os indicadores avaliados, transformando-os em valores entre 0,000 e 1,000.

As escalas de avaliação propostas para os indicadores elencados anteriormente no Quadro 6.1 1, são mostrados a seguir do Quadro 6.1 2 ao Quadro 6.1 23.

Quadro 6.1.2 – Indicador 1.1: distância média entre as estações (m)

Peso	Distância média entre as estações
0,00	Até 400 metros
-	Valor intermediário interpolado
1,00	1.000 metros
-	Valor intermediário interpolado
0,00	1.600 metros

Quadro 6.1.3 – Indicador 1.2: Número de estações profundas (unidade)

Peso	Número de estações profundas (profundidade igual ou superior a 25 metros)
0,00	Maior número de estações profundas, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhuma estação profunda na alternativa

Quadro 6.1.4 – Indicador 1.3: Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos (m)

Peso	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos
0,00	Maior extensão em túnel sob edifícios, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhuma extensão em túnel sob edifícios na alternativa

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 105 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) 	EMITENTE José Luís Ridente Júnior ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro
--	---

Quadro 6.1.5 – Indicador 1.4: Área de imóveis a ser desapropriada (m²)

Peso	Área de imóveis a ser desapropriada
0,00	Maior área de imóveis a serem desapropriados, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhuma área de imóveis a ser desapropriada na alternativa

Quadro 6.1.6 – Indicador 1.5: Disponibilidade de áreas livres para implantação de canteiro de obras

Peso	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras
0,00	Não há áreas livres para implantação de canteiro sem desapropriação na alternativa
0,50	Pode ser usada área prevista para desapropriação para implantação do pátio, ou se pode interditar área temporariamente para canteiro
1,00	Há áreas livres para implantação de canteiro de obras na alternativa

Quadro 6.1.7 – Indicador 1.6: Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações

Peso	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações
0,00	Maior número de eixos viários afetados, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhum eixo viário afetado na alternativa

Quadro 6.1.8 – Indicador 1.7 – Tempo estimado para implantação, em função do método construtivo (meses)

Peso	Tempo estimado para implantação, em função do método construtivo
0,00	Tempo de implantação superior a 48 meses
-	Valor intermediário interpolado
0,50	Implantação em 36 meses
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Tempo de implantação inferior a 24 meses

Quadro 6.1.9 – Indicador 1.8: extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3% (m)

Peso	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%
0,00	Maior extensão de trechos com inclinação $\geq 3\%$, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhuma extensão de trechos com inclinação superior ou igual a 3%

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 106 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.10 – Indicador 2.1: número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PREs em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado (unidade)

Peso	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado
0,00	Nenhuma centralidade urbana na alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior número de centralidades urbanas, dentre as alternativas estudadas

Quadro 6.1.11 – Indicador 2.2: Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações (unidade)

Peso	Número equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações
0,00	Nenhum equipamento urbano na alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior número de equipamentos urbanos, dentre as alternativas estudadas

Quadro 6.1.12 – Indicador 2.3: Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado (unidade)

Peso	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado
0,00	Nenhum empreendimento na alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior número de empreendimentos, dentre as alternativas estudadas

Quadro 6.1.13 – Indicador 3.1: Número de eixos viários estruturais (N1, N2 e N3) e corredores de ônibus² num raio de 600 metros da estação (unidade)

Peso	Número de eixos viários estruturais (N1, N2 e N3) e corredores de ônibus num raio de 600 metros da estação
0,00	Nenhum eixo estrutural/corredor de ônibus (≥ 30 ônibus/h) interceptado na alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior número de eixos estruturais/corredores, dentre as alternativas estudadas

Quadro 6.1.14 – Indicador 3.2: Número de estações com conexão à rede metroferroviária (unidade)

Peso	Número de estações com conexão à rede metroferroviária
0,00	Nenhuma estação com conexão à rede metroferroviária na alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior número de estações com conexão à rede metroferroviária, dentre as alternativas estudadas

² Corredores futuros previstos no Programa de Corredores Metropolitanos (PCM) da EMTU e no Plano 2030 da SPTrans.

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 107 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) 	EMITENTE José Luís Ridente Júnior ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro
---	---

Quadro 6.1.15 – Indicador 3.3: Distância de percurso de integração (m)

Peso	Distância de percurso de integração
0,00	Maior que 50 metros
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Até 10 metros

Quadro 6.1.16 – Indicador 4.1: População residente em um raio de 600 metros em torno das estações (unidade)

Peso	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações
0,00	Não há população residente no entorno da alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior número de residentes, dentre as alternativas estudadas

Quadro 6.1.17 – Indicador 4.2: Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado (%)

Peso	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado
0,00	Nenhum residente abaixo da linha de pobreza no entorno da alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior percentual de residentes abaixo da linha de pobreza, dentre as alternativas estudadas

Quadro 6.1.18 – Indicador 4.3: Número médio de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado (unidade)

Peso	Número médio de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado
0,00	Não há empregos no entorno da alternativa
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Maior número de empregos dentre as alternativas estudadas

Quadro 6.1.19 – Indicador 4.4: Custo unitário médio da obra (R\$/km)

Peso	Custo unitário médio da obra
0,00	Maior custo unitário, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Menor custo unitário, dentre as alternativas estudadas

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 108 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.20 – Indicador 5.1: Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto (m²)

Peso	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto
0,00	Maior área de praças, parques e áreas verdes afetada, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhuma área verde afetada na alternativa

Quadro 6.1.21 – Indicador 5.2: Número de áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado (m²)

Peso	Número de áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado
0,00	Maior número de áreas contaminadas, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhuma área contaminada no entorno da alternativa

Quadro 6.1.22 – Indicador 5.3: Área total em limites de proteção ambiental (UCs e APPs) em um raio de 600 metros em torno das estações (m²)

Peso	Área total em limites de proteção ambiental (UCs e APPs) em um raio de 600 metros em torno das estações
0,00	Maior área de UC e APP afetada, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhuma UC ou APP afetada na alternativa

Quadro 6.1.23 – Indicador 5.4: Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado (unidade)

Peso	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado
0,00	Maior número de recursos hídricos cortados pelo traçado, dentre as alternativas estudadas
-	Valor intermediário interpolado
1,00	Nenhum recurso hídrico cortado pela alternativa

Ressalta-se que os indicadores 1.7 – Tempo estimado para implantação, 3.3 – Distância de percurso de integração e 4.4 – Custo unitário médio da obra não puderam ser estimados nesta etapa dos estudos e, portanto, não serão considerados.

Os subcritérios tiveram pesos iguais no cálculo da nota dos cinco critérios, que, por sua vez, representaram 20% dos valores, cada.

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 109 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

6.1.5 Alternativa de traçado escolhida

Assumiu-se, no presente item, que a Alternativa Escolhida fosse uma composição de traçados escolhidos nos quatro trechos analisados, já que a alternativa escolhida com maior pontuação em um trecho não necessariamente fosse a escolhida nos demais trechos.

Como resultado de seu bom desempenho global e dos aspectos específicos que serão relacionados a seguir, puderam ser indicados para implantação os seguintes trechos, tanto em termos da diretriz de traçado quanto da localização das estações:

- Trecho 1 – Sul de São Paulo, optou-se pelo traçado da **Alternativa 2**, pela maior facilidade de inserção;
- Trecho 2 – Centro de São Paulo, optou-se pelo traçado da **Alternativa 0**, que atende o Vale do Anhangabaú, propiciando mais locais de conexão na rede e maior facilidade de acesso direto aos locais de atração dos usuários. Por fim, garante à região do Pari o acesso à rede de trilhos de São Paulo;
- Trecho 3 – Divisa / São Paulo-Guarulhos, optou-se pelo traçado da **Alternativa 2**, que atende melhor às centralidades desta região em relação à alternativa de referência;
- Trecho 4 – Centro de Guarulhos, a **Alternativa 2** foi a selecionada, pois termina no cruzamento das avenidas Tiradentes e Paulo Faccini, importantes eixos da cidade de Guarulhos, bem como no Bosque Maia, um marco local. A partir deste ponto, uma extensão da linha seria mais benéfica para a cidade em relação à alternativa de referência.

A avaliação dos indicadores para chegar a essa conclusão foi feita com base nas diretrizes de traçado de cada alternativa em estudo (denominadas de alternativas 0, 0', 1, 2 e 3), para o desenvolvimento do projeto, e as informações coletadas na etapa de caracterização regional, utilizando-se ferramentas de desenho assistido por computador, sistema de informações geográficas e planilhas eletrônicas para obter os scores dos indicadores.

Na primeira etapa, os indicadores foram avaliados segundo as unidades de medida apresentadas no Quadro 6.1.2-1. Posteriormente, foi feita normalização dos mesmos a partir das escalas definidas para cada indicador, de forma a obter scores entre 0 e 1. Esta

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 110 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) 	EMITENTE José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro

normalização teve por objetivo permitir uma melhor visualização dos resultados de cada alternativa por indicador, de forma a permitir sua comparação com base em uma escala comum.

Optou-se por considerar que os critérios técnicos, urbanísticos, de transportes, socioeconômicos e ambientais apresentam pesos iguais, independentes das características de uso do solo de cada trecho.

As **alternativas 0' e 1** foram confeccionadas com o objetivo de propiciar conexão da Linha 19-Celeste na Estação Brás, criando uma dupla conexão com a Linha 3-Vermelha, uma vez que também se conectam ou na Estação Sé ou na Estação Anhangabaú. No entanto, a Estação Brás da Linha-19 Celeste distaria mais de 500m da estação da Linha 3-Vermelha, causando desconforto ao usuário que planejasse realizar tal integração, tornando a outra estação de integração com a mesma linha (Sé/Anhangabaú) mais atrativa, eliminando, assim, a vantagem de uma dupla conexão.

Deve ser considerado que a Linha 19-Celeste, ao se aproximar das linhas existentes para propiciar esta dupla conexão, provoca sobre atendimento em detrimento ao atendimento mais distribuído da rede. Em especial, deixa de atender à região do Pari, um dos pontos mais desejosos de se atender com essa linha sendo, inclusive, escopo deste estudo.

Assim sendo, determina-se que essas duas alternativas devam ser descartadas por não atenderem ao escopo a que se destina a Linha 19-Celeste, que é a ligação entre Guarulhos, Pari e Campo Belo.

Da mesma forma, a **Alternativa 3** deixa de atender ao escopo, ao dividir a ligação Guarulhos-Pari-Campo Belo em duas, Guarulhos-Pari e Campo Belo-Belém. Além de não se tratar mais de uma única linha, o trecho sul deixaria de se conectar à região central pretendida. Ressalta-se que a ligação Campo Belo-Pari é uma alternativa de ligação ao centro para os usuários das linhas 5-Lilás e 17-Ouro.

Em termos de demanda, o trecho Guarulhos-Pari dessa alternativa, proposto para ser conectado à Linha 4-Amarela, provocaria problemas de capacidade nas conexões existentes, em especial na conexão entre as estações Paulista e Consolação, atualmente já intensamente utilizada sendo, portanto, desaconselhável sob este aspecto. Pelos motivos expostos, a Alternativa 3 também deverá ser descartada.

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 111 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

As posteriores análises de escolha de traçado consideraram, então, somente as **Alternativas 0 e 2**.

Através desta análise, foi possível avaliar o desempenho de cada alternativa nos quatro trechos, e visualizar as que apresentam melhor desempenho global e os melhores desempenhos locais em critérios específicos. A sequência do Quadro 6.1 24 ao Quadro 6.1 31 é apresentada a seguir, finalizado este processo.

Quadro 6.1.24 – Avaliação dos indicadores / critérios para as alternativas de traçado do trecho 1 – scores brutos

	Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Unidade de Medida
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	960,33	952,83	metros
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	5	3	unidade
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	1.035,94	826,66	metros
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	44.395,00	78.980,48	m²
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	1,00	1,00	existência
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	9	8	unidade
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-	(indireto)
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	1.125,90	747,39	metros
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	16	15	unidade
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	73	66	unidade
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	48	46	unidade
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	29	28	unidade
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	2	2	unidade
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-	metros
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	13.691	13.473	pessoas
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado	3,87	4,02	%
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	27.737	27.799	unidade
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-	R\$/km
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	2.736	172	m²
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	58.709	72.839	m²
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	297.888	341.466	m²
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	3	3	unidade

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 112 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.25 – Avaliação dos fatores para as alternativas de traçado do trecho 1 – scores normalizados e ponderados

	Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Pesos	Pesos 2
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	0,934	0,921	Critério Técnico	1
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	0,286	0,571		1
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	0,000	0,202		1
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	1,000	0,000		1
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	1,000	1,000		1
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	0,000	0,111		1
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-		1
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	0,000	0,336		1
			1	Média	0,402	0,393	20	8
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	0,938	Critério Urbanístico	1
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	1,000	0,904		1
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	0,958		1
			2	Média	1,000	0,933	20	3
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTrans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	1,000	0,966	Critério de Transportes	1
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	1,000	1,000		1
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-		1
			3	Média	0,667	0,655	20	3
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	1,000	0,984	Critério Socioeconômico	1
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado	0,963	1,000		1
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,998	1,000		1
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-		1
			4	Média	0,740	0,746	20	4
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	0,000	0,937	Critério Ambiental	1
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,194	0,000		1
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,128	0,000		1
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	0,000	0,000		1
			5	Média	0,080	0,234	20	4
					57,8	59,2		

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 113 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.26 – Avaliação dos indicadores / critérios para as alternativas de traçado do trecho 2 – scores brutos

Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Unidade de Medida	
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	945,57	1.180,33	metros
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	3	1	unidade
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	1.514,68	1.432,41	metros
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	73.464,73	63.859,70	m²
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	0,50	1,00	existência
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	10	8	unidade
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-	(indireto)
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	675,54	1.402,62	metros
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	11	9	unidade
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	89	82	unidade
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	16	14	unidade
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTTrans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	85	76	unidade
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	3	2	unidade
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-	metros
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	8.471	7.512	peessoas
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado	13,09	12,94	%
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	29.813	25.275	unidade
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-	R\$/km
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	10.085	0	m²
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	49.466	72.259	unidade
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	237.151	295.411	m²
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	4	3	unidade

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 114 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.27 – Avaliação dos fatores para as alternativas de traçado do trecho 2 – scores normalizados e ponderados

Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Pesos	Pesos 2	
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	0,909	0,699	Critério Técnico	1
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	0,625	0,875		1
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	0,060	0,111		1
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	0,519	0,756		1
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	0,500	1,000		1
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	0,333	0,467		1
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-		1
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	0,518	0,000		1
				Média	0,433	0,488		20
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,800	0,667	Critério Urbanístico	1
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,840	0,774		1
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,615	0,538		1
			Média	0,752	0,660	20		3
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTTrans e EMU) num raio de 600 metros da estação.	0,876	0,784	Critério Transportes	1
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	0,750	0,500		1
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-		1
			Média	0,542	0,428	20		3
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,894	0,793	Critério Socioeconômico	1
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado	1,000	0,989		1
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	0,848		1
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-		1
			Média	0,723	0,657	20		4
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	0,000	1,000	Critério Ambiental	1
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,500	0,270		1
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,213	0,019		1
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	0,000	0,250		1
			Média	0,178	0,385	20		4
				52,6	62,4			

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 115 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.28 – Avaliação dos indicadores / critérios para as alternativas de traçado do trecho 3 – scores brutos

	Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Unidade de Medida
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	1.003,83	1.151,67	metros
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	1	2	unidade
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	287,66	138,06	metros
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	40.826,39	42.920,99	m²
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	1,00	1,00	existência
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	4	7	unidade
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-	(indireto)
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	2.031,80	1.580,76	metros
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	8	8	unidade
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	49	38	unidade
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	15	18	unidade
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTrans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	42	36	unidade
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	1	1	unidade
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-	metros
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	47.987	46.792	peessoas
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado	15,67	14,91	%
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	23.321	23.272	unidade
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-	R\$/km
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	348	0	m²
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	20.344	32.198	unidade
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	406.841	271.387	m²
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	1	1	unidade

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 116 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.29 – Avaliação dos fatores para as alternativas de traçado do trecho 3 – scores normalizados e ponderados

Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Pesos	Pesos 2	
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	0,994	0,747	Critério Técnico	1
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	0,857	0,714		1
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	0,000	0,520		1
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	0,262	0,000		1
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	1,000	1,000		1
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	0,429	0,000		1
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-		1
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	0,000	0,222		1
				Média	0,443	0,400		20
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	1,000	Critério Urbanístico	1
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	1,000	0,776		1
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,633	1,000		1
			Média	0,944	0,925	20		3
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	1,000	0,857	Critério Transportes	1
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	1,000	1,000		1
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-		1
			Média	0,667	0,619	20		3
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,996	0,962	Critério Socioeconômico	1
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	0,851		1
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	0,998		1
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-		1
			Média	0,747	0,728	20		4
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	0,000	1,000	Critério Ambiental	1
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,368	0,000		1
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,000	0,333		1
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	0,000	0,000		1
			Média	0,092	0,333	20		4
				57,8	60,1			

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 117 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.30 – Avaliação dos indicadores / critérios para as alternativas de traçado do trecho 4 – scores brutos

	Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Unidade de Medida
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	1.033,00	1.009,00	metros
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	0	1	unidade
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	234,32	124,40	metros
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	25.008,82	21.856,14	m²
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	1,00	1,00	existência
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	6	4	unidade
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-	(índice)
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	0,00	579,81	metros
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0	0	unidade
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	39	42	unidade
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	8	8	unidade
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTTrans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	17	19	unidade
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	0	0	unidade
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-	metros
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	48.580	54.246	peessoas
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado	8,26	7,89	%
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	38.190	45.189	unidade
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-	R\$/km
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	0	3.313	m²
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	6.444	7.813	unidade
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	38.198	18.991	m²
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	2	1	unidade

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 118 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

Quadro 6.1.31 – Avaliação dos fatores para as alternativas de traçado do trecho 4 – scores normalizados e ponderados

Critério	ID	Subcritério	Indicador	Alternativa 0	Alternativa 2	Pesos	Pesos 2	
1	Técnico	1.1	Distância entre estações	Distância média entre as estações.	0,945	0,985	Critério Técnico	1
		1.2	Profundidade das estações	Número de estações profundas (profundidade superior a 25m).	1,000	0,667		1
		1.3	Facilidade de implantação	Extensão de trechos em túnel sob edifícios altos.	0,217	0,584		1
		1.4	Desapropriação	Área de imóveis a ser desapropriada.	0,000	1,000		1
		1.5	Canteiro de obras	Disponibilidade de áreas livres para implantação do canteiro de obras.	1,000	1,000		1
		1.6	Interferências na fase de implantação	Número de eixos viários estruturais afetados durante a construção do trecho, em um raio de 100 metros em torno das estações.	0,000	0,333		1
		1.7	Tempo estimado para implantação	Tempo estimado para implantação	-	-		1
		1.8	Perfil do terreno	Extensão total de trechos com inclinação superior ou igual a 3%.	1,000	0,000		1
				Média	0,520	0,571		20
2	Urbanístico	2.1	Centralidades urbanas	Número de centralidades urbanas definidas no PDE e nos PRE's, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	1,000	Critério Urbanístico	1
		2.2	Equipamentos urbanos	Número de equipamentos urbanos em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,929	1,000		1
		2.3	Novos empreendimentos	Número de novos empreendimentos comerciais e residenciais em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,889	0,889		1
			Média	0,939	0,963	20		3
3	Transportes	3.1	Conectividade	Número de eixos viários estruturais e de transporte coletivo (corredores SPTTrans e EMTU) num raio de 600 metros da estação.	0,895	1,000	Critério de Transportes	1
		3.2	Integração modal	Número de estações com conexão à rede metroferroviária.	0,000	0,000		1
		3.3	Facilidade de integração	Distância de percurso de integração	-	-		1
			Média	0,298	0,333	20		3
4	Socioeconômico	4.1	População atendida	População residente em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,863	0,963	Critério Socioeconômico	1
		4.2	População de baixa renda atendida	Percentual de população abaixo da linha de pobreza, em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	1,000	0,965		1
		4.3	Empregos	Número de empregos em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,823	0,973		1
		4.4	Custo da obra	Custo unitário médio da obra.	-	-		1
			Média	0,671	0,723	20		4
5	Ambiental	5.1	Áreas verdes	Área total de praças, parques e áreas verdes afetada pelo projeto.	1,000	0,000	Critério Ambiental	1
		5.2	Áreas contaminadas	Áreas contaminadas em uma faixa de 600 metros em torno da diretriz de traçado.	0,427	0,306		1
		5.3	Área de proteção ambiental	Área total em limites de proteção ambiental (UC's e APP's) em um raio de 600 metros em torno das estações.	0,054	0,529		1
		5.4	Recursos hídricos	Número de recursos hídricos cortados pela diretriz de traçado.	0,000	0,500		1
			Média	0,370	0,334	20		4
				56,0	58,5			

Ressalta-se, por fim, que a metodologia multicritério não busca identificar uma solução ótima nem, necessariamente, encontrar a melhor solução. Os scores normalizados não devem determinar a escolha da melhor alternativa, porém dão subsídios indispensáveis para esta decisão.

Dessa forma, em termos pontuais, foi possível verificar que a **Alternativa 0** se diferencia da **Alternativa 2** no centro de São Paulo, principalmente pelo fato de fazer suas integrações com a Linha 1-Azul e a Linha 3-Vermelha em estações distintas:

- No primeiro caso, com conexões separadas e sob o Vale do Anhangabaú, destaca-se a complexidade construtiva desta alternativa de traçado. No entanto, uma

CÓDIGO	REVISÃO
RT-19.00.00.00/1Y1-004	A
EMIÇÃO	FOLHA
28/01/2022	119 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	José Luís Ridente Júnior
	ANÁLISE TÉCNICA
	Ana Paula R dos Santos Segarro

ampliação da Estação Anhangabaú da Linha 3-Vermelha será necessária independentemente da escolha da alternativa, uma vez que as instalações existentes não serão capazes de atender a demanda futura mesmo antes da implantação da Linha 19-Celeste;

- No segundo caso, com uma conexão única na Estação Sé, haverá problemas operacionais devido ao alto movimento de usuários nesta estação e aos fluxos internos gerados pelos usuários provenientes das três linhas. As obras neste local não deixam de ser complexas devido ao grande número de bens tombados no entorno.

Conforme já citado, em função de seu melhor desempenho global, a análise multicritério indicou que:

- Trecho 1 – Sul de São Paulo: a Alternativa 2 leva vantagem na escolha do traçado. Ressalta-se a menor complexidade construtiva ao se posicionar a Estação Campo Belo na Avenida Portugal, uma vez que o túnel da Linha 5-Lilás não foi previsto contendo o encaixe para a Linha 19-Celeste;
- Trecho 2 – Centro de São Paulo: os resultados finais privilegiam a Alternativa 0 (passando pelo Vale do Anhangabaú). O destaque dessa alternativa se deve principalmente pelos critérios urbanísticos, socioeconômicos e de transportes, causados pela melhor distribuição das conexões e maior aproximação aos locais de atração dos usuários;
- Trecho 3 – Divisa / São Paulo-Guarulhos: a Alternativa 2 apresenta maior pontuação no critério ambiental, tendo resultado aproximado ao da Alternativa 0 nos demais quesitos;
- Trecho 4 – Centro de Guarulhos: Há vantagem para a Alternativa 2, que se deve à melhor localização da estação terminal no tecido urbano de Guarulhos.

CÓDIGO RT-19.00.00.00/1Y1-004	REVISÃO A
EMIÇÃO 28/01/2022	FOLHA 120 de 1398

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) 	EMITENTE José Luís Ridente Júnior ANÁLISE TÉCNICA Ana Paula R dos Santos Segarro
---	---

6.2 ALTERNATIVAS MODAIS E TECNOLÓGICAS

A Linha 19-Celeste (projeto diretriz), conforme já destacado anteriormente, se caracterizará como uma *linha de integração, conectando diversas linhas de metrô, existentes e futuras*. Ou seja, ela terá uma função de conexão com a rede metroferroviária, auxiliando na redistribuição dos passageiros dentro dessa rede de transportes.

Considerando as demandas esperadas, com carregamentos da ordem de 50.000 passageiros por hora por sentido, foi escolhido o modo metroviário. Suas características de frequência de trens e intervalo propicia capacidade suficiente para atender a essa expectativa de demanda.

6.3 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 19-Celeste, Trecho Bosque Maia/Anhangabaú, apontando resumidamente como objetivos:

- Integração: conectando diversas linhas de metrô, auxiliando na redistribuição dos passageiros dentro da rede de transporte metroferroviária.
- Conexão: do centro de Guarulhos com o centro de São Paulo, e a função de ligação radial para atendimento de viagens predominantemente pendulares.
- Redução: dos tempos de deslocamento e de demanda sobre o sistema viário, com consequente melhoria da qualidade de vida da população.
- Alívio: propiciado à Linha 3-Vermelha à Linha 1-Azul já que os usuários terão como opção a integração com a Linha 19-Celeste com redução das integrações metrô-ônibus

A Alternativa de não implantar a Linha 19-Celeste implica manter a situação atual, com custos e impactos ambientais e sociais superiores, devido à dificuldade deslocamento da população, má distribuição dos usuários na rede existente, estagnação da oferta de transporte da rede metroferroviária entre Guarulhos a São Paulo.